L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

VOLUME VENTIDUESIMO

XXXIX DEGLI ATTI

AEI

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
MILANO (2/2) - VIA SAN PAOLO, 10

INDUSTRIE GRAFICHE ITALIANE STUCCHI - Via Marcona, 50 - MILANO - 1935-XIV.

INDICE DEGLI AUTORI

I nomi degli Autori in maiuscoletto si riferiscono a scritti originali, quelli in corsivo a recensioni.
(A) comunicazioni; (V) verbali; (L) lettere alla redazione; (R) riassunti; (r) recensione di libri.

INDICE DELLE MATERIE

1. - A. E. I.

a) *Comunicati.*

b) *Consiglio Generale.*

c) *Riunioni Annuali.*

d) *Sezioni.*

e) *Commissioni e Comitati.*

f) *Comitato Elettrotecnico Italiano.*

g) *Votazioni - Statuti - Regolamenti.*

h) *Varie.*

2. - Accumulazione dell'energia.

b) **accumulatori elettrici.**

SUNTI E SOMMARI

CRONACA TECNICA

3. - Apparecchi e dispositivi di manovra, di regolazione, di protezione, ecc.

a) **questioni generali.**

LIBRI E PUBBLICAZIONI

SUNTI E SOMMARI

b) **di manovra.**

LA NOSTRA INDUSTRIA

NOTIZIE E INFORMAZIONI

SUNTI E SOMMARI

CRONACA TECNICA

c) **di regolazione.**

SUNTI E SOMMARI

12. - Decreti, leggi, norme e regolamenti.

13. - Elettrochimica ed elettrometallurgia.

a) questioni generali.

b) elettrochimica.

c) accumulatori e pile.

d) elettrometallurgia.

14. - Elettrofisica e magnetofisica.

a) questioni generali.

b) elettrofisica generale.

15. - Elettrotecnica generale.

a) **questioni generali.**

16. - Fisica, Chimica e Matematica.

d) lampade.

e) apparecchi e dispositivi di comando.

f) fotometria.

g) economia ed esercizio.

SUNTI E SOMMARI

h) centrali e cabine automatiche.

NOTE DI REDAZIONE

ARTICOLI E COMUNICAZIONI

SUNTI E SOMMARI

SEZIONI E COMMISSIONI

i) descrizione impianti.

ARTICOLI E COMUNICAZIONI

SUNTI E SOMMARI

CRONACA TECNICA

SEZIONI E COMMISSIONI

l) comandi e misure a distanza.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

SUNTI E SOMMARI

v) varie.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

SUNTI E SOMMARI

CRONACA TECNICA

21. - Indice bibliografico.

22. - Industria nazionale.

LA NOSTRA INDUSTRIA

23. - Insegnamento, istituti, scuole, laboratori.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

SUNTI E SOMMARI

CRONACA TECNICA

SEZIONI E COMMISSIONI

24. - Libri e pubblicazioni.

RECENSIONI

35. - Società scientifiche, Esposizioni, Congressi, Commissioni di studio, Concorsi.

36. - Statistica.

37. - Tarifficazione e vendita.

38. - Telefonia, Telegrafia e Televisione.

a) questioni generali.

b) apparecchi.

c) impianti e linee, e fenomeni perturbatori.

d) telefonia automatica.

e) segnalazioni ad alta frequenza.

f) televisione e trasmissione delle immagini.

v) varie.

39. - Trasformatori.

a) questioni generali.

b) calcolo costruttivo e dei parametri.

c) collegamenti e dispositivi di regolazione.

d) trasformatori speciali.

v) varie.

40. - Trasmissione e distribuzione.

a) questioni generali.

b) grandi linee.

c) reti di distribuzione.

d) sovracorrenti e sovratensioni.

41. - Trazione e propulsione.

a) questioni generali.

b) impianti di produzione e conversione di energia.

Cronaca tecnica

42. - Varie.

Note di Redazione

Articoli e Comunicazioni

Lettere alla Redazione

Notizie e informazioni

Libri e Pubblicazioni

Sunti e Sommari

Cronaca tecnica

Sezioni e Commissioni

Vol. XXII (XXXIX degli Atti) 10 Gennaio 1935 - Anno XIII N. 1

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA
POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, Direttore della Rivista - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI
REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ, Redattore Capo - F. NERI - G. SILVA, Redattori - M. BOELLA - P. LOMBARDI, Collaboratori ordinari -
AMMINISTRAZIONE: Ufficio Centrale dell'A.E.I.: Via S. Paolo, 10 - Milano (2/2) - Telefoni N. 13-713 - 82-086 - C/C Postale 3/1189 - Milano

È gradita la collaborazione dei lettori - Gli articoli di interesse generale accettati dalla Redazione sono compensati
Gli scritti dei singoli Autori non impegnano la Redazione e quelli della Redazione non impegnano l'A. E. I.
I Manoscritti non si restituiscono

SOMMARIO

Novità.

Abbiamo detto diffusamente, nell'ultimo numero del 1934, delle novità nell'aspetto e nella periodicità de *L'Elettrotecnica* che avranno certamente sorpreso più di un lettore. Ci limitiamo pertanto a ricordare che la riduzione da tre a due fascicoli mensili ha consentito e consentirà un progressivo miglioramento formale della rivista, senza sacrificio della sostanza, al cui perfezionamento furono costantemente tesi tutti gli sforzi della redazione. Il numero delle pagine dei 24 fascicoli del 1935 non sarà certo inferiore a quello dei 36 numeri degli scorsi anni; nè minore sarà la densità media della pubblicazione. Chè se l'invocazione da noi altra volta espressa (1) per una maggior concisione e sobrietà di stile da parte dei singoli autori desse a poco a poco i frutti desiderati, si potrebbero migliorare ulteriormente forma ed aspetto senza scapito per la sostanza. Non ci nascondiamo che, in tale senso, il miglioramento non può essere che assai lento, dovendosi andare contro abitudini e mentalità inveterate. Ma siamo profondamente convinti che se gli autori che scrivono per *L'Elettrotecnica*, come del resto per le altre riviste tecniche, giunti alla fine del loro lavoro avessero la forza d'animo di rivedere il loro scritto col preciso intento di cancellare tutte le parole, tutti gli incisi e, qualche volta i periodi, non indispensabili per la chiarezza e l'efficacia della loro esposizione, si potrebbero risparmiare senza danno, non poche pagine all'anno e si potrebbe forse forse anche ritornar a quei « corpi » più grandi usati in antico, con tutto vantaggio della leggibilità della rivista.

Centoquindici individuali e diciotto collettivi...

sono i soci che già oggi hanno voluto iscriversi nella nuova categoria dei sostenitori per il 1935. (Vedi nell'ultima pagina l'Albo d'Oro). Il successo della iniziativa presa nell'ultima riunione annuale non poteva essere più brillante ed è motivo di grande conforto per la Presidenza Generale.

Il significato ed il valore di così numerose adesioni, pervenute da ogni parte d'Italia ed accompagnate spesso da parole di calda simpatia per l'A. E. I., acquistano ai nostri occhi un'importanza ancora superiore a quella, tutt'altro che trascurabile, dell'aiuto materiale portato all'attività dell'associazione. E la Presidenza Generale esprime ancora una volta, per mezzo nostro, la sua gratitudine a tutti i colleghi ed a tutti gli Enti che con tanta spontaneità vollero rispondere al suo appello, e mentre assicura che i fondi raccolti saranno impiegati col maggior scrupolo e colla più rigida economia, si ripromette di adoperarsi con tutte le forze per portare sempre più in alto la nostra Associazione, nella sua opera culturale e tecnica, perseguita ormai da quasi quaranta anni.

L'aumento di capacità dei mezzi di trasporto.

L'articolo dell'Ing. Hug, che pubblichiamo in questo fascicolo, richiama l'attenzione su uno dei più importanti elementi che possono entrare in considerazione nell'attuale tendenza generale a modernizzare, accelerare e rendere contemporaneamente più economici i trasporti su rotaie. Con l'alleggerimento del materiale si riduce infatti il peso inutile da trasportarsi per ogni passeggiero o per ogni tonnellata di merci.

È evidente che la spinta maggiore a questa adozione di materiale mobile leggero è venuta dalla concorrenza automobilistica come influenza economica, e, dal punto di vista tecnico, dell'esem pio delle costruzioni di carrozzerie per automobili. D'altra part l'adozione di sempre più adatti materiali leggieri spinge al mas simo l'utilizzazione delle sezioni resistenti e con il più largo us della saldatura e con l'adozione della struttura tubolare per le vet ture, permette di conseguire risultati che fino a qualche anno f sarebbero sembrati irraggiungibili, e sui quali, a buona ragione l'A si estende nella sua memoria.

Occorre però notare che non sempre l'alleggerimento potrà essere spinto al massimo compatibile con le caratteristiche dei materiali impiegati, perchè, almeno fino ad oggi, non si sono ancora introdotti nelle aziende ferroviarie e tramviarie i criteri di rapido ammortamento adottati dagli esercenti servizi automobilistici, e d'altra parte non può escludersi il pericolo che materiale mobile troppo leggiero possa e debba richiedere, dopo breve periodo di esercizio, maggiori spese per manutenzione e sostituzioni di quello più pesante.

Inoltre man mano che le velocità si accrescono (ed è evidente che uno degli scopi da raggiungere con l'adozione dei veicoli leggieri è di aumentare la velocità e quindi il numero dei treni), l'importanza relativa del peso del veicolo diminuisce. Infatti a velocità

(1) Vedi *L'Elettrotecnica* del 15 ottobre 1934, pag. 665.

superiori ai 100 km all'ora prende sempre maggiore importanza la resistenza dell'aria, che, anche per veicoli aerodinamici, rappresenta la maggiore quota della resistenza complessiva al moto.

Come in tutti i problemi tecnici quindi, si dovrà anche in questo campo arrivare ad un compromesso, sacrificando un poco la leggerezza di costruzione pur di assicurare una durata più lunga ed una minore manutenzione dei veicoli, mentre prenderanno sempre maggior estensione le costruzioni di tipi aerodinamici.

L'introduzione di veicoli leggieri e di treni di automotrici articolate per accelerare di molto i percorsi su rotaie è però ostacolata, in generale, dalle caratteristiche dei tracciati delle linee che raramente si prestano a velocità molto elevate, e dalla necessità di inserire sugli stessi binari percorsi dai treni rapidissimi anche treni più lenti. È indubbio che esigenze economiche e di concorrenza e la necessità di migliorare i servizi, inducono attualmente a sostituire piccole unità rapide ai treni pesanti e lenti di ogni tipo. E se le ferrovie si dovessero costruire di nuovo al giorno d'oggi non si potrebbe basarne la costruzione che su questi criteri. Ma gli impianti, il materiale mobile e le condizioni fisiche dei tracciati esistenti attualmente oltre che le relazioni internazionali per lo scambio dei materiali rotabili, impongono limitazioni sostanziali allo sviluppo delle tendenze moderne. La trazione elettrica dà però mezzo di usufruire, senza difficoltà e con la massima economia, di tutte le caratteristiche dei nuovi veicoli leggieri e rapidi, come del resto l'Ing. Hug mostra nel suo articolo.

In contrapposto all'economia assicurata dalla riduzione del peso, il maggiore assorbimento di energia interviene ad ostacolare l'adozione estensiva delle forti velocità. In ogni singolo caso perciò, prima di arrivare ad una conclusione, bisogna considerare non soltanto la riduzione del peso dei veicoli, ma anche tutti gli altri elementi che qui si sono sommariamente accennati. Una conclusione generale è dunque, allo stato presente della tecnica e della pratica dell'esercizio, prematura; ciò che ha dato buoni risultati in un caso, può condurre in un altro a soluzioni non accettabili.

Perdite addizionali nei trasformatori.

Il problema della valutazione delle perdite addizionali nei trasformatori non è nuovo, ma solo in questi ultimi tempi ha assunto una particolare importanza, giustificata dalla crescente diffusione dei trasformatori a rapporto variabile, nei quali appunto quelle perdite si manifestano in misura percentuale ragguardevole.

Non sarà probabilmente facile giungere ad un inquadramento sintetico della questione, il quale consenta ai costruttori la precalcolazione delle perdite supplementari in tutti i casi che possono loro presentarsi, attesa la difficoltà che per ovvie ragioni si incontra nel portare razionalmente in conto alcuni dei fattori che su quelle perdite influiscono; onde di particolare interesse non possono non riuscire oggi tutti i contributi sperimentali sull'argomento — un esempio dei quali è quello dovuto al collega CHIODI — che consentano di saggiare alla prova dei fatti il valore delle ricerche teoriche compiute e la possibilità di estrapolazione dei risultati concreti ottenuti in determinate condizioni sperimentali.

Ancora sul galvanometro balistico.

Le successive diramazioni dei vari rami della tecnica sono così numerose che i problemi di dettaglio ad esse relativi sono pressochè inesauribili, ed intorno a qualsiasi argomento un po' specializzato c'è sempre qualche cosa di nuovo da dire. Così per gli antichissimi metodi per la misura delle capacità mediante il galvanometro balistico, la cui teoria fondamentale risale all'infanzia delle misure di laboratorio, l'Ing. LUCCHI, proseguendo negli studi di cui già il nostro giornale ebbe ad occuparsi, precisa ora in forma pratica la dipendenza dei risultati dal grado di ammortamento e dal periodo proprio di oscillazione del galvanometro che, nella teoria classica, si ammettevano rispettivamente nullo ed infinitamente grande rispetto alla durata della scarica. Per quanto tale metodo non sia più oggi molto usato, le formule ed i grafici del Lucchi, potranno dare una notevole maggior tranquillità a chi al metodo in parola debba ancora ricorrere.

LA REDAZIONE.

L'AUMENTO DI CAPACITÀ DEI MEZZI DI TRASPORTO

A. M. HUG

Comunicazione fatta all'Adunata del 12 Maggio 1934-XII della Sezione di Bologna dell'A. E. I. e dell'Unione Emiliana Fascista delle Imprese di Comunicazioni Interne

Principii generali sulla possibilità di aumento della capacità dei mezzi di trasporto, generalmente con la diminuzione del peso morto dei veicoli, per un migliore rendimento ed un esercizio più rimunerativo. — Esempi di aumento della capacità del materiale mobile mezzi di trasporto, generalmente con la diminuzione del peso morto di ferrovie e tramvie. La questione dell'aderenza e delle buone qualità di marcia del materiale leggero. — Aumento di capacità per le ferrovie di montagna e le funivie, infine del materiale per trasporti stradali.

L'aumento della capacità dei mezzi di trasporto è uno dei problemi più importanti che attualmente interessino tutte le imprese di trasporto, qualunque ne sia il tipo. Non si tratta soltanto di aumentare puramente e semplicemente la capacità, cosa che può sempre essere fatta con un ampliamento delle installazioni esistenti (quantunque in generale ciò porti a grandi spese), ma di ricercare tutti i mezzi che possono contribuire al raggiungimento dello scopo prefisso.

Si potrà ed esempio, aumentare il numero dei binari di una linea, aumentare il numero delle vetture dei treni (cosa che può portare ad un aumento della potenza delle locomotive!), aumentare anche di conseguenza gli impianti delle stazioni, elettrificare la linea, ecc., e ciò per parlare soltanto del caso delle Ferrovie.

E' dunque sempre possibile e relativamente semplice aumentare la capacità di un mezzo di trasporto se si hanno a disposizione i capitali necessari. L'interessante, invece, consiste da un lato nell'*aumentare la capacità migliorando il servizio,* senza, per questo gravare sensibilmente con ulteriori esposizioni di capitale per nuove installazioni (spesso è già abbastanza difficile ricavare un utile dall'installazione esistente) e, d'altro lato *diminuendo,* sopratutto, le spese d'esercizio.

Uno dei principali mezzi che permettono un aumento di capacità diminuendo le spese d'esercizio e migliorando nello stesso tempo le comunicazioni, consiste principalmente *nell'alleggerimento* del materiale, aumentando inoltre, almeno in molti casi, il numero delle corse e semplificando il servizio.

Sono perciò condotto, in questa conferenza, a parlare in special modo dell'alleggerimento del materiale, e cioè della diminuzione assoluta del peso morto, sopratutto nel rapporto al peso utile trasportabile.

Per ogni impresa di trasporto, il costo della tonnellata al kilometro, può servire, fino ad un certo punto, di base al calcolo delle spese di esercizio. Questo costo può evidentemente variare entro certi limiti da uno all'altro esercizio e secondo il sistema di trazione impiegato, ma rappresenterà sempre una cifra ben determinata, poichè il trasporto di un peso pari ad una tonnellata si di un percorso di un kilometro, ed a più forte ragione quando vi sia da vincere un dislivello, esige uno sforzo che può essere calcolato matematicamente e per il quale viene richiesto un determinato lavoro. Ad illustrare quanto detto, prendiamo qualche esempio di carattere generale.

Una locomotiva per linee ferroviarie normali, di tipo determinato, può, ad esempio, rimorchiare in piano un treno di 600 tonnellate, composto di 15 carrozze da 40 tonn.: se le carrozze, in luogo di pesare 40 tonn., non ne pesassero che 30, questa locomotiva potrà rimorchiare nelle stesse condizioni 20 carrozze in luogo di 15, ciò che rappresenta un aumento di capacità di un terzo. Se queste carrozze alleggerite in luogo di essere del tipo normale fossero, ad esempio, di forma aerodinamica, il loro numero a parità di peso di 30 tonn. potrà essere, secondo la velocità, nuovamente aumentato, oppure essere diminuita la potenza della locomotiva di altrettanto (1).

Le esperienze eseguite in galleria aerodinamica sia in Europa che in America, dimostrano effettivamente che l'economia di potenza aumenta notevolmente con la velocità, ad esempio: del 17 % alla

(1) « Exemple d'augmentation de la capacité d'un chemin de fer de banlieue ». (Ferrovia Roma-Ostia), *Bulletin de l'Association Internationale du Congrès des Chemins de fer,* Bruxelles, ottobre 1934.

velocità di 32 km/ora, del 37 % ad 80 km/ora e del 43 % (cioè presso che la metà) a 145 km/ora. La conseguenza è una forte diminuzione di costo di esercizio (vedi fig. 1).

E' ovvio, e ciò vale in generale per tutti i trasporti, che quando si tratta di impegnare un certo capitale per migliorare le condizioni

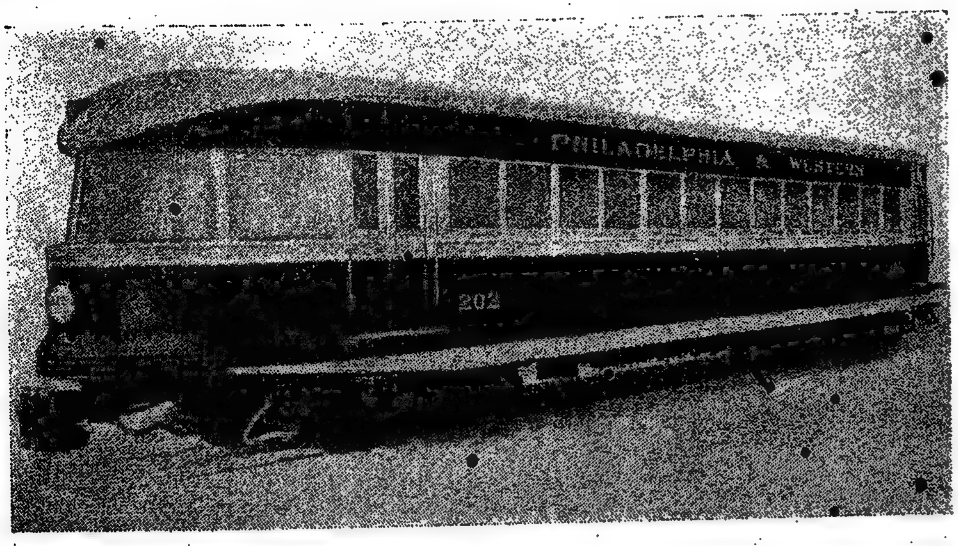


Fig. 1. — Automotrice elettrica leggera americana (terza rotaia).

del traffico, è di capitale importanza vedere in primo luogo quali verranno ad essere le *economie di esercizio* realizzabili, con le condizioni previste di esercizio, sia computate per km/treno, sia per anno.

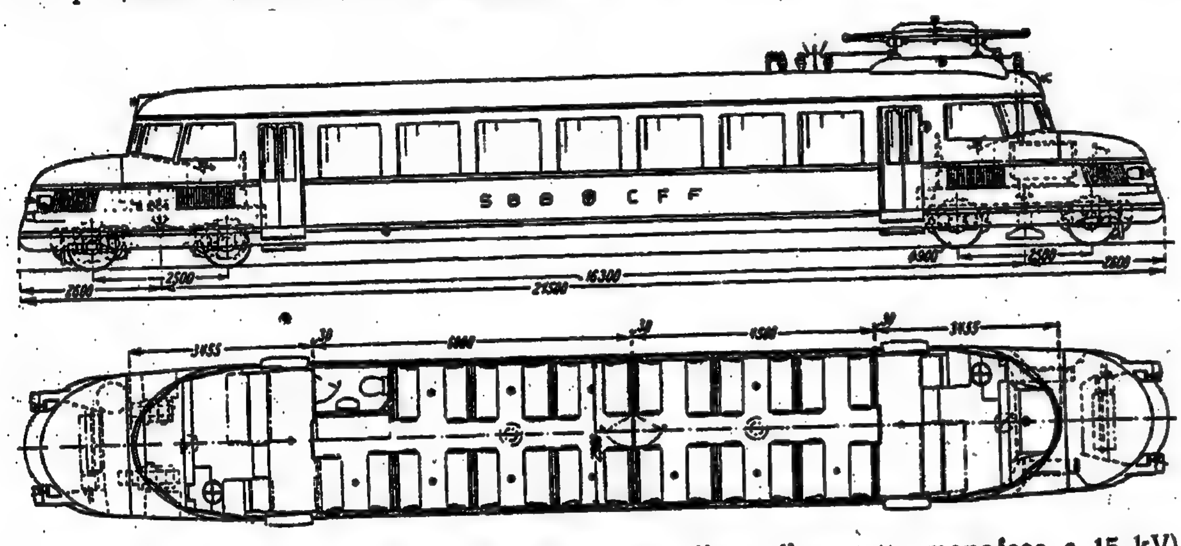


Fig. 2. — Automotrice elettrica leggera svizzera (linea di contatto monofase a 15 kV).

E' da questo fattore di certo che dipende principalmente la questione dell'impiego di un nuovo capitale e ciò oggi forse più che in altri tempi.

Passiamo ora ad un altro caso che interessa, e del resto in modo abbastanza generale, le ferrovie secondarie. Prendiamo, ad esempio, il caso di una ferrovia elettrica a scartamento normale (lo scartamento ha poca importanza) che debba servire una linea di 100 km con automotrici (almeno per il servizio viaggiatori) e che debba fare 10 treni al giorno per ciascun senso. Il numero dei km-treno da effettuarsi per l'esercizio durante un anno, sarà di 200 × × 10 × 365 = 730.000 km-treno.

Considerato il peso dei treni, prendiamo 3 alternative:

a) Un'automotrice elettrica (40 tonn) più due rimorchi (2 × 25 tonn) = peso del treno a vuoto 90 tonn.

b) Un'automotrice elettrica di costruzione leggera come attualmente si costruiscono (25 tonn) più due rimorchi (2 × 15 tonn) = 55 tonn.

Per questi due casi il numero dei viaggiatori trasportabili sarebbe eguale, e cioè dell'ordine da 120 a 150 posti a sedere, secondo la disposizione adottata.

c) Un'automotrice elettrica ultra-leggera che faccia servizio da sola e quindi non munita dei normali accoppiamenti delle ferrovie, capace di 50 posti a sedere (15 tonn) = 15 tonnellate (vedi per esempio la fig. 2).

Si vede quindi che il peso del treno è passato nei primi due casi, a parità di capacità, da 90 a 55 tonn. ossia è diminuito del 40 % e nel terzo caso non è più che 1/6 del primo e poco più di un quarto del secondo, per una capacità diminuita di circa 3/5; bisognerà quindi in quest'ultimo caso, per avere un'eguale capacità, fare un numero di treni di due volte e mezzo e cioè 25 treni per giorno e per ciascun senso, in luogo di 10; questi treni leggerissimi possono senz'altro circolare sulla stessa linea con una velocità notevolmente più grande.

Il tipo di esercizio da scegliersi dipende naturalmente in gran parte dalle condizioni del traffico. Calcoliamo ora sulla base del numero aumentato di km-treno (prima indicati in 730.000) il tonnellaggio kilometrico annuale, questo sarà pertanto nei tre casi:

per *a*)	730.000 × 90 =	66.000.000 tonn-km circa
» *b*)	730.000 × 55 =	40.000.000 » » »
» *c*)	730.000 × 15 × 2,5 =	27.000.000 » » »

Se noi ammettiamo, prendendo una cifra rotonda, che non sia troppo distante dalla media di costo della tonnellata kilometrica e che in tutti i casi sia tenuta nei limiti minimi, un prezzo di 1 centesimo soltanto, le spese puramente meccaniche della trazione, risultanti dall'esercizio fatto secondo i tre casi presi in esame, saranno annualmente nel caso *a*) 6,6, nel caso *b*) di 4 ed infine nel caso *c*) di 2,7 centomila lire.

Si vede dunque come passando dal caso *a*) al caso *b*) si potrebbe realizzare annualmente per una linea del tipo preso in esame, un'economia di spese di trazione di 260.000 e passando dal caso *a*) al caso *c*) un'economia di circa 400.000 pure migliorando notevolmente il servizio di trasporto, dato che il numero di treni verrebbe poco più che raddoppiato. E' evidente che l'esattezza di queste cifre non è assoluta e che il costo reale dipenderà sempre dalle condizioni di esercizio e dai diversi fattori che lo influenzano, ma la giustezza di principio di quanto sopra detto è di per sè inattaccabile.

Si vede che se, a seguito del progresso realizzato, si può passare dall'esercizio *a*) a quello *c*), teoricamente l'economia annuale realizzata sarà dell'ordine di un mezzo milione di lire per una linea di 100 km. A queste economie si aggiungono, naturalmente, quelle dovute alla minore spesa di manutenzione della linea. Infatti, passando dal primo al secondo caso sopradetto, il carico totale massimo per asse (a treno carico) passerà da 11 tonn circa a $7^1/_2$ e nel terzo soltanto a 5, ed il peso per metro corrente del materiale diminuirà nella stessa proporzione.

L'esperienza fatta in diversi casi dimostra che ogni forte diminuzione del carico per asse, diminuisce sensibilmente il consumo e la manutenzione dei binari. Non sembra dunque esagerato ammettere, anche concedendo largo campo all'imprevisto, che per una ferrovia che lavori nelle condizioni suddette, sia possibile realizzare a seguito di un forte alleggerimento del materiale, una economia di centinaia di migliaia di lire annue, dovuta alla diminuzione

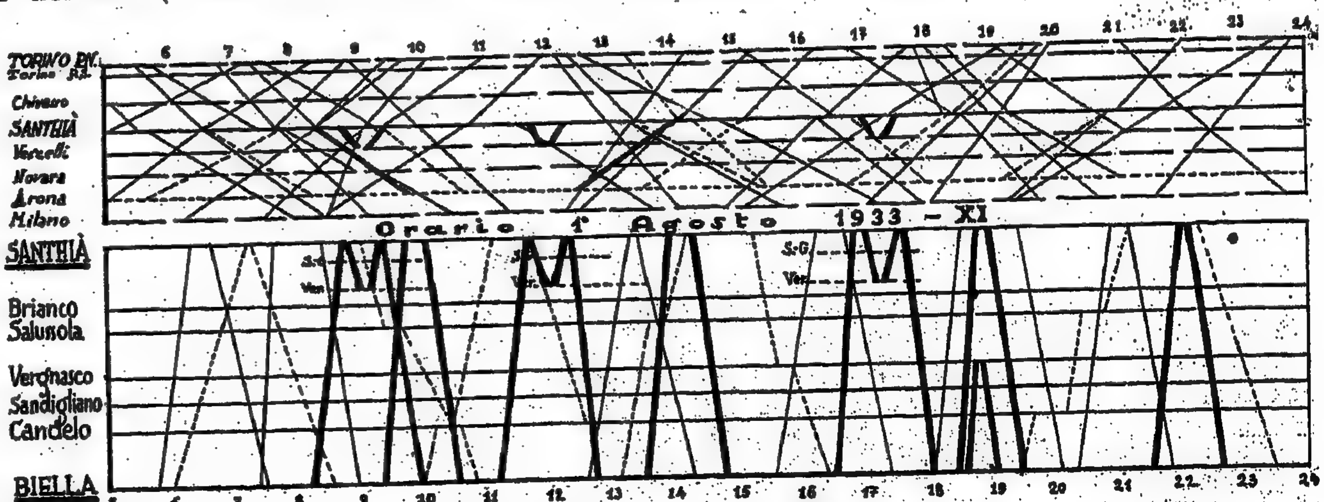


Fig. 3. — Orario grafico dell'anno 1933-XI della Ferrovia Biella-Santhià S. F. B. con linee adiacenti delle F. S., dimostrando il miglioramento di densità e velocità dei treni, con l'impiego delle Littorine.

delle spese di trazione e di quelle di manutenzione del materiale e dei binari, e questo, lo ripeto, sempre migliorando le condizioni di servizio e sopratutto il numero e la capacità dei treni. La fig. 3 è in questo senso, caratteristica (⁸).

(⁸) Treni leggeri sulla Strada Ferrata di Biella - Ing. M. Pellegrini, Torino. - *L'Allègement dans les Transports*. Lucerna, n. 11-12, 1933, pag. 130-133.

E' ovvio, d'altra parte, che con del materiale molto più leggero si potranno realizzare *delle maggiori velocità con minore costo* e sopratutto si otterranno delle accelerazioni maggiori. E' inutile dire che nel caso della ferrovia elettrica innanzi esaminato, risulterebbe da questo fatto una ulteriore diminuzione nella spesa per consumo di energia, cosa di cui non abbiamo tenuto conto; come pure è evidente che si dovrebbe considerare anche il numero di km-treno e quello dei km-asse compiuti in un anno.

Le economie realizzate per mezzo dell'alleggerimento saranno tanto più sensibili quanto più il profilo della linea è accidentato e specialmente quanto maggiori sono le salite, ma è facile calcolare che anche in terreno piano l'alleggerimento presenta un interesse abbastanza grande per giustificarsi.

Il caso delle tranvie e delle ferrovie di montagna è analogo ed è facile calcolare, con lo stesso procedimento, degli esempi pratici; nel caso delle tranvie si tratterà di aumentare per quanto possibile l'accelerazione e nel caso delle ferrovie di montagna di diminuire al massimo il peso morto in rapporto al peso utile trasportabile. Fra i casi attualmente più interessanti al riguardo dell'aumento di capacità di una rete tranviaria si può citare quello della Azienda Tranviaria Municipale di Milano ATM, che negli anni 1926-1929 ha sostituito le vecchie vetture a due assi con rimorchio (che ancora circolano su qualche linea secondaria), con le nuove carrozze a carrelli ben conosciute, del tipo Peter-Witt a grande capacità e, più recentemente le nuove vetture motrici dell'Azienda di Bologna e altre città.

Il caso più tipico di ferrovie di montagna è quello delle teleferiche per passeggeri, delle quali, visto il loro interesse, parleremo più dettagliatamente in seguito.

Ora desidero citare un sistema di trasporto combinato che mi è parso molto interessante dal punto di vista del maggiore rendimento possibile nelle capacità di una linea. Si tratta di una ferrovia sospesa che è stata costruita sotto forma di un tronco in esperimento vicino a Glasgow, in Scozia, nel 1928. Questo sistema, denominato « the George Bennie Railplane » dal nome del suo inventore G. Bennie, è costituito da una struttura di acciaio che porta nella sua parte superiore, due linee a monorotaia sulle quali scorrono sospesi, al di sopra della rotaia ferroviaria, dei veicoli leggerissimi mossi da due eliche (anteriore e posteriore) poste in rotazione a mezzo della corrente elettrica che viene captata lungo la linea (fig. 4).

La struttura di sospensione di queste linee è fatta in modo da poter essere montata al di sopra di una linea ferroviaria a doppio binario, e permette inoltre, se si ricopre di lamiere la parte superiore della struttura, di costituire in tal modo un'autostrada. Così su di una sola striscia di terreno, larga da 10 a 12 metri circa, si avrà: in basso, il grande traffico ferroviario (viaggiatori per grandi distanze e merci), al di sopra i veicoli leggeri per il trasporto di passeggeri a grandissima velocità fra grandi centri non troppo lontani (velocità da 150 a 250 km/ora) ed infine, in cima, quando si voglia, l'autostrada.

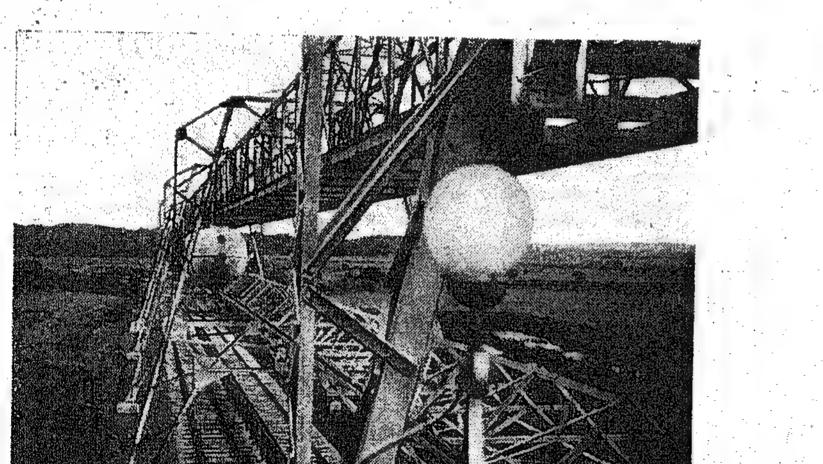


Fig. 4. — Tronco di esperimento della ferrovia sospesa sistema « Railplane » in Scozia, a grandissima velocità.

Questo sistema non ha avuto ancora sviluppo, sopratutto perchè, mi sembra, vi sono un certo numero di elementi più o meno nuovi che non hanno ancora avuto delle applicazioni importanti. D'altra parte, il costo di costruzione di una tale struttura in acciaio spaventa a prima vista. Di questo sistema mi sembra ad ogni modo degno di considerazione il fatto che, comparandolo a la costruzione di una linea nuova (ad esempio al raddoppio di una linea a doppio binario) se si tiene conto del costo del terreno, comprendendo l'espropriazione dell'infra- e della superstruttura della linea, delle installazioni di linea, segnalazioni, ecc., ed infine del costo del materiale mobile delle ferrovie principali, appare, con il calcolo, che il sistema Bennie costo meno. Certo è, come nella maggior parte delle cose, che non si possono stabilire delle regole generali, ma che bisogna scegliere quei casi in cui la realizzazione dia affidamento di offrire il voluto carattere d'interesse, come ad esempio, l'allacciamento di due grandi centri (città di almeno 500.000 abitanti a distanza di non oltre 50 a 100 km).

E' chiaro che per i *veicoli trattori*, sia che si tratti di locomotive che di automotrici, occorre, secondo lo sforzo di trazione da sviluppare, la velocità, le condizioni della linea, le condizioni climatiche ed il carico da rimorchiare, un peso aderente più o meno grande. Spesso si obietta la questione del peso aderente quando si parla di alleggerimento di veicoli-motori; la necessità di un certo peso aderente è evidente, ma non è meno vero anche che, con i progressi realizzati nella costruzione del materiale, le cifre che venivano ammesse come un minimo qualche anno fa, hanno potuto essere diminuite di molto.

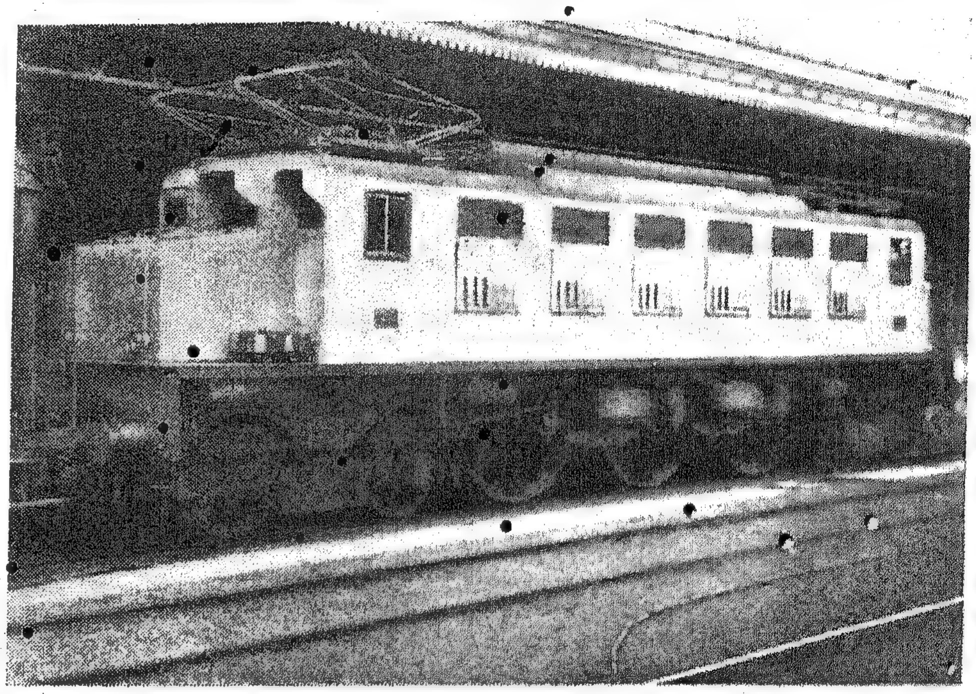


Fig. 5. — Locomotore Gr. E 326 con treno nella stazione di Bologna (Direttissima Bologna-Firenze).

Per la trazione pesante si ammette ancora frequentemente un coefficiente di 1/7, mentre che nella trazione elettrica si può ammettere, come perfettamente sufficiente e praticamente dimostrato dall'esercizio, un coefficiente di aderenza di 1/3.5, cioè soltanto della metà, questo specialmente nel caso di comando individuale degli assi. I locomotori Gr. E 326 e E 428 della direttissima Bologna-Firenze costituscono un caso caratteristico (vedi fig. 5). Certo è che il coefficiente di aderenza è quanto mai elastico e variabile. L'autore ha avuto occasione, nel corso della sua pratica, di tentare la determinazione in esercizio dei valori minimi e massimi di questo coefficiente, ma non vi è riuscito, avendo ottenuto dei valori limiti esagerati sia verso il massimo che verso il minimo, dimodochè non è stato possibile stabilire un valore medio sicuro. Sarà quindi opportuno, in molti casi almeno, cercare di applicare dei mezzi, del resto semplici ed economici, i quali permettano di migliorare le condizioni di aderenza, sia con la pulitura delle rotaie, sia nei casi più generale, con uso di insabbiatori, sia per mezzo del raschiamento delle rotaie ottenuto con apparecchi funzionanti temporaneamente. Lo stesso scopo vien raggiunto anche ricorrendo a sistemi che permettono di aumentare artificialmente e temporaneamente il peso aderente, per esempio, per attrazione elettromagnetica del veicolo leggero contro le rotaie. E' possibile con questo ultimo mezzo, molto semplice nel caso di ferrovie elettriche, aumentare momentaneamente ed artificialmente il peso aderente fino al 15 %.

La questione della conoscenza di quale sarà, in un determinato caso prevedibile, il peso aderente minimo richiesto, necessario e sufficiente, dovrà essere studiata con la massima cura onde ottenere la migliore possibile economia nell'esercizio.

Un'altra obiezione che si fa all'alleggerimento del materiale, tanto che si tratti di automotrici che di vetture rimorchiate (treni, tranvie, ecc.) è quella che perchè le carrozze presentino delle buone condizioni di marcia (minimo di scosse, di rullio e di oscillazioni) debbono avere un certo peso. La mia esperienza mi fa credere che questa obiezione non abbia ragione di essere altro che in proporzioni molto relative. Se è noto che in generale il materiale pesante presenta delle buone condizioni di marcia precisamente per il proprio peso, non è meno vero che è possibile di ottenere egualmente con del mate-

riale leggero, delle condizioni di marcia del tutto soddisfacenti. Ciò dipende, in primissimo luogo, dal tipo di sospensione adottato per gli assi e per i carrelli e costituisce una specializzazione che alcune Ditte studiano da molti anni. Un esempio caratteristico è quello delle nuove carrozze della serie 1001 delle Ferrovie Nord-Milano (3), mostrato nella fig. 6. Anche quando si voglia ammettere che il materiale mobile pesante marci meglio, cosa che, lo ripeto, non deve intendersi da un punto di vista assoluto, non è meno vero che, data la necessità che l'alleggerimento ha assunto per le condizioni generali di economia, sia bene tenerne conto.

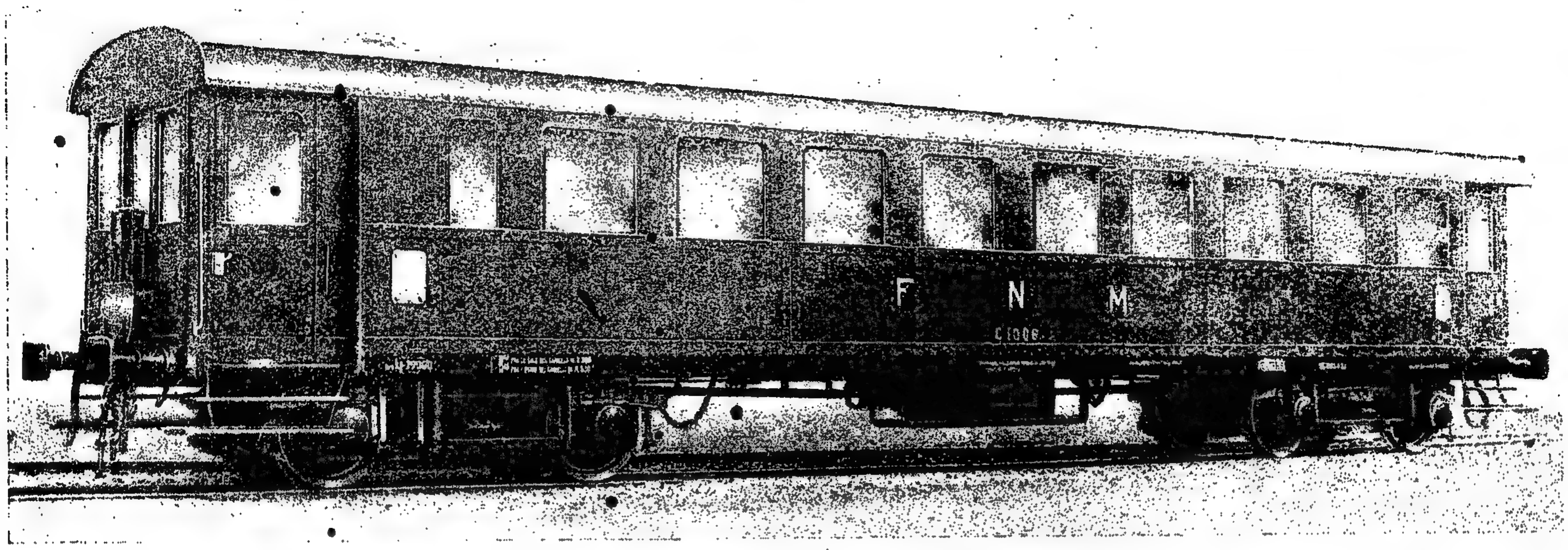


Fig. 6. — Carrozza di 3a Classe del nuovo tipo delle Ferrovie Nord Milano (F.N.M.) con carrelli del recentissimo tipo Brill e boccole Isothermos. Tara della carrozza: 29 tonnellate.

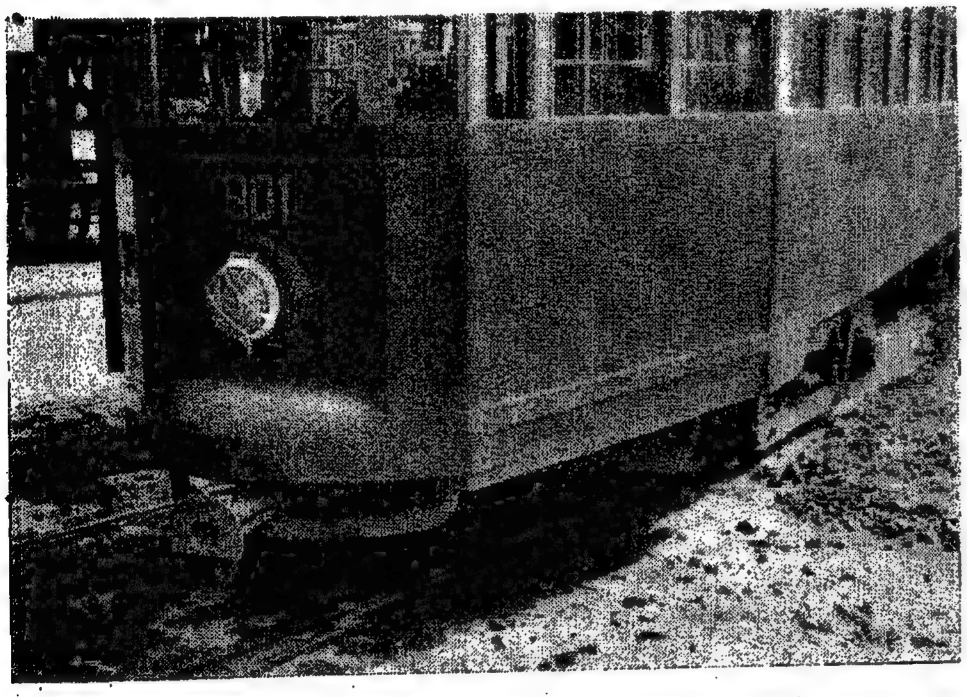


Fig. 7. — Carrozza motrice n. 901 dell'Azienda Tramviaria di Napoli (Ente Autonomo Volturno), costruita in duralluminio ed in esercizio normale da quattro anni con ottimo successo. Diminuzione della tara: 3 tonn. o 20 %.

Diremo ancora qualche parola sulle *masse non molleggiate*, le quali non avendo un diretto rapporto con l'aumento della capacità, permettono, tuttavia, una diminuzione considerevole delle spese di trazione e di manutenzione delle linee, ciò che porta, in conclusione, ad un aumento della capacità a parità di spesa complessiva. Una diminuzione del peso non molleggiato, sia nel caso delle ferrovie che in quello dei trasporti stradali, comporta una diminuzione, non solo delle spese di manutenzione del materiale mobile dovuta alla diminuzione della forza viva delle masse, ma anche una diminuzione notevole delle spese di manutenzione dei binari e della strada. Anche di questo fattore, che molto difficilmente può essere tradotto in cifra, bisogna tener conto. Per diminuire il peso non molleggiato, bisogna innanzi tutto diminuire il peso degli assi e delle loro boccole, e specialmente dei centri ruota, cosa che può essere ottenuta con vari sistemi. La fig. 7 mostra una fotografia recente della carrozza leggerissima a grande capacità N. 901 delle Tranvie di Napoli (Ente Autonomo Volturno), che ha non solo la cassa completamente in leghe d'alluminio, ma anche i centri ruote fusi in lega leggera, ed il tampone con perno in duralluminio fucinato. Questa automotrice si è comportata benissimo durante questi quattro anni d'esercizio.

In materia di alleggerimento in generale, fattore questo che, come detto, è di grande importanza per la risoluzione del problema dell'aumento della capacità, è in particolar modo interessante fare menzione dei progressi realizzati negli Stati Uniti d'America. E' in questo Paese che sino a pochi anni or sono meno era considerata la questione del peso morto e dove attualmente, in seguito alle esigenze economiche sopravvenute, si fanno i più larghi tentativi per l'alleggerimento del materiale. Il caso forse più interessante e più tipico da segnalare è quello delle nuove vetture di lusso per grandi linee ferroviarie costruite dalla Compagnia Pullman Americana (vedi fig. 8): il loro peso è stato ridotto alla metà rispetto a quello delle carrozze analoghe di tipo precedente in acciaio, e questo per merito dell'applicazione dei metalli leggeri (4). Ed è tanto più notevole il fatto che tale prova di alleggerimento spinto fino a questo punto, sia stata realizzata per le grandi linee e non dalla Compagnia Ferroviaria che ha l'esercizio della rete e che ha il maggior interesse all'alleggerimento del materiale, ma da una Compagnia che dà il proprio materiale perchè venga rimorchiato dai treni della rete, pagando una somma in generale fissata globalmente o per carrozza-chilometro. Questo prova sempre più l'enorme interesse che presenta l'alleggerimento dal punto di vista stesso della manutenzione del materiale mobile.

Prima di passare oltre, aggiungerò ancora qualche parola sui principii che reggono l'alleggerimento del materiale in rapporto all'aumento della capacità.

Tali principii vengono espressi da quattro direttive principali che risultano essere idonee al raggiungimento di tale scopo:



Fig. 8. — Carrozza di lusso costruita in duralluminio della Compagnia Pullman in America.

1°) Una costruzione più razionale, che qualche volta può anche differire notevolmente da quanto si è fatto fino ad ora, tendente

(3) «Le nuove carrozze di terza classe sulle linee Nord-Milano», rivista mensile *Nord Milano*, settembre 1933-XI, pagg. 261-263.

(4) Vedi la rivista già menzionata: *L'Allégement dans les Transports*, Lucerna, n. 1-2, 1934, pagg. 17-18, secondo *Railway Mechanical Engineer*, Philadelphia, fascicolo di giugno, 1933, pagg. 185-191 e 211 e *Railway Age*, Philadelphia e New York, 10 giugno 1933, pagg. 823-826.

ad una migliore utilizzazione del materiale da costruzione e dello spazio.

2°) L'applicazione di metalli e leghe leggeri in luogo dei materiali sino ad ora usati e in special modo del legno.

3°) L'uso di acciai speciali laminati o fusi, ad alta resistenza, ove il loro impiego sia più indicato di quello delle leghe leggere.

4°) La saldatura (autogena od ad arco) usata in luogo della chiodatura pressochè esclusivamente adoperata fino agli ultimi anni.

Con l'applicazione di questi quattro principii sarà possibile fare fronte a tutti problemi che si presentino in tema di alleggerimento.

Passiamo ora alle teleferiche per passeggeri, le quali, pure rappresentando un caso, se si vuole, relativamente particolare (il numero delle funivie non essendo elevato in rapporto a quello delle aziende generali di trasporto) non sono però meno interessanti dal punto di vista delle possibilità di realizzazione pratica di alleggerimento che esse ci mostrano.

E' evidente che per le teleferiche, e cioè per delle installazioni di trasporto nelle quali i veicoli sono sospesi in aria ad un cavo, una diminuzione del peso morto in confronto alla capacità disponibile per il peso utile da trasportare, interessi maggiormente che per il materiale mobile che marcia sulla terra ferma. Il caso delle funivie si avvicina, in certo modo, a quello dei veicoli per trasporti aerei.

Per le teleferiche adibite al trasporto passeggeri, è molto importante avere la massima capacità possibile, perchè, specialmente per trasporto di viaggiatori in montagna (per sports, escursioni, ecc., potrà sempre avvenire, in determinati giorni o quanto meno in determinate ore, di dovere trasportare il massimo numero possibile di persone in un minimo di tempo. E' evidente che se a parità di capacità, quale viene richiesta dalle esigenze del servizio, si può diminuire il peso proprio dei veicoli, ciò permetterà di diminuire considerevolmente le spese di primo impianto della linea, delle funi, piloni, macchinario, ecc. Inversamente, per un determinato impianto, o per un impianto già esistente, è possibile, con l'applicazione delle leghe leggere, aumentare considerevolmente la capacità dei veicoli.

Fra le funivie esistenti è abbastanza considerevole il numero di quelle in cui è stato fatto un uso più o meno largo di leghe leggere allo scopo di diminuirne il peso morto e se ne possono citare diverse, specialmente in Francia, in Germania, in Austria ed in Italia.

Ci limiteremo ad illustrare con qualche proiezione quattro casi fra i più caratteristici:

1°) La funivia di Planpraz, al Monte Brévent (Chamonix - Francia), sezione superiore della linea più antica Chamonix-Planpraz.

In questo caso si tratta di una linea testa in montagna fra una sommità e l'altra, senza piloni intermedi e prevista perciò a cavi portanti e traenti abbinati. Le cabine aperte sono state dimensionate fino dal principio per 12 persone ed eseguite completamente in duralluminio; esse si sono comportate molto bene e rispondono perfettamente da circa 5 anni alle condizioni d'esercizio. Ancora anteriormente, nel 1927-28 era stato adoperato il duralluminio per la sospensione dei veicoli della linea inferiore Chamonix-Planpraz.

2°) Nella funivia di Trübsee sopra Engelberg in Isvizzera, in esercizio dal 1927, già nel 1931 si sono dovuti cambiare i veicoli per la loro capacità assolutamente insufficiente. Dato che si tratta di un impianto a piloni e con fune abbinata sia portante che traente (l'unica di questo tipo), il rotismo e la sospensione delle cabine sono di conseguenza relativamente complicati e pesanti. La sostituzione dei veicoli in acciaio con dei nuovi veicoli in Avional (cabina completa, quasi tutta la sospensione, telaio principale del rotismo e dischi delle ruote), ha permesso di portare il numero delle persone ammesse ufficialmente da 16 a 24 oltre il bagaglio, ma l'aumento della capacità reale per l'esercizio è risultata di circa il 75 %.

La tara dei veicoli è stata abbassata da 1730 a solo 1300 kg ed il peso morto per persona da 102 a 57,5 kg (per il carico massimo ammissibile, questa cifra si avvicina a soli 45 kg); nello stesso tempo la superficie utile delle cabine è stata aumentata di circa il 40 %. Tutte le parti in metallo leggero sono state lasciate fino dal principio, senza alcuna mano di pittura nel colore naturale del metallo, cosa che è parsa la più vantaggiosa sotto diversi aspetti.

3°) Il terzo caso è quello della funivia posta in esercizio nel 1932 al Salève, presso Ginevra, anche questa senza piloni intermedi ed a funi multiple tese direttamente da un punto all'altro. La sospensione è in duralluminio, il carrello di scorrimento in acciaio e silumin (rinforzato con traverse) e la cabina ha i montanti in tubo di acciaio, i longheroni in lamiera e profilati di duralluminio, la carrozzeria in legno con rivestimento esterno in alluminio. Questa combinazione di materiali differenti, non ha dato del resto buon risultato, specialmente dal punto di vista della manutenzione e si pensa già alla costituzione con nuove cabine più grandi completamente in metallo leggero.

4°) Questo quarto caso riguarda una funivia italiana, la cui trasformazione è stata effettuata recentemente. Si tratta della funivia già in servizio da diversi anni, da Oropa al Lago Mucrone (5), sopra Biella (fig. 9).

Questo caso è il più caratteristico, perchè, dato il peso relativamente basso dei vecchi veicoli in acciaio scorrevoli su funi portanti uniche, era più difficile di realizzare un guadagno sul peso proprio. Si sono quindi costruiti i nuovi veicoli completamente in leghe leggere e non rimane in acciaio altro che il dispositivo di frenaggio automatico, che è stato conservato quale era nei vecchi veicoli, i



Fig. 9. — Nuovi veicoli leggeri della funivia Oropa-Lago Mucrone (Provincia di Vercelli).

perni delle ruote e della sospensione; le ruote di guida esterne sono state costruite in acciaio fuso dato che esse scorrono direttamente sulla fune di acciaio senza interposizione di gomma, per mantenere il contatto elettrico delle segnalazioni.

I nuovi veicoli hanno una tara di soli 525 kg in totale, di cui 280 per la cabina ed accessori, 40 per la sospensione con ammortizzatore e 205 per il treno di ruote, compreso il dispositivo, alquanto pesante, del freno automatico. Il carico utile (23 persone con bagaglio), risulta in cifra tonda di circa 1750 kg ossia circa $3^1/_2$ volte il peso proprio. La tara dei vecchi veicoli in acciaio era di circa una tonnellata per un massimo di 16 persone. Adesso il peso morto per persona è soltanto di 23 kg e quindi molto inferiore a quello di tutte le altre funivie esistenti.

L'aumento della capacità, pure non tenendo conto del migliore rendimento dell'impianto, risulta quindi solo per le cabine, di circa il 50 %. Inoltre, un aumento della velocità ha permesso di portare la capacità al doppio di quella precedente (120 persone trasportate all'ora in luogo di 60). E' interessante di far conoscere come la modifica apportata (aumento della capacità al doppio) all'impianto della funivia Oropa-Lago Mucrone è venuta a costare solo il 5 % del costo originale dell'impianto. La figura 10 mostra il calcolo dei bilancieri secondari del rotismo.

Dato che l'Italia è il paese dove esiste il maggior numero di funivie, numero che, a seguito dei progetti in corso, sembra che debba ancora aumentare nel giro di pochi anni, la questione dell'alleggerimento e della capacità è di un'importanza che si potrebbe definire capitale.

Voglio dire qualche parola ancora sull'aumento della capacità dei trasporti stradali che presentano un particolare interesse:

a) autobus per il traffico stradale giornaliero cittadino e dei sobborghi, autocarri da turismo o per trasporti in comune

(5) Vedi rivista *Alluminio*, Milano, n. 1, 1934-XII, pag. 35 e *L'Allégement dans les Transports*, Lucerna, n. 5-6 e 7-8 del 1934.

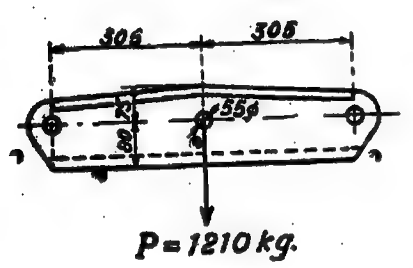
b) autocarri e, più specialmente, treni di autocarri-stradali con rimorchi.

L'aumento sempre più richiesto della capacità del materiale, comporta una maggiore superficie utile al carico ed un maggior tonnellaggio complessivo da trasportare, e perciò esso tende ad aumentare, e qualche volta in misura considerevole, il peso proprio del materiale ed in speciale modo il carico per asse.

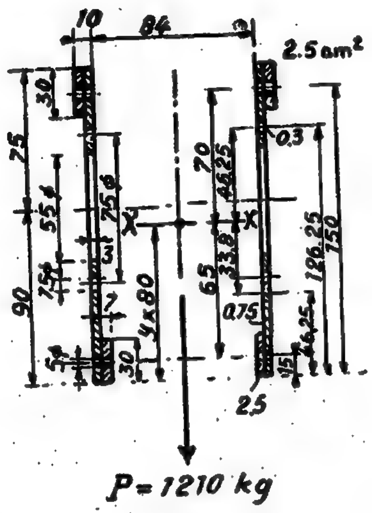
Ora, la legislazione, nella maggior parte dei paesi, tende a far gravare sugli utenti della strada, come, del resto, anche ferrovie debbono per le loro linee, una maggiore aliquota delle spese di manutenzione. Perciò vengono introdotte delle tassazioni progressive che aumentano fortemente oltre il peso corrispondente ad una determinata classe di veicoli.

I trasporti stradali eseguiti a mezzo di autocarri, come anche quelli ad autobus, hanno perciò, indipendentemente dalle spese di manutenzione, tutto l'interesse a diminuire il peso proprio dei veicoli, in modo da poterli fare figurare in una classe inferiore nei riguardi delle tassazioni.

L'entrare anche nei dettagli sull'andamento della capacità degli autobus e degli autocarri, mi porterebbe troppo oltre, quindi bisogna che mi contenti soltanto di ricordare come attualmente si stiano facendo tutti i possibili sforzi tendenti all'alleggerimento, sia ricorrendo a costruzioni saldate in acciaio ad alta resistenza, sia molto spesso, con costruzioni in leghe leggere, le quali permettono un guadagno di peso anche più considerevole.



Trave bilanciere secondaria



$$M_b = \frac{1210}{4} \cdot 30,5 = 9225 \text{ kgcm}$$

Sezione utile:

$$f = 0,3\,(16,5 - 5,5 - 2,5) + 0,75 = 6,05 \text{ cm}^2$$

$$y = \frac{2,5 \cdot 1,5 + 0,75 \cdot 4.625 + 0,3 \cdot 12.625 + 2,5 \cdot 15}{6,05} =$$

$$= \frac{48,51}{6,05} = \sim 8 \text{ cm} = 80 \text{ mm}$$

$$I_\infty = \frac{1,3^3}{12} + 2,5 \cdot 6,5^2 + \frac{0,3 \cdot 3,25^3}{12} + 0,75 \cdot 3,38^2 + 0,3 \cdot 4,625^2 + \frac{1.3^3}{12} +$$

$$+ 2,5 \cdot 7^2 = 2,2 + 106 + 0,8 + 0,6 + 6,4 + 2,2 + 122,8 = 249 \text{ cm}$$

$$e_1 = 8,0 \text{ cm} \quad ; \quad e_2 = 8,5 \text{ cm}$$

$$W_{min} = \frac{249}{8,5} = 29,3 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{max} = -\frac{922,5}{29,3} = -315 \text{ Kg/cm}^2$$

Fig. 10. — Esempio di calcolo per la sostituzione d'acciaio con leghe d'alluminio (bilanciere del rotismo, Funivia Oropa-Lago Mucrone).

Mi limito, a titolo indicativo, a ricordare un caso di grande autobus a forte capacità ed un caso di autocarro per servizio industriale, per i quali è stato ottenuto un risultato particolarmente interessante nei riguardi dell'aumento di capacità.

Autobus per città a 60 posti dei quali 20 seduti. Considereremo in questo caso la diminuzione del peso a parità di capacità. L'autobus in leghe leggere di costruzione normale della Fiat ha un peso di carrozzeria di 2050 kg. Lo stesso autobus con ossatura leggera in acciaio e soltanto il rivestimento in metallo leggero pesa 2330 kg; infine sempre lo stesso autobus costruito completamente in acciaio saldato pesa 2600 kg, ossia il 27 % di più.

Come autoveicolo industriale citerò un caso molto interessante e che può essere considerato in qualche modo come classico da quando or sono due anni esso è stato costruito: questo è il caso degli autoveicoli per spazzature che sono stati fatti per diverse città in Isvizzera. A parità di *chassis* e con lo stesso motore (tipo Diesel) la capacità del cassone ribaltabile risulta di 6 metri cubi per la costruzione in acciaio e di $7^1/_2$ m³ per la costruzione in anticorodal con un aumento di capacità del 20 %; i pesi del cassone sono i seguenti: 1150 kg per la costruzione in acciaio e 571 kg per il cassone in anticorodal, cioè soltanto la metà del precedente (vedi fig. 11).

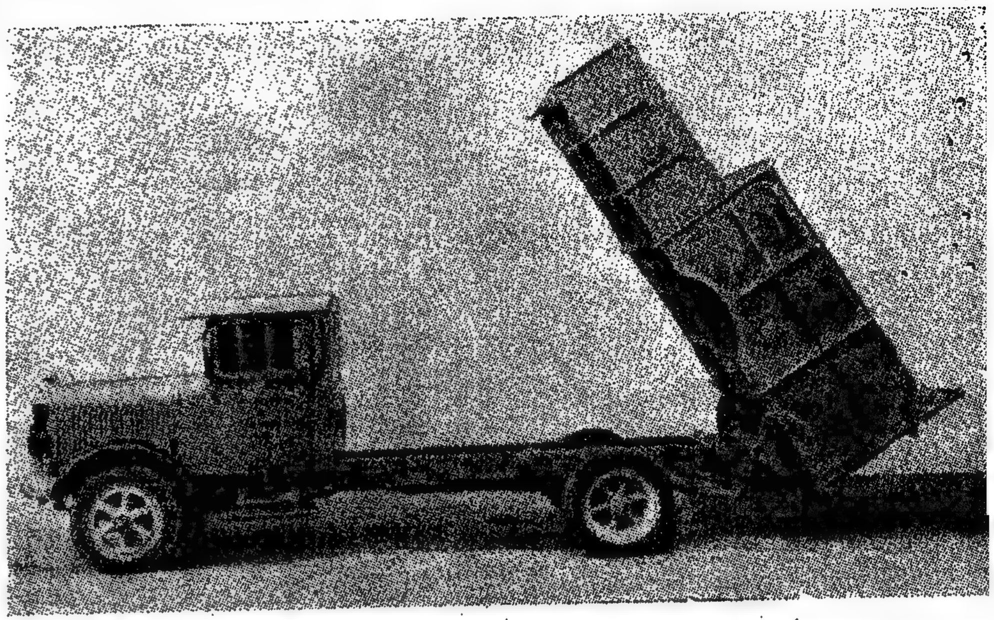


Fig. 11. — Autocarro per spazzature a cassone ribaltabile, in lega Anticorodal.

Infine voglio insistere sull'importanza dei « containers » (casse mobili) per i trasporti ferroviari-stradali e sul loro alleggerimento, il peso morto essendo per i containers una grande soggezione.

Concludendo. — L'aumento della capacità dei mezzi di trasporto, con un minimo di nuovo capitale impiegato, offre i massimi vantaggi a seguito dell'alleggerimento. Tale alleggerimento dovrà essere oggetto di studio caso per caso.

LE PERDITE ADDIZIONALI NEI TRASFORMATORI A RAPPORTO VARIABILE

C. CHIODI

Nella prima parte viene esaminato il problema generale delle perdite addizionali nei trasformatori supponendo che esse, nelle condizioni di funzionamento normale, siano eguali alla somma delle perdite addizionali a vuoto e delle perdite addizionali di corto circuito. Vengono esaminate le singole categorie di perdite in cui può essere suddivisa ciascuna di queste due principali, richiamando i più importanti lavori teorici e sperimentali finora compiuti sull'argomento.

Nella seconda parte si riportano i risultati sperimentali ottenuti su un tipo di trasformatore monofase a mantello di 25 kVA, in cassa d'olio, con prese variabili su entrambi gli avvolgimenti. E' stata effettuata la misura delle perdite a vuoto, delle perdite di corto circuito, e della reattanza percentuale di dispersione, in diverse condizioni, con esclusione fino al 30 % delle spire. I risultati sperimentali vengono confrontati con quelli che si possono ottenere dal calcolo con le formule proposte dai vari Autori. Viene indicato un modo, che sembra più adatto a questo tipo di trasformatore, per il calcolo della reattanza di dispersione e delle perdite addizionali nel rame, quando le spire vengono escluse alle estremità.

Parte I.

1. - Generalità.

Il problema del calcolo preventivo e della misura delle perdite addizionali nei trasformatori a rapporto variabile non è che un caso particolare del problema generale delle perdite addizionali nei trasformatori, ma ha assai maggiore importanza che non per i trasformatori ordinari, per le forti asimmetrie che si possono avere nelle diverse condizioni di inserzione delle spire.

I trasformatori a rapporto variabile vanno sempre più diffondendosi, poichè risolvono nel modo migliore, in confronto con altri metodi in uso, il problema della regolazione della tensione nei sistemi per trasporto di energia, sia per piccole, sia per grandi potenze. Naturalmente, per corrispondere alle esigenze del servizio, la variazione del rapporto dovrebbe avvenire con continuità e senza interrompere, neppure per un istante, il carico. Il problema è stato risolto in modo soddisfacente dopo lunghi studi ed esperimenti durati circa venti anni.

E' interessante ricordare che uno dei primi metodi razionali di variazione di rapporto sotto carico fu proposto nel 1912, dal Prof. Giancarlo Vallauri [1]. Il concetto fondamentale consisteva nel suddividere la potenza richiesta fra due trasformatori distinti, eguali fra di loro e di potenza metà di quella richiesta. Gli avvolgimenti primari erano collegati in serie e così pure i secondari; questi ultimi avevano, ad uno degli estremi, diverse prese per l'attacco del circuito esterno.

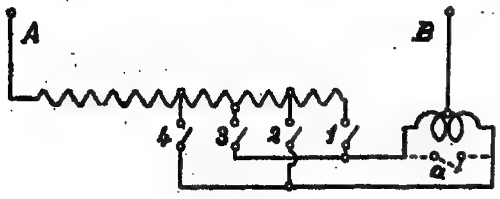


Fig. 1.

La variazione di tensione si faceva spostando successivamente le prese in ciascuno dei due estremi, senza interrompere il carico, con che si veniva a mettere in corto circuito, per un certo tempo, un gruppo di spire. Questo fatto non porta inconvenienti poichè, essendo i primari in serie, la tensione applicata al primario del trasformatore, che si trova temporaneamente in c. c., si riduce fortemente, mentre quasi tutta la tensione di linea resta applicata al primario dell'altro trasformatore. Questo sovraccarico temporaneo di tensione del 100 % su uno dei trasformatori non dà luogo ad inconvenienti, se l'isolamento è opportunamente calcolato, poichè il sovraccarico di corrente è trascurabile quando la saturazione del ferro non sia eccessiva.

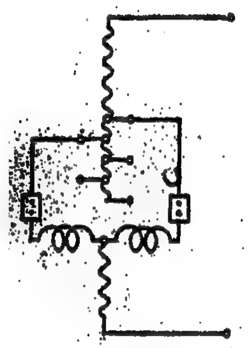


Fig. 2.

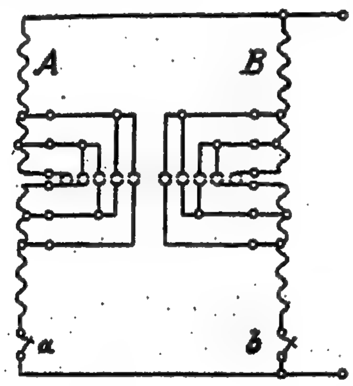


Fig. 3.

Successivamente, e per molti anni, le ricerche in questo campo furono abbandonate ed i costruttori si limitarono a costruire trasformatori nei quali la variazione di rapporto si otteneva mediante prese ausiliarie; ma il passaggio dall'una all'altra richiedeva l'interruzione del carico [2].

Attualmente [3] [4] [5] la variazione di tensione sotto carico si fa o col sistema dell'avvolgimento unico, prese ad un estremo ed autotrasformatore (fig. 1) o prese al centro (fig. 2); oppure col sistema del doppio avvolgimento e prese al centro (fig. 3) o prese ad un estremo (fig. 4).

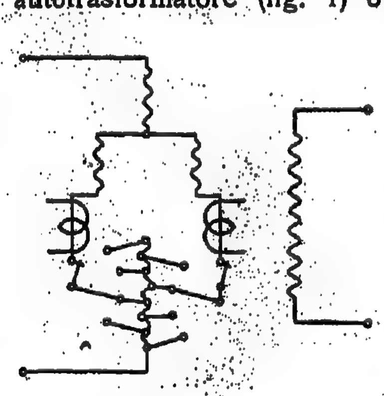


Fig. 4.

Con lo schema indicato in fig. 1, chiudendo l'interruttore 1 e l'interruttore *a* di corto circuito sull'autotrasformatore ausiliario, si ha la tensione corrispondente alla presa 1; chiudendo 1 e 2 ed aprendo *a* si ha la tensione intermedia fra 1 e 2, e così di seguito.

Queste variazioni possono essere fatte sotto carico. Poichè l'attacco *B* è al centro dell'autotrasformatore le due metà dell'avvolgimento di quest'ultimo sono sempre percorse da correnti eguali ed opposte.

Nel sistema indicato in fig. 2 vi è un doppio sistema di prese al centro, due interruttori e due bobine di reattanza [7].

Per i grossi trasformatori i costruttori hanno adottato da alcuni anni una disposizione diversa [6].

Uno dei due avvolgimenti del trasformatore, di solito quello ad alta tensione, viene suddiviso in due parti eguali, *A* e *B* (fig. 3), in parallelo tra di loro, rispetto al circuito esterno.

Ciascuna di queste parti è munita di prese ausiliarie nella zona centrale e di un interruttore.

La variazione della tensione si eseguisce, quando il trasformatore è in funzione, aprendo per es., l'interruttore *a* e trasportando quindi tutto il carico sulla parte *B*, che deve quindi poter sopportare, per breve tempo, un sovraccarico del 100 %.

Si fa la variazione mediante il commutatore sulla parte *A* e si chiude l'interruttore *a*. Le due parti *A* e *B* hanno ora un rapporto diverso di trasformazione, per ciò nasce una corrente di circolazione interna, che deve pure essere sopportata dall'avvolgimento. Si apre quindi *b*, trasportando tutto il carico su *a*, si varia il rapporto di *B* nelle stesse proporzioni di *A* e si richiude b, con che una prima manovra è compiuta. Si procede poi analogamente, gradino per gradino, fino a raggiungere il rapporto voluto. Nei grandi trasformatori in cassa d'olio la manovra viene naturalmente eseguita dall'esterno, per mezzo di opportuni volantini, e speciali dispositivi impediscono una successione sbagliata delle aperture e chiusure.

Per i trasformatori trifasi si applica ad ogni fase un sistema analogo, ed i commutatori delle varie fasi vengono manovrati contemporaneamente per mezzo di comandi esterni [7].

Altri costruttori suddividono solo una parte dell'avvolgimento in due rami in parallelo e pongono le prese ad uno degli estremi, come nel caso delle fig. 4, che rappresenta lo schema di un trasformatore per forni [8].

Agli scopi della presente ricerca ha speciale importanza la collocazione delle prese ausiliarie, od in altre parole, il fatto che le spire escluse dal funzionamento si trovino al centro dell'avvolgimento, oppure agli estremi, od in altra posizione intermedia.

2. - Le perdite addizionali nei trasformatori.

Per ricercare come variano le perdite addizionali nei trasformatori a rapporto variabile, nelle diverse condizioni di inserzione, è necessario esaminare anzitutto brevemente il problema generale delle perdite addizionali nei trasformatori ed i risultati sperimentali ottenuti fino ad ora. Prenderemo come base la memoria presentata dal Dott. Stein [9] al Congresso Internazionale di Elettricità tenuto a Parigi nel 1932, nella quale l'Autore raccoglie e coordina i risultati di molti lavori altrui e di numerose esperienze da lui stesso eseguite nel reparto trasformatori della A. E. G. di Berlino.

Seguendo la classificazione dello Stein suddivideremo le perdite nei trasformatori in *perdite a vuoto* e *perdite in corto circuito*. Indicheremo poi come:

a) *perdite supplementari o addizionali a vuoto*, la *differenza* fra le perdite che si hanno effettivamente nel trasformatore a vuoto (tensione normale applicata al primario e secondario aperto) e le perdite *calcolate* per il nucleo di ferro in base ai valori ottenuti dai provini delle stesse lamiere con uno dei soliti metodi di prova, ammettendo una distribuzione uniforme del flusso in tutto il nucleo, più le piccole perdite nel rame primario, per effetto della corrente di eccitazione.

b) *perdite addizionali in corto circuito* la *differenza* fra le perdite misurate in corto circuito con gli avvolgimenti percorsi dalla corrente alternata di valore efficace normale *I*, e le perdite negli stessi avvolgimenti percorsi da corrente continua di eguale valore I. Questa differenza comprende le perdite nel rame per « skin-effect » e quelle nel rame, nelle parti accessorie e nelle pareti della cassa, per effetto dei flussi dispersi.

La somma delle due specie *a*) e *b*) non rappresenta esattamente le perdite addizionali totali in funzionamento normale, perchè il ferro lavora nei due casi in condizioni assai diverse; tuttavia è abbastanza prossima al valore effettivo.

Ciascuna delle due categorie comprende un certo numero di perdite dovute alle cause che ora elencheremo:

A) Perdite addizionali a vuoto.

1) *Perdite nelle lamiere*. — Le cause che possono produrre perdite di questa categoria sono:

a) *La forma del circuito magnetico*. Essa influisce sulle perdite addizionali in quanto altera l'uniformità di distribuzione del flusso Poichè le perdite crescono più rapidamente dell'induzione se ne deduce che, entro certi limiti, dove il valore dell'induzione è superiore al valore medio calcolato, le perdite aumentano più di quanto non diminuiscano dove esso risulta di altrettanto minore; si ha quindi, in totale, un aumento delle perdite. Inoltre per effetto della deformazione, il vettore induzione viene in alcune parti ad avere una componente normale al piano delle lamiere, producendovi intense correnti di Foucault.

Si possono separare le cause che producono la deformazione del flusso, nel seguente modo:

Giunti. — I giunti (fra nuclei laminati) secondo una sezione normale alla direzione di laminazione, anche se eseguiti con interposizione di un foglio isolante, possono produrre perdite addizionali di valore rilevante; invece i giunti a lamiere sovrapposte (sfalsate) non danno, in generale, luogo a perdite notevoli.

Angoli. — Riferiamoci alla fig. 5 *a*, che rappresenta un nucleo di trasformatore monofase.

Consideriamo le regioni *H* limitate dal prolungamento delle pareti dei nuclei e dei gioghi. In ciascuna di esse, per effetto della deformazione del percorso delle linee di flusso si ha una *riduzione* di circa il 50 % delle perdite rispetto a quelle che si avrebbero se il flusso si mantenesse parallelo e uniformemente distribuito. In un

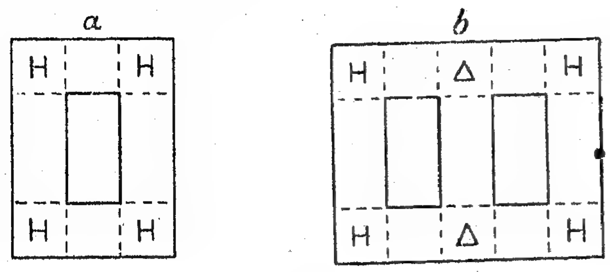


Fig. 5.

trasformatore trifase (fig. 5 *b*) si ha nelle regioni Δ un *aumento* di circa il 7,6 %. Complessivamente in un trasformatore monofase, coi gioghi non rinforzati, si ha una *riduzione* delle perdite di circa il 12 %; in un trifase di circa il 7 %.

Altezza dei gioghi. — Un aumento dell'altezza dei gioghi, rispetto alla larghezza dei nuclei, *riduce* le perdite.

Fori dei bulloni. — L'aumento delle perdite per effetto della deformazione del percorso del flusso prodotta dai fori è, in generale, trascurabile.

Forma della curva della f. e. m. — Le perdite per isteresi dipendono dal valore medio della f. e. m.; quelle per correnti parassite dal valore efficace. E' bene perciò nelle prove a vuoto rilevare il fattore di forma della tensione ai morsetti dell'avvolgimento aperto. Le perdite addizionali dipendono pure dalla forma della f.e.m. e possono essere notevolmente maggiori con una curva appiattita dalla terza armonica, che non con una curva sinoidale.

Terza armonica nella curva del flusso dei trasformatori polifasi. — Essa produce una riduzione dell'ampiezza dell'induzione e quindi una diminuzione della saturazione e delle perdite nelle lamiere e nei nuclei.

b) *Trattamento delle lamiere e sforzi meccanici a cui vengono sottoposte.* Secondo che la loro superficie è più o meno liscia e secondo la pressione a cui sono sottoposte, le lamiere riempiono più o meno completamente il volume totale occupato dal pacco.

Chiamando *f* un coefficiente di riempimento, eguale al 100 % quando il volume del ferro fosse eguale a quello del pacco, si trova che le perdite addizionali vanno aumentando col diminuire di *f*.

Isolamento fra le lamiere. — Lo strato di isolante fra le lamiere è sottilissimo e perciò la sua resistenza si riduce ad un valore relativamente basso, permettendo il passaggio di corrente in senso trasversale alle lamiere. Se vi sono dei contatti fra i bordi delle lamiere ad uno degli estremi, le perdite raddoppiano; se i contatti sono ad entrambi gli estremi si possono avere correnti così intense da bruciare il ferro.

Taglio, punzonatura e rettifica delle lamiere. — Queste operazioni alterano l'omogeneità della struttura delle lamiere sottoponendole, in alcune regioni limitate, a tensioni interne notevoli; si hanno così delle perdite addizionali proporzionali alle superfici tagliate e maggiori per i tagli circolari che non per i rettilinei.

Pressione e trazione nel circuito magnetico. — La compressione produce un aumento del lavoro necessario a compiere un ciclo completo di magnetizzazione, la trazione invece una diminuzione. Si ha quindi un aumento delle perdite per effetto della compressione.

2) *Perdite addizionali nelle parti accessorie.* — I flussi di dispersione penetrando nelle parti accessorie, dànno luogo alle seguenti perdite, per correnti di Foucault:

a) *Bulloni.* — Il flusso disperso nei bulloni cresce col crescere dell'induzione nella lamiera vicino ai fori, ma fa in pari tempo diminuire il valore dell'induzione stessa; si hanno quindi complessivamente perdite addizionali costanti fino a $B = 14.000$ gauss e poi rapidamente crescenti.

b) *I flussi di dispersione paralleli ai nuclei* provocano perdite nei tiranti; quelli uscenti e rientranti alle estremità dei gioghi, e paralleli a questi nella parte centrale, provocano perdite nelle flange.

c) Nei trasformatori polifasi corazzati, collegati a stella senza neutro, ed anche nei trifasi a 3 nuclei, nelle stesse condizioni, esiste un *flusso di dispersione fra il giogo superiore e quello inferiore*, che passa all'esterno degli avvolgimenti, ed ha frequenza tripla del flusso utile. Esso produce una diminuzione della saturazione nel nucleo e quindi una diminuzione delle perdite a vuoto, ma produce per contro un aumento delle perdite nelle pareti della cassa. Su questo particolare argomento, che può avere speciale importanza nei trasformatori a prese variabili, vedi la bibliografia relativa riportata nella memoria dello Stein [9] ed anche: Richter [17], pag. 33 e pag. 171.

3) *Perdite nel dielettrico.* — Nella massa del dielettrico che avvolge il trasformatore si determinano delle correnti per causa del diverso potenziale elettrico a cui si trovano le varie parti metalliche del trasformatore stesso, in un dato istante. Nei trasformatori per tensioni superiori ai 100 kV, le perdite possono, secondo lo Stein, superare i 1000 watt, e sono maggiori a caldo che a freddo. Esse si possano calcolare approssimativamente, in base alla capacità del sistema formato dagli avvolgimenti. Secondo lo Stein, le perdite negli isolanti e quelle dovute al trattamento meccanico delle lamiere, rappresentano la maggior parte delle perdite addizionali a vuoto, ed hanno una importanza maggiore quando si adoperano lamiere di alta qualità invece di lamiere normali.

B) Perdite addizionali di corto circuito.

Ci soffermeremo un po' più dettagliatamente su queste perdite, che hanno particolare importanza nel caso dei trasformatori a rapporto variabile.

1) *Perdite nel rame* - *a*) Effetto della pelle. — Quando la sezione del conduttore di rame supera certi valori, per densità normali di corrente, incomincia a manifestarsi in modo sensibile l'effetto della pelle, che si traduce in sostanza in un aumento della resistenza e delle perdite.

Questo argomento è stato studiato da parecchi Autori, tra i quali Richter [10] [17], Rogowski [11], Widmar [12], Bohle e Grant [13], ecc.

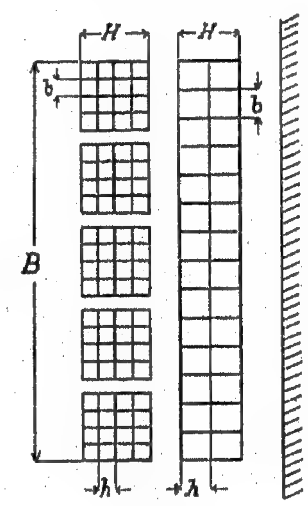


Fig. 6 *a*.
Avvolg. inter. $m = 2$; $n = 14$.
» ester. $m = 4$; $n = 20$.

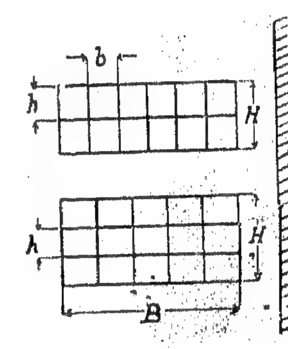


Fig. 6 *b*.
Avvolg. super. $m = 2$; $n = 6$.
» infer. $m = 3$; $n = 5$.

Per un trasformatore ad avvolgimento *cilindrico* (fig. 6 a), Richter pone:

$$\xi = \alpha h \tag{1}$$

$$\alpha = 2\pi \sqrt{\frac{n b}{a} \frac{f}{\rho \cdot 10^5}} \ \mathrm{cm}^{-1} \tag{2}$$

Nella formula 2):

n = numero degli strati di conduttore di un avvolgimento contati nella direzione del flusso disperso (direzione assiale).
m = numero degli strati in direzione normale alla precedente (radiale).
b = dimensione del conduttore in senso assiale.
h = » » » » » radiale.
f = frequenza in Hz.
ρ = resistività del conduttore in Ω mm²/m.
$a \cong B + 2H$.

e ricava, per $\xi \leqslant 1$ e per conduttori a sezione rettangolare, un coefficiente:

$$K_\square = 1 + \frac{m^2 - 0{,}2}{9} \xi^4 \tag{3}$$

e per conduttori a sezione circolare:

$$K_o = 1 + \frac{m^2 - 0{,}2}{15{,}25} \xi^4 \tag{4}$$

detto anche «rapporto di resistenza», che rappresenta il rapporto fra le perdite per effetto Joule con corrente alternata e con corrente continua con lo stesso valore efficace di corrente.

Per avvolgimenti a *bobine sovrapposte* (fig. 6 *b*) bisogna scam-

biare H con B, h con b, m con n per il calcolo di α e porre:

$$a \cong B + 0{,}6\ H$$

$$K_\alpha = 1 + \frac{m^2 - 0{,}8}{36}\ \xi^4 \tag{5}$$

$$K_o = 1 + \frac{m^2 - 0{,}8}{61}\ \xi^4 \tag{6}$$

quando $\xi \leqslant 1$ ed $m = 2$, oppure $\xi \leqslant 2$ ed $m = 1$. Per i conduttori a sezione circolare di diametro d si ha naturalmente: $h = b = d$.

Le perdite addizionali si ricavano dalla formula:

$$W_r = (K - 1)\ R_c\ I^2 \tag{7}$$

dove R_c è la resistenza dell'avvolgimento misurata in corrente continua.

Il Prof. Bohle ed R. Grant [13] hanno pure eseguito il calcolo delle perdite addizionali nel rame dei trasformatori e sono arrivati a formule, che dànno il rapporto fra le perdite addizionali e quelle normali per $R I^2$.

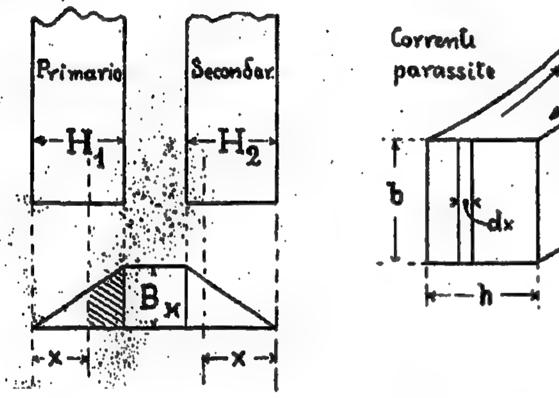


Fig. 7.

Essi partono dalla considerazione che il flusso, nello spazio occupato dagli avvolgimenti primario e secondario, è distribuito come indica la fig. 7.

Posto per un avvolgimento *cilindrico*:

b = dimensione assiale del conduttore (cm)
h = » radiale » » »
H = spessore radiale totale dell'avvolgimento $= u \cdot h$ (cm)
u = numero degli strati
N = » delle spire elementari dell'avvolgimento
l = lunghezza media del circuito di dispersione (cm)
f = frequenza in Hz
ρ = resistività del conduttore in Ω cm²/cm

il valore medio del rapporto per tutto l'avvolgimento sarà, per un conduttore *rettangolare*:

$$\frac{\text{Perdite corr. parass.}}{\text{Perdite normali}} = \left(\frac{0{,}4\ \pi^2}{\rho \cdot 10^8}\right)^2 \cdot \left(\frac{f\ N\ b}{l}\right)^2 \cdot h^4\ \frac{1}{9}\left(1 - \frac{1}{5\ u^2}\right) \tag{8}$$

e per un conduttore di sezione *circolare* di diametro d:

$$\left(\frac{\pi^3}{30 \cdot \rho \cdot 10^8}\right)^2 \cdot \left(\frac{f\ N}{l}\right)^2 \cdot d^6 \left(1 - \frac{1}{5\ u^2}\right) \tag{9}$$

L'articolo citato contiene parecchi errori di stampa, ma le formule finali, controllate, sono esatte.

Bisogna poi notare che alle estremità delle bobine il flusso in realtà si ripiega e si hanno perciò, in tali regioni, delle perdite addizionali diverse da quelle calcolate con le formule precedenti.

Altrettanto succede, con effetti ancora più notevoli quando gli avvolgimenti hanno altezza diseguale, e quando sono interrotti nel senso assiale. Nelle spire di una bobina temporaneamente disinserita possono egualmente manifestarsi correnti di Foucault.

Le perdite nei tratti di connessione si possono calcolare con le solite formule per i conduttori semplici. La variazione prodotta dalle differenze di temperatura alla quale si trovano le varie parti dell'avvolgimento è, secondo Widmar [13], inferiore all'1 %.

b) Correnti di circolazione. — Quando la sezione del conduttore di rame oltrepassa un certo valore, si suddivide il conduttore in parecchie sbarrette in parallelo le quali restano naturalmente concatenate con flussi diversi (di dispersione). Si hanno così f.e.m. diverse agli estremi delle diverse sbarrette e quindi correnti di circolazione interne, che dànno luogo a perdite. Per ridurre queste perdite si intrecciano le sbarrette elementari formanti i conduttori, in modo che ciascuna spira elementare sia concatenata possibilmente con lo stesso flusso [14].

2) *Perdite dovute al flusso di dispersione penetrante nella cassa e nelle parti accessorie.* — Nelle condizioni di corto circuito le correnti nei due avvolgimenti sono praticamente in opposizione; il flusso di dispersione è sfasato di circa 90° rispetto al flusso principale e si può ritenere proporzionale alla corrente; il ferro è lontano dalla saturazione. Per quest'ultima ragione le perdite in corto circuito nelle parti accessorie in prossimità dei nuclei hanno assai minore importanza che non a vuoto (con tensione normale al primario) e possono diventare invece notevoli le perdite nella cassa.

Il flusso disperso che si ha in un trasformatore con avvolgimenti completi, ha un andamento simile e quello indicato nella fig. 15 della Parte II.

Esso può assumere un notevole valore quando viene a mancare l'uniformità della distribuzione degli ampergiri primari e secondari nella direzione dell'asse del nucleo. Possono ancora produrre perdite nella cassa le connessioni di entrata e di uscita parallele alle pareti, quando esse non siano accoppiate o, nei sistemi polifasi, riunite in modo da ridurre al minimo il flusso penetrante nelle pareti.

Possono, infine, ancora produrre dispersioni anormali di flusso gli squilibri di carico fra le varie fasi, specialmente nei trasformatori connessi a Y Y quando il secondario eroga corrente fra una sola fase ed il neutro.

Per *avvolgimenti cilindrici simmetrici* Richter [17] (pag. 75) dà una formula che serve a calcolare le perdite nella cassa. Da essa risulta che queste perdite sono, in tali condizioni, affatto trascurabili per trasformatori di piccola potenza; esse però, misurate in valore *relativo* alla potenza totale del trasformatore, crescono circa con la potenza 3/4 dell'aumento di potenza del trasformatore; così per grandissimi trasformatori possono arrivare a qualche unità per mille della potenza totale.

3. - Le perdite addizionali nel caso particolare degli avvolgimenti asimmetrici.

A) *Perdite a vuoto.* — L'asimmetria nella distribuzione delle correnti lungo l'asse del trasformatore può produrre, anche a vuoto, una variazione delle perdite addizionali.

Se la tensione ai morsetti di quello dei due avvolgimenti che rimane invariato (senza prese variabili) deve restare costante, anche il flusso concatenato resterà costante. Ma può darsi che variando le prese dell'altro avvolgimento *vari la distribuzione del flusso nei nuclei* e quindi la saturazione e le perdite in alcune parti.

Nei trasformatori polifasi possono variare con le prese la distribuzione e l'intensità del *flusso di dispersione di frequenza tripla* (vedi (2) A 2) *c*)) e le perdite relative; la loro valutazione è assai difficile in sede di progetto.

Infine si può osservare che, se le spire escluse non vengono staccate dal resto dell'avvolgimento, la distribuzione del potenziale rimane la stessa se le spire vengono escluse agli estremi, varia invece se esse vengono escluse in una parte intermedia; in quest'ultimo caso possono variare le perdite nel dielettrico.

B) *Perdite di corto circuito.* — Assai maggiore importanza hanno, nel caso di trasformatori con avvolgimento asimmetrico, le perdite di corto circuito. Infatti queste perdite dipendono dal flusso di dispersione proporzionale alle correnti, il quale può variare fortemente col variare della distribuzione relativa delle correnti primaria e secondaria lungo l'asse del trasformatore.

Come abbiamo già visto, le perdite di tale natura che possono essere sottoposte a calcolo sono quelle prodotte nella cassa e nel rame degli avvolgimenti.

1) *Perdite nella cassa.* — Per calcolare le perdite che il flusso disperso, proporzionale alle correnti, produce nelle pareti della cassa d'olio, è stato escogitato l'artificio della scomposizione della corrente reale negli avvolgimenti in due componenti fittizie. Questo metodo seguito da Heiles [15] [16], Stephens [18], Richter [17] ha dato in pratica buoni risultati.

Il concetto che serve di base alla trattazione, quando uno solo degli avvolgimenti venga parzializzato, è identico, in qualunque posizione si trovino le spire escluse.

Nel caso di un avvolgimento con prese ad un estremo, nel quale una parte M (vedi fig. 8 *a*) delle spire sia temporaneamente esclusa, ammessi uguali gli ampergiri totali primari e secondari, si può considerare la corrente reale negli avvolgimenti *a*) come formata da due componenti fittizie, delle quali una *b*) produce il campo di dispersione normale, che dà luogo solo a perdite trascurabili (vedi (2) B 2)),

l'altra c) produce il campo di dispersione aggiunto, che dà luogo a perdite notevoli.

Per calcolare queste perdite si può immaginare che le pareti affacciate del nucleo di ferro e della cassa siano le pareti di una scanalatura nella quale sono distribuite le amperspire indicate dalla fig. 8 c) ottenendo così la disposizione della fig. 9 a) che può rappresentare una striscia verticale di profondità unitaria. La curva della f.m.m., considerata come curva integrale della corrente, è rappresentata dalla fig. 9 b. Se si ammette costante (nella direzione verticale) la distanza fra le pareti, anche il campo ha un andamento identico. Bisogna soltanto stabilire le condizioni agli estremi, ossia l'asse verticale di riferimento secondo che si immagina la scanalatura aperta o chiusa alle estremità. Effettivamente quello che si vuole considerare è il valore dell'induzione, nello spazio d'aria fra cassa e nucleo, nel punto corrispondente al valore massimo della f.m.m. Si comprende facilmente che nessuna delle due condizioni agli estremi della scanalatura (aperta o chiusa) è quella vera, poichè se non vi è chiusura perfetta, il fondo ed il coperchio e le parti accessorie formano però una specie di ponte fra le pareti della cassa ed il nucleo.

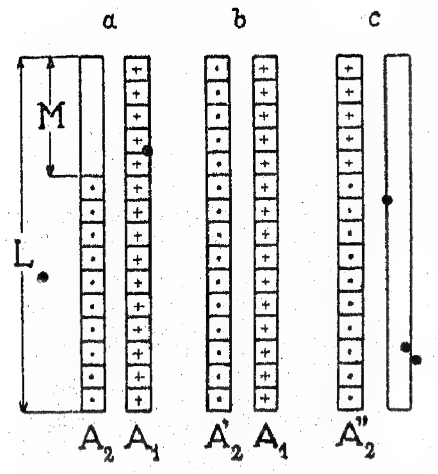


Fig. 8 a. — Corrente reale negli avvolgimenti; b) c) componenti fittizie.

A = ampere per cm di L

$$A_2 = \frac{L}{L - M} A_1 \quad ; \quad A_2{}' = - A_1$$

$$A_2{}'' = \frac{M}{L - M} A_1.$$

Perciò sarà prudente adottare il diagramma di fig. 9 c) il cui andamento è stato poi anche confermato sperimentalmente, e che rappresenta la condizione peggiore.

Ammesso questo si può ricavare ora il diagramma dell'induzione nelle pareti della cassa. Si ammette ancora, per poter eseguire un calcolo, che le linee di induzione nello spazio compreso fra il nucleo e la cassa si mantengano in piani orizzontali e che una volta penetrate nella parete di ferro si ripieghino parallelamente alla parete stessa. Si calcola poi il valore medio dell'induzione nella lamiera e, poichè esso non è uniforme in tutto lo spessore, bisogna poi moltiplicare i risultati per un opportuno « fattore di reazione » k_m. Considerando la scanalatura chiusa da entrambe le parti, il flusso di dispersione

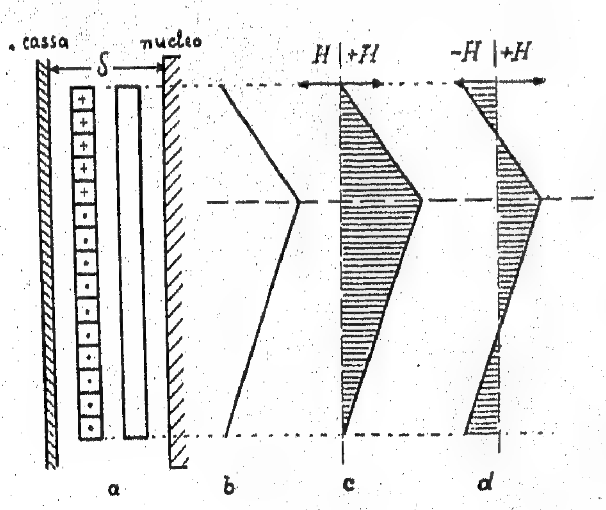


Fig. 9.

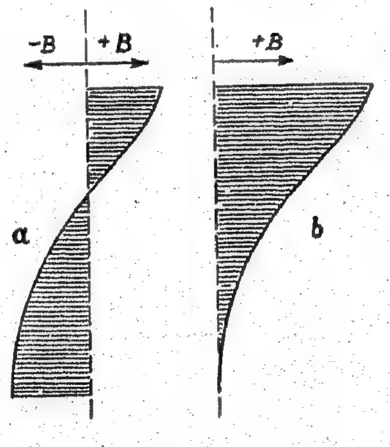


Fig. 10.

che entra nelle pareti della cassa si suddividerà in due parti quasi eguali, e l'induzione nelle pareti avrà un andamento indicato nella fig. 10 a).

Se invece si considera la scanalatura chiusa da una parte sola, l'andamento dell'induzione sarebbe quello rappresentato dalla fig. 10 b). L'esperienza conferma che l'andamento si avvicina di più a quello della fig. 10 a).

La fig. 10 b rappresenta invece l'andamento dell'induzione nel caso di un avvolgimento con prese al centro e, più precisamente, la metà inferiore del diagramma. Naturalmente il valore massimo della B è diverso da quello del caso precedente.

Si possono allora calcolare le perdite per una striscia verticale della parete, di larghezza unitaria. Se tutte le striscie si trovassero nelle stesse condizioni, per avere le perdite totali basterebbe moltiplicare per il perimetro della cassa. Ma la distanza fra il nucleo e le varie striscie verticali è diversa; diverse sono le condizioni per un monofase semplice ed uno a mantello; diverse ancora per un trifase, ecc. Bisogna quindi, caso per caso, ricorrere al disegno del trasformatore ed allo schizzo del campo magnetico.

Heiles dà una formula che serve a calcolare le perdite w in watt, per una striscia verticale di larghezza b. Posto:

μ = permeabilità della lamiera della cassa

ρ = resistività della lamiera della cassa ($\sim 0{,}13 \times 10^{-4}\ \Omega$ cm²/cm)

$$\xi = 2\pi \sqrt{\frac{\mu}{\rho \cdot 10^9}}$$

$$k_m = \frac{3}{\xi} \frac{\operatorname{senh} \xi - \operatorname{sen} \xi}{\cosh \xi - \cos \xi}$$

per

$$0 < \xi < 3 \qquad k_m \cong \frac{1 + 00119\ \xi^4}{1 + 00278\ \xi^4}$$

A_1 = ampere efficaci per cm di altezza (L) dell'avvolgimento non interrotto

L = lunghezza (altezza) totale dell'avvolgimento in cm

M = » » dell'intervallo senza corrente in cm.

$$m = \frac{M}{L}$$

r_i = raggio della sezione circolare equivalente del nucleo in cm

r_a = distanza fra la parete della cassa ed il centro del nucleo in cm

$$r_m = \frac{r_i + r_a}{2} \quad ; \quad \delta = r_a - r_i$$

$$\Lambda = \frac{1}{5} m^2 + \frac{2}{5} m^3 - \frac{1}{15} m^4$$

b = larghezza della striscia di lamiera

si ottiene, per la disposizione con prese al centro (simmetrica):

$$(10) \qquad W_c = \frac{5}{8} k_m \left\{ \frac{r_m}{r_a} \frac{1}{\delta} \frac{A_1}{100} \left(\frac{L}{10} \right)^2 \frac{f}{100} \right\}^2 L\, b\, \Delta\, \Lambda \text{ watt}$$

e per la disposizione con prese ad un estremo (asimmetrica):

$$(11) \qquad W_e = 8\ W_c$$

Le esperienze eseguite da Heiles sopra un trasformatore di 500 kVA hanno confermato la teoria, specialmente nel valore del rapporto fra la 10) e la 11).

Si osserverà che le perdite non sono funzione di Δ^2 (spessore della lamiera), ma solo di Δ. Questo dipende dal fatto che il flusso penetra nella parete da un lato solo e perciò il valore medio di B si può ritenere inversamente proporzionale a Δ.

La formula vale solo per le striscie che si trovano di fronte all'avvolgimento. Si può dimostrare che per *trasformatori trifasi* di costruzione normale, la perdita totale nelle pareti della cassa risulta sufficientemente esatta quando si ponga b eguale al 70 % della parete frontale per le casse semicircolari ed il 60 % per le casse rettangolari.

Le formule 10) e 11) valgono solo per pareti liscie. Per le pareti ondulate Richter ([17]) (pag. 35) osserva che il valore dell'induzione viene ridotto nel rapporto η fra il perimetro della cassa considerata come liscia e il perimetro effettivo, che tiene conto dell'ondulazione. Poichè le perdite totali per correnti indotte nella cassa sono proporzionali al quadrato dell'induzione ed al perimetro effettivo, ne risulta che, nella cassa con lamiere ondulate, esse sono ridotte nel rapporto η.

Quanto alle perdite nel nucleo laminato esse sembrano trascurabili, di fronte a quelle nelle massicce pareti della cassa, poichè il flusso di dispersione, anche se entra nelle lamiere normalmente al loro piano, tende poi a ripiegarsi ed a scorrere secondo il piano stesso e le perdite risultano in questo caso assai piccole, dato il basso valore dell'induzione ed il piccolo spessore della lamiera.

Le prese possono essere disposte anche in altri modi. Mettendole metà ad un estremo e metà all'altro estremo si hanno ancora perdite maggiori che non mettendole tutte al centro. Una disposizione migliore si ottiene invece collocandole metà ad 1/4 dell'altezza totale e metà ai 3/4; in questo caso le perdite risultano minori di quando tutte le prese sono al centro.

Si possono infine usare speciali avvolgimenti « compensati », oppure mettere degli avvolgimenti compensatori in parallelo con l'avvolgimento non suddiviso, in modo da avere lungo l'avvolgimento una distribuzione simmetrica di corrente di armatura ed annullare così le perdite addizionali nella cassa (vedi Richter ([17]), pag. 159).

2) *Perdite nel rame.* — Per calcolare approssimativamente le perdite addizionali nel rame degli avvolgimenti parzializzati, si può ricorrere ancora alle componenti fittizie della corrente di armatura e considerare la distribuzione di flusso creata dalla componente asimmetrica.

Richter ([17]), trascurando le perdite nell'avvolgimento di alta tensione per le piccole dimensioni del conduttore, applica alle due parti di altezza M ed $L - M$ dell'avvolgimento (cilindrico) di bassa tensione (vedi fig. 8 e 9) le formule 3) e 5).

Riferendoci al caso rappresentato dalle figure indicate possiamo ammettere che, nel tratto di altezza M, i conduttori della bassa tensione siano attraversati dal flusso prodotto dalla corrente totale di A_1 ampere/cm e che ha direzione orizzontale. Potremo allora ricavare il «rapporto di resistenza» applicando la formula 5) nella quale indicheremo con m il numero degli strati di conduttori giacenti gli uni sopra gli altri, nel senso assiale; per il calcolo di ξ porremo h eguale all'altezza di un singolo conduttore in direzione assiale, $n\,b$ eguale alla larghezza radiale totale dell'avvolgimento di bassa tensione ed $a = \delta$. Nella rimanente parte dell'avvolgimento di bassa tensione, di altezza $L - M$ ammettiamo che il flusso trasversale sia prodotto dalla componente $\frac{M}{L-M} A_1$ oppure, il che è praticamente equivalente, dalla componente A_1 ma attraverso un interferro $\delta \frac{L-M}{M}$.
Potremo allora applicare a questa parte di avvolgimento la formula 3) nella quale però si dovrà porre m eguale al numero degli strati di conduttore giacenti uno sopra l'altro in direzione assiale; per il calcolo di ξ si dovrà porre h eguale all'altezza di un singolo conduttore in direzione assiale, $n\,b$ eguale alla larghezza radiale netta di rame dell'avvolgimento di bassa tensione ed $a = \delta \frac{L-M}{M}$.

E' bene ripetere che, con questi calcoli, non si raggiunge che una grossolana approssimazione, poichè il flusso di dispersione non ha in realtà l'andamento semplice ammesso teoricamente.

BIBLIOGRAFIA — PARTE I.

1) G. VALLAURI: *Su un tipo di trasformatore regolabile* - Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, vol. XVI, fasc. 9, settembre 1912, pag. 797.
2) B. CERRETELLI: *Trasformatori con variazione di rapporto sotto carico* - *L'Elettrotecnica*, vol. XIII, n. 25, 5 settembre 1926, pag. 561.
3) L. H. HILL: *Transformer Tap Changing under Load* - Journal A. I. E. E., vol. XLVI, novembre 1927, pag. 1214.
4) *La regolazione dei trasformatori sotto carico, mediante commutatori di prese* - Bulletin Oerlikon, n. 115, gennaio 1931, pag. 581.
5) *La regolazione della tensione nei trasformatori* - Rivista mensile Marelli, maggio-giugno 1933.
6) L. F. BLUME: *Load Ratio Control* - G. E. R., 1928, marzo, pag. 119, aprile, pag. 191.
7) H. R. WILSON: *Arrangements for load ratio control* - G. E. R., maggio 1926.
8) PALME: *Tap Changing Transformer with nine Steps* - El. World, 6 marzo 1926, pag. 511.
9) Dott. STEIN: *Pertes supplémentaires dans le transformateur* - Congres International d'Electricité - Paris, 1932, 3ª Section - Rapport n. 26 (Allemagne).
10) RICHTER: *Ueber zusätzliche Kupferverluste* - A. f. E., 1913, pag. 518.
11) ROGOWSKI: *Ueber zusätzliche Kupferverluste* - A. f. E., 1913, pagina 81.
12) WIDMAR: *Die Transformatoren* - J. Springer, Berlin, 1925.
13) R. M. V. GRANT: *Supplementary eddy current losses in transformers* - The Electrician, vol. CI, 1928, 27 luglio, n. 2617, pag. 89 (secondo semestre).
14) R. POHL: *Die Zusatzverluste unvolkommen verschränkter Leiter* - A. f. E., 1924, pag. 19 e pag. 619.
15) F. HEILES: *Ueber Zusätzliche Verluste in Transformatoren* - Fachberichte der XXXIV Jahresversammlung des V. D. E. in Aachen, 1929, S. 91. - Riassunto in: E. T. Z., H. 37, 15 settembre 1932, pag. 892.
16) F. HEILES: *Ueber Zusätzliche Verluste in Transformatoren* - E.T.Z., H. 37, 15 settembre 1932, pag. 883.
17) R. RICHTER: *Elektrische Maschinen - Dritter Band: Die Transformatoren* - J. Springer, Berlin, 1932.
18) H. O. STEPHENS: *Transformer Reactance and losses with non uniform Windings* - Elect. Engineering, febbraio 1934, pag. 346.

PARTE II.

4. - Risultati sperimentali.

Allo scopo di controllare alcune delle precedenti teorie, in un caso abbastanza comune, sono state eseguite numerose prove sopra un tipo di trasformatore monofase a mantello appositamente costruito dalle Officine di Savigliano, con prese distribuite su tutti e due gli avvolgimenti, primario e secondario, e con qualche particolare costruttivo atto a mettere in maggiore evidenza le perdite addizionali specialmente nel rame.

Il trasformatore è rappresentato in sezione ed in scala, ma in modo molto schematico, nelle figg. 11 e 14.

Potenza normale: 25 kVA.
Tensione massima primaria (1552 spire): 6097 volt.
» » secondaria (64 »): 251,5 »
Corrente normale primaria: 4,11 ampere.

Nucleo di ferro formato di lamierini al silicio, spessore 35/100; giunti sfalsati; peso totale del ferro: 131 kg. Il nucleo di ferro poggia sul fondo della cassa d'olio, con interposizione di un foglio isolante.

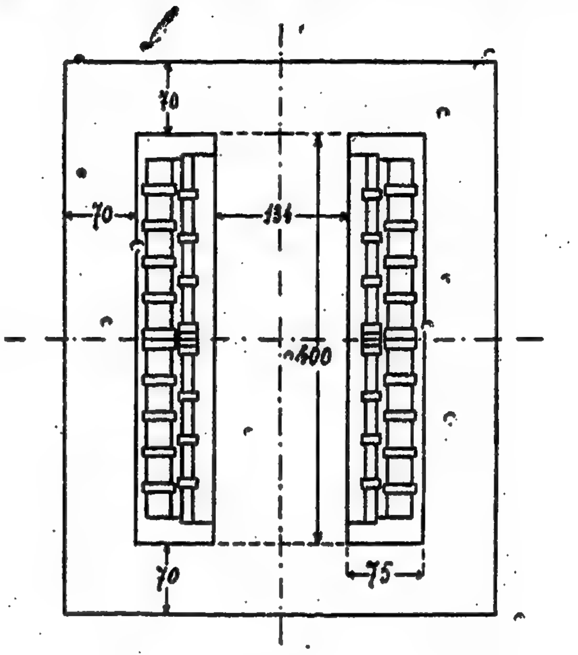


Fig. 11.

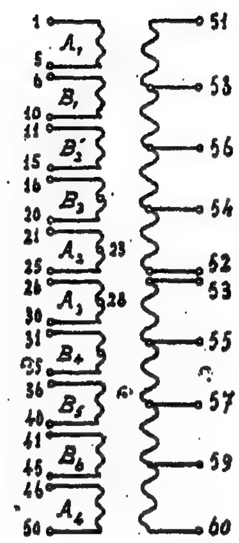


Fig. 12.
A. T. 1552 spire;
B. T. 64 spire.

Avvolgimento a bassa tensione interno formato da 64 spire in un solo strato; piattina di rame di sezione 4 × 10 mm, disposta col lato maggiore orizzontale. L'avvolgimento porta 8 prese intermedie (una doppia) restando così suddiviso in 8 parti eguali di 8 spire ciascuna (vedi fig. 12). La resistenza dell'avvolgimento a 20° è uguale a: 0,016 Ω.

Avvolgimento ad alta tensione, formato di 1552 spire suddivise in 10 bobine sovrapposte. Filo di rame a sezione circolare, diametro: 1,8 mm. Vi sono 4 bobine tipo A con 11 strati di 14 spire ciascuno; in totale 154 spire; 6 bobine di tipo B con 12 strati di 13 spire, in totale 156 spire. Ogni bobina ha cinque prese, due agli estremi e tre intermedie che suddividono la bobina in quattro parti, ciascuna di 38 oppure di 39 spire. La resistenza dell'avvolgimento a 20° è uguale a: 7,1 Ω.

La *cassa d'olio* è di lamiera di ferro, spessore 2 mm, pareti frontali ondulate.

Metodi di prova e precauzioni speciali. — Le prove sono state eseguite coi metodi ordinari di misura della potenza assorbita dal trasformatore a vuoto ed in corto circuito. In base alle definizioni date nella prima parte, si sono poi ricavate le perdite addizionali. Ma poichè si trattava di determinare delle differenze talora di pochi watt, si son dovute prendere precauzioni speciali per ridurre le cause principali di errore.

Anzitutto, *immediatamente dopo ogni misura di potenza è necessario misurare la resistenza* degli avvolgimenti in prova nelle identiche condizioni di collegamento e, per quanto possibile, di temperatura, inviando in essi una corrente continua mediante un commutatore e rilevando il valore della tensione agli stessi punti di attacco dei voltmetri a corrente alternata.

Altra grave causa di errore può provenire dai wattmetri. Quando si pensi che entrambe le misure, a vuoto ed in corto circuito, sono fatte con un cos φ molto basso, si comprende facilmente che i wattmetri ordinari non permettono di fare letture con sufficiente approssimazione. Perciò tutte le misure di potenza sono state eseguite con wattmetri speciali per cos φ = 0,2. Nelle misure di corto circuito, essendo la corrente di alimentazione minore di 10 ampere si son potuti eliminare i riduttori di corrente che costituiscono un'altra grave causa di errore nelle misure a cos φ cos' bassi, quando non si conoscano con precisione gli errori di rapporto e specialmente di fase.

Nelle misure a vuoto si sono adoperati, oltre al wattmetro con

trasformatore di corrente di precisione, anche due wattmetri ordinari per un possibile controllo.

Ogni serie di misure è stata ripetuta anche parecchie volte, a distanza di tempo, ed in diverse condizioni di ambiente. Dai confronti fra le misure ripetute è risultata l'assoluta necessità della costanza sia della frequenza che della tensione applicata al trasformatore. Variazioni della frequenza dell'ordine dell'1 %, nella prova a vuoto, a parità di tensione applicata, producevano variazioni del 2,5 % nella misura della potenza assorbita. A parità invece di frequenza (normale), variazioni dell'1 % della tensione applicata producevano variazioni del 5 % della potenza assorbita.

Si è avuto perciò cura di controllare frequenza e tensione in modo che, nelle prove eseguite per confronto, le differenze non fossero superiori al 0,25 % nella frequenza ed al 0,1 % nella tensione.

A) Perdite nel ferro e addizionali a vuoto.

Sono state eseguite tre serie di prove a vuoto, per studiare l'influenza delle diverse inserzioni, della presenza della cassa, delle variazioni di temperatura.

Per dedurne le perdite addizionali, non avendo potuto disporre di un campione della stessa lamiera dei nuclei, si sono presi come riferimento i valori delle perdite rilevate sopra un campione a toro di lamierini della stessa provenienza, composizione e spessore. I valori delle perdite nel ferro sono stati *calcolati*, come in un ordinario progetto di trasformatore, in base al peso netto dei nuclei e dei gioghi, al valore dell'induzione nelle diverse parti, supponendo il flusso uniformemente distribuito nelle sezioni e assumendo le perdite per kg di ferro date dal provino.

Tutte le prove che seguono sono state eseguite alla frequenza di 50 Hz ± 0,25 %.

Nella fig. 12 è rappresentato lo schema dei due circuiti di alta e bassa tensione, con le prese relative.

a) *Misura delle perdite con diverso numero di spire sul primario o sul secondario* (*con la cassa d'olio*). — Frequenza: 50 Hz; temperatura olio: 18° a 19°.

La corrente I_1 a vuoto è, in questo tipo di trasformatore, piuttosto forte e varia dal 15 al 20 % della normale (100 A) secondo le inserzioni.

Dall'esame dei risultati esposti nella Tabella I si vede anzitutto che non ha influenza sulle perdite ridurre l'alta tensione a vuoto, escludendo e anche staccando delle spire, quando si mantenga costante la bassa tensione applicata. Per tensioni molto più elevate potrebbe diventare apprezzabile una differenza delle perdite nell'isolante.

Quando invece si fa variare la bassa tensione applicata, proporzionalmente al numero delle spire inserite, come è indicato nella parte inferiore dalla tabella, in modo da mantenere costante il flusso concatenato, come appare dalla tensione misurata sul secondario, si hanno notevoli variazioni nelle perdite. Queste variazioni non si possono attribuire che ad una diversa distribuzione del flusso nel ferro. L'influenza della cassa, che risulta dalle due misure eseguite nelle identiche condizioni, ma con o senza coperchio, non è dovuta tanto alla dispersione quanto ai conduttori della bassa tensione, che escono all'esterno da due fori distinti, e lontani fra loro, e passano proprio sotto il coperchio per attaccarsi alla morsettiera posta in testa al trasformatore.

La massima percentuale delle perdite addizionali si ha quando sono inserite tutte le spire della bassa tensione, la minima quando sono escluse le bobine di estremità. Se ne deduce (vedi (2) A 1)) che nel secondo caso la distribuzione del flusso è più uniforme.

Si deve però osservare che, comunque si dispongano le prese, col diminuire delle spire inserite diminuiscono le perdite; a parità di numero di spire si ha la massima perdita quando sono inserite le bobine di estremità.

Da quanto si è detto risulterebbe la convenienza, rispetto a questo genere di perdite, di accorciare l'altezza degli avvolgimenti, tenendo le bobine di estremità lontane dai gioghi.

b) *Misura delle perdite* (*a vuoto*) *con la cassa o senza, a diversa temperatura e diversa tensione applicata.* — Tutte le misure indicate nella Tabella II sono state eseguite con l'inserzione corrispondente alle massime perdite, come appare dalla Tabella I.

L'influenza della cassa è notevole anche a vuoto poichè, alla tensione normale di 251 volt, la percentuale delle perdite addizionali raddoppia con la cassa.

Bisogna tener presente, a questo riguardo, oltre al fatto già notato dei conduttori attraversanti le pareti della cassa, il forte valore della corrente a vuoto.

Tabella I.

Bassa tensione: Prese (vedi fig. 12)	Bassa tensione: Gruppi esclusi da a	Bassa tensione: N. spire inserite	Bassa tensione: Tensione applicata volt	Alta tensione: Prese	Alta tensione: Gruppi esclusi	Alta tensione: Tensione misurata a vuoto volt	Perdite totali misurate detratto $R_1 I_1^2$ watt	cos φ	Perdite calcolate nel ferro watt	Perdite addizionali in % delle precedenti	Osservazioni
51-60	nessuno	64	251,5	variabili	variati fra 0 e il 40 %		costanti	0,1			Spire di A. T. escluse attaccate oppure staccate dal resto
51-60	nessuno	64	251,5	1-50	nessuno	6072	350	0,10	323	+ 8,4	Cassa senza coperchio
»	»	»	»	»	»	»	360	»	»	+ 11,5	Cassa col coperchio
53-60	51-58	56	220	»	»	6060	341	»	»	+ 5,6	» »
51-59	59-60	»	»	»	»	»	342	»	»	+ 5,9	» »
56-60	51-56	48	188,5	»	»	»	335	»	»	+ 3,7	» »
51-57	57-60	»	»	»	»	»	»	»	»	»	» »
51-60	51-52 ; 53-55	»	»	»	»	6078	339	»	»	+ 5	» »
58-59	51-58 ; 59-60	»	»	»	»	6060	334	»	»	+ 3,4	» »

Tabella II *a*.

Bassa tensione: Prese	Bassa tensione: N. spire inserite	Bassa tensione: Tensione applicata volt	Alta tensione: Prese	Alta tensione: N. spire inserite	Cassa	Temperatura olio	I_2 (Bassa t.) ampere	Cos φ	Perdite misurate watt	Perdite calcolate watt	Perdite addizionali %
51-60	64	260	1-50	1552	senza cassa	16°	18,1	0,08	377	343	+ 10
»	»	251,5	»	»	»	16°	15,2	0,09	340	323	+ 5,3
»	»	240	»	»	»	»	12	0,11	303	300	+ 1
»	»	230	»	»	»	»	9,75	0,12	267	280	— 4,6
»	»	260	»	»	con cassa	»	19	0,08	401	343	+ 17
»	»	251,5	»	»	»	18°	15,75	0,09	360	323	+ 11,5
»	»	240	»	»	»	»	12,3	0,11	309	300	+ 3
»	»	230	»	»	»	»	10	0,12	272	280	— 2,9
»	»	260	»	»	»	»	18,2	0,08	386	343	+ 12,5
»	»	251,5	»	»	»	66°	15,4	0,09	350	323	+ 8,3
»	»	240	»	»	»	»	12,3	0,11	306	300	+ 2
»	»	230	»	»	»	»	10	0,12	266	280	— 5

La temperatura ha pure una notevole influenza sulle perdite, nel senso di farle diminuire quando essa aumenta. Passando da 18° a 66°, alla tensione normale, le perdite addizionali diminuiscono del 3 %. Questa diminuzione sembra dovuta esclusivamente alla diversa condizione in cui lavora il ferro, poichè le perdite nel dielettrico, a tensioni così basse sono trascurabili, e, in ogni caso, esse aumenterebbero con la temperatura (vedi (2) A 3).

E' poi interessante vedere come variano le perdite nel ferro in funzione della tensione applicata e quindi dell'induzione nei nuclei e nei gioghi.

Nello specchietto seguente sono indicati i valori medi calcolati dell'induzione nei nuclei e nei gioghi al variare della tensione applicata all'avvolgimento di 64 spire.

TABELLA II *b*.

Tensione applicata volt	Nuclei		Gioghi	
	Peso Kg.	B Gauss	Peso Kg.	B Gauss
260	86.6	15200	94.4	12060
251,5	»	14700	»	11660
240	»	14020	»	11130
230	»	13440	»	10660

Nei diagramma della fig. 13 sono invece riportate le curve delle perdite teoriche a vuoto nel ferro e delle perdite effettive a vuoto e a freddo.

E' notevole il diverso andamento delle curve, anche tenendo presente che i lamierini non sono esattamente gli stessi. Si vede che, al disotto di un certo valore dell'induzione, le perdite addizionali diventano negative. L'effetto degli angoli (vedi (2) a 1) si fa sentire maggiormente ai bassi valori dell'induzione.

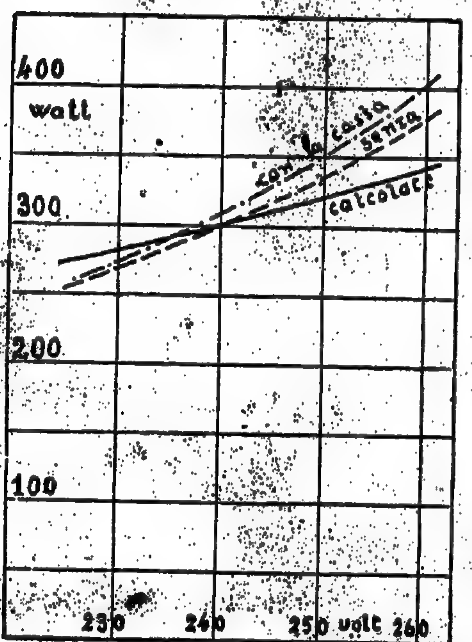


Fig. 13.

Qualche recente manuale di pratica costruttiva di trasformatori (p. es.: «Der praktische Transformatorenbau» - W. KEHSE, Stuttgart, F. Euke, 1934, pagg. 24, 25) riporta delle tabelle dalle quali si possono ricavare le perdite effettive per kg di nucleo di ferro del trasformatore costruito, in confronto a quelle misurate con l'apparecchio di Epstein, in funzione dell'induzione.

Ritengo che queste tabelle non possano avere valore generale, perchè le perdite addizionali a vuoto dipendono da troppi coefficienti. Possono avere un certo valore solo in un dato caso particolare. Così dalla Tab. II *a*, Tab. II *b* si potrebbero ricavare delle curve esprimenti le perdite addizionali percentuali a vuoto, nel caso di trasformatori monofasi a mantello con lamiere legate di 35/100, con la cassa o senza.

B) PERDITE NEL RAME E ADDIZIONALI IN CORTO CIRCUITO.

Per misurare le perdite addizionali dette di corto circuito, in base alla definizione data in principio (2), sono state eseguite numerose prove sui trasformatori già descritti, sia con la cassa sia senza.

L'alimentazione è stata fatta dalla parte dell'alta tensione, tenendo l'avvolgimento di bassa tensione chiuso in corto circuito.

Nella pratica le prese vengono fatte preferibilmente sull'avvolgimento ad alta tensione, esterno, per ragioni economiche, e così il nostro tipo di trasformatore, messo in corto circuito, è stato alimentato in diversi modi, come è indicato nelle tabelle seguenti, variando il numero delle spire di alta tensione inserite e la corrente corrispondente, e mantenendo invece costanti le spire inserite e la corrente della bassa tensione. Si suppone in questo modo, che il trasformatore lavori a potenza costante ed uguale a 25 kVA.

La dispersione aumenta con l'aumentare del numero delle spire escluse da uno degli avvolgimenti. Escludendo il 10 %, o meno, delle spire, risultano, nel nostro caso, differenze ancora troppo piccole per un esatto apprezzamento. Si riportano perciò nelle tabelle seguenti i risultati ottenuti escludendo il 20 % ed il 30 % delle spire di A. T.

Anche in queste prove, dopo ogni misura di potenza è stata eseguita la misura di resistenza, senza cambiare alcuna connessione.

Dalla tabella precedente appare subito ben evidente l'aumento delle perdite addizionali dovuto alla cassa e così pure la differenza fra le condizioni di spire escluse al centro (posizioni 4, 5, 8, 9) e spire escluse agli estremi (posizioni 2, 3, 6, 7).

Cerchiamo di analizzare separatamente queste perdite e vediamo con quale approssimazione si possono calcolare in sede di progetto.

a) *Perdite nella cassa.* — Con la cassa d'olio, l'esclusione fino al 30 % delle spire di alta tensione (esterne) non produce aumento nelle perdite addizionali se l'esclusione è fatta al centro; si ha invece un aumento fin del 100 % se l'esclusione è fatta ad un estremo.

Una notevole differenza si ha fra le due prove con esclusione all'estremo superiore od all'inferiore; quando il trasformatore è nella cassa, la differenza è dovuta in parte al fatto che il nucleo del trasformatore poggia sul fondo della cassa, e perciò il fondo stesso resta molto più vicino agli avvolgimenti del coperchio, dato che al di sopra del nucleo vi è anche la morsettiera per cambiare le prese. Siccome però la differenza esiste anche senza cassa, benchè in grado minore, essa deriva probabilmente anche da una dissimmetria delle parti accessorie (flange, tiranti, bulloni) e degli stessi avvolgimenti (benchè le resistenze siano perfettamente simmetriche); infatti la differenza è diversa in due trasformatori di identica costruzione, mentre resta quasi eguale il valore medio. Questo dà anche una idea dell'approssimazione che si può ottenere nel calcolare queste grandezze.

Le perdite addizionali dovute alla cassa sono rappresentate dalla differenza fra i valori della colonna 6ª e quelli della colonna 11ª. Esse esistono anche quando tutte le spire, primarie e secondarie, sono inserite. Ciò è dovuto, sia alla inevitabile dispersione alle estremità, sia ai conduttori di collegamento (specialmente della bassa tensione) dall'interno all'esterno. Si possono ridurre queste perdite mantenendo i conduttori stessi lontani dalle pareti fino all'attraversamento, e ravvicinati fra di loro.

Il calcolo di queste perdite si può fare con sufficiente approssimazione solo per qualche tratto particolare, per es., per le flange dei passanti o per qualsiasi tratto di tubo cilindrico concentrico al conduttore, ammettendo uniforme l'induzione nello spessore del tubo e nelle flange annesse e costante la permeabilità, e adoperando le comuni formule, che dànno le perdite per correnti parassite. Nel nostro caso si è calcolata una perdita di circa 2,5 watt per ciascuno dei due manicotti della bassa tensione e flange relative.

TABELLA III. — *Connessioni*, vedi fig. 12.

Posizione	ALTA TENSIONE						BASSA TENSIONE		
	La tensione è applicata fra i punti	Bobine escluse	% spire escluse	N. spire inserite	Tensione normale corrispondente volt	Corrente normale ampere	N. spire inserite	Spire escluse	Corrente normale ampere
1	1-50	—	0	1552	6097	4,1	64	—	99,5
2	11-50	A_1-B_1	20	1242	4880	5,12	»	—	»
3	1-40	B_6-A_6	»	»	»	»	»	—	»
4	1-50	A_2-A_3	»	1244	4885	»	»	—	»
5	1-50	B_2-B_5	»	1240	4880	»	»	—	»
6	16-50	A_1-B_1-B_2	30	1086	4270	5,86	»	—	»
7	1-35	B_5-B_6-A_4	»	»	»	»	»	—	»
8	1-50	B_2-23/28-B_5	»	»	»	»	»	—	»
9	1-50	½ B_3-A_2-A_3- ½ B_4	»	1088	»	»	»	—	»

TABELLA IV. — *Perdite corrispondenti alle posizioni della Tabella III.*
Frequenza 50 Hz — Temperatura 24°

Posizione	CON LA CASSA D'OLIO					SENZA LA CASSA						
	Tensione applicata volt	Perdite misurate watt	Cos φ	Perdite normali nel rame calcolate watt	Perdite addizionali watt	Tensione applicata volt	Perdite misurate watt	Cos φ	Perdite normali nel rame calcolate watt	Perdite addizionali watt	Reattanza di dispersione % I trasfor. %	Reattanza di dispersione % II Trasfor. %
1	204	340	0,41	307,5	32,5	204	336,5	0,40	313	23,5	3,07	2,85
2	231	390	0,33	348,5	41,5	226	380,5	0,33	359	21,5	4,37	4,65
3	297	407	0,27	353	54	286	387	0,26	361	26	5,64	5,1[illegible]
4	192	382,5	0,39	350	32,5	188	385	0,40	363	22	3,53	3,2[illegible]
5	180	381	0,41	348	33	180	382	0,41	364	18	3,35	—
6	296	437,5	0,25	371	66,5	289	404	0,24	377	27	6,53	6,97
7	384	455,5	0,20	375	80,5	370	417,5	0,19	385	32,5	8,5	7,66
8	163	402	0,42	368,5	33,5	160	405	0,43	386,5	18,5	3,38	—
9	192	405	0,36	369,5	35,5	191	394	0,35	377	17	4,18	3,75

Ben più incerto sarebbe il calcolo esteso a tutta la lamiera della cassa intorno al passante; basta considerare che il campo H varia inversamente alla distanza dal conduttore e che μ varia con H.

Le perdite nella cassa dovute al flusso disperso si possono calcolare con le formule di Heiles (10 e 11).

Dalla Tabella IV, considerando il caso dell'esclusione del 30 % delle spire all'estremità superiore e inferiore e prendendo il valore medio, fra questi due casi, della differenza delle perdite misurate con la cassa e senza, si ottiene:

$$\frac{66{,}5 + 80{,}5}{2} - \frac{27 + 32}{2} = 44 \text{ watt}$$

Detratti 9 watt di perdite addizionali, che si hanno anche senza esclusione di spire (posizione 1) e che ammetteremo dovuti a cause che permangono identiche con qualunque inserzione e calcolabili a parte (per trasformatori di grande potenza questa parte rappresenterebbe probabilmente una percentuale assai piccola) rimangono a rappresentare le perdite nella cassa dovute alla parzializzazione dell'avvolgimento:

$$P_c = 35 \text{ watt}$$

Applicando la formula di Heiles (11) otteniamo *per una striscia di larghezza* $b = 1$ *cm* di fronte all'avvolgimento, nel mezzo della parete frontale:

$$k_m = 0.996 \ (\mu = 500) \quad ; \quad f = 50 \quad ; \quad \Delta = 0{,}2 \text{ cm}$$

$$L = 35 \text{ cm.} \quad ; \quad A_1 = \frac{64 \times 99{,}5}{35} = 182$$

$$M = 10 \text{ cm} \quad ; \quad m = M/L = 0{,}286 \quad ; \quad \Lambda = 0{,}026$$

$$r_i = 7{,}1 \text{ cm} \quad ; \quad r_a = 18 \text{ cm} \quad ; \quad r_m = 12{,}55 \quad ; \quad \delta = 10{,}9$$

$$W_1 = 5 \cdot 0{,}996 \left\{ \frac{12{,}55}{18} \cdot \frac{1}{10{,}9} \cdot \frac{182}{100} \left(\frac{35}{10}\right)^2 \frac{50}{100} \right\}^2 35 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}027 = \\ = 0{,}48 \text{ watt}$$

Si tratta ora di stabilire a qual porzione del perimetro totale va estesa l'applicazione. Heiles consiglia di prendere, per trasformatori trifasi a cassa rettangolare e pareti piane, il 60 % della larghezza della parete frontale. Ora sembra che questa stessa percentuale vada bene anche per trasformatori monofasi a mantello, notando però che la cassa ha le pareti frontali ondulate.

Adottando questa percentuale, poichè la parete frontale della cassa in prova è larga 60 cm, otteniamo:

$$P_c = 2 \times 60 \times 0{,}6 \times 0{,}48 = 34{,}5 \text{ watt}$$

Consideriamo il caso dell'esclusione del 20 % delle spire di alta tensione, pure ad una estremità. La differenza tra le medie delle posizioni 2 e 3, con la cassa e senza, ci dà:

$$\frac{41{,}5 + 54}{2} - \frac{21{,}5 + 26}{2} = 24 \text{ watt}$$

Detratti come prima 9 watt, rimangono:

$$P_c = 15 \text{ watt}$$

Con la formula 11) di Heiles abbiamo:

$$M = 7 \text{ cm} \quad ; \quad M/L = 7/35 = 0{,}2 \quad ; \quad \Lambda = 0{,}011$$

$$W_1 = 0{,}1955 \text{ watt} \quad ; \quad P_c = 120 \times 0{,}6 \times 0{,}195 = 14 \text{ watt}$$

Bisogna però riconoscere, che un calcolo così fatto non può presentare in tutti i casi una sufficiente garanzia di approssimazione. Si è già visto ((3) B 1) che le perdite con lamiere ondulate dovrebbero essere minori, a parità di altre condizioni, di quelle con pareti piane, nel rapporto η del rispettivo sviluppo effettivo. Non pare da quanto si è visto, che così succeda, perchè le perdite avrebbero dovuto essere nel nostro caso assai minori, essendo $\eta = 3{,}5$.

Ma per risolvere questo interessante e particolare problema, bisognerebbe poter sperimentare sullo stesso trasformatore con casse munite di pareti piane e con diverse ondulazioni.

b) *Calcolo della reattanza percentuale di dispersione.* — Alcune Ditte costruttrici adoprano, per il calcolo delle perdite nella cassa, delle formule semiempiriche di origine americana, nelle quali entra la reattanza percentuale di dispersione. Può essere utile, anche per altri scopi, conoscere il valore di questa reattanza che, se si può misurare sperimentalmente con facilità, si può invece calcolare soltanto approssimativamente, e il calcolo è assai più difficile quando si tratta di trasformatori con avvolgimenti parzializzati.

Le discussioni sulla dispersione nei trasformatori durano ormai da 30 anni, ed ancora non si è raggiunto l'accordo sulla definizione stessa di dispersione. Si vedano a questo proposito i recenti lavori del Weber [19] e del Kupfmüller [20]. Ed anche sulla separazione della reattanza fra i due avvolgimenti primario e secondario, e sulla relativa misura sperimentale si è assai discusso; su tale argomento si vedano i lavori del Boyajian [21] e del Dahl [22]. Non è questo il luogo per la trattazione di un argomento così vasto e complicato, ma converrà ricordare solo le conclusioni dei precedenti lavori teorici e sperimentali.

L'autoinduzione di dispersione di un trasformatore non ha un valore assoluto, ma varia con le condizioni di alimentazione.

Attribuire tutta la reattanza di dispersione ad uno solo degli avvolgimenti, come fanno molti progettisti e come è indicato anche in alcuni trattati (Richter [17], pag. 57), può essere comodo per il calcolo, ma non ha alcuna base fisica. Però, anche a pari numero di spire, le reattanze dei due avvolgimenti risultano, in generale, diverse fra loro secondo la posizione reciproca e rispetto al nucleo.

Abbiamo pertanto cercato di stabilire qualche formula, che permettesse di calcolare con sufficiente approssimazione, la reattanza di dispersione con gli avvolgimenti parzializzati ed il valore dell'induzione nello spazio occupato dagli avvolgimenti.

Già nel procedimento usato da Heiles, per il calcolo delle perdite nella cassa, è indicata una via per il calcolo della reattanza: aggiungere cioè alla reattanza del trasformatore con avvolgimento completo simmetrico, la reattanza corrispondente alla componente fittizia (vedi fig. 8 *c*) calcolata con le usuali formule per trasformatori a bobine sovrapposte. Lo stesso procedimento è applicato da anni in America, secondo lo Stephens [18]. Egli però si riferisce solo a grandi trasformatori con prese al centro ed esclusione, pare, sino al 10 ÷ 15 % delle spire. I risultati ottenuti applicando un simile procedimento al nostro tipo di trasformatore, con esclusione delle spire agli estremi, sono stati assai poco soddisfacenti e sempre molto in eccesso. Ciò dipende dal fatto che l'andamento delle linee di flusso è ben diverso nel caso di un trasformatore equivalente alla sola componente fittizia della fig. 8 *c*, da quello del trasformatore reale con una distribuzione eguale a quella della fig. 8 *a*. E non è vero che sovrapponendo la distribuzione delle linee d'induzione corrispondente alla fig. 8 *c* (seconda componente fittizia) a quella corrispondente alla fig. 8 *b* (prima componente fittizia), si ottenga la distribuzione reale risultante delle linee di flusso.

Si è ritenuto pertanto necessario determinare sperimentalmente

il valore e la direzione dell'induzione nelle parti accessibili, in prossimità degli avvolgimenti, per mezzo di una bobina esploratrice di 100 spire e 4 cm^2 di area, accoppiata ad un milliamperometro a coppia termoelettrica, mentre il trasformatore funzionava in corto circuito, con corrente normale.

Il rilievo si è dovuto limitare ad una serie di punti posti in due piani diametrali *a* e *b* (fig. 14) all'esterno dell'avvolgimento di alta

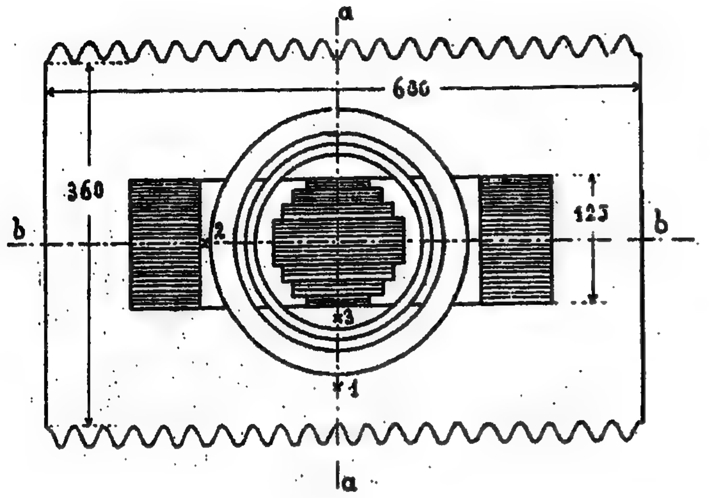


Fig. 14.

tensione (esterno) ed all'interno dell'avvolgimento di bassa tensione (interno) secondo le verticali segnate dalle crocette.

Altri punti sono stati rilevati nel piano *a a* lungo una orizzontale al di sopra degli avvolgimenti.

Riportati i vettori sul disegno della sezione corrispondente del trasformatore si è cercato di tracciare l'andamento completo delle linee d'induzione, come risulta dalle figg. 15, 16 e 17. Le crocette ed i punti segnati rispettivamente sugli avvolgimenti di alta e bassa tensione, indicano i centri delle bobine inserite. Le freccette lungo

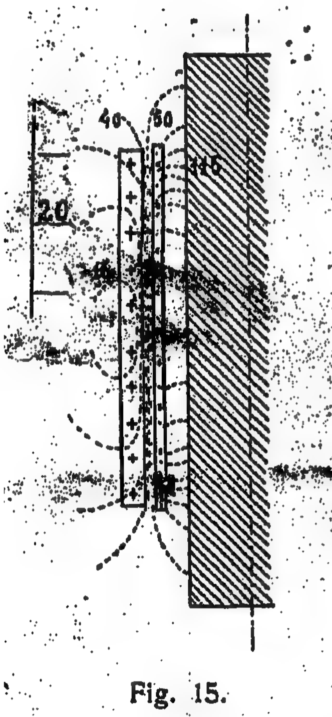


Fig. 15.

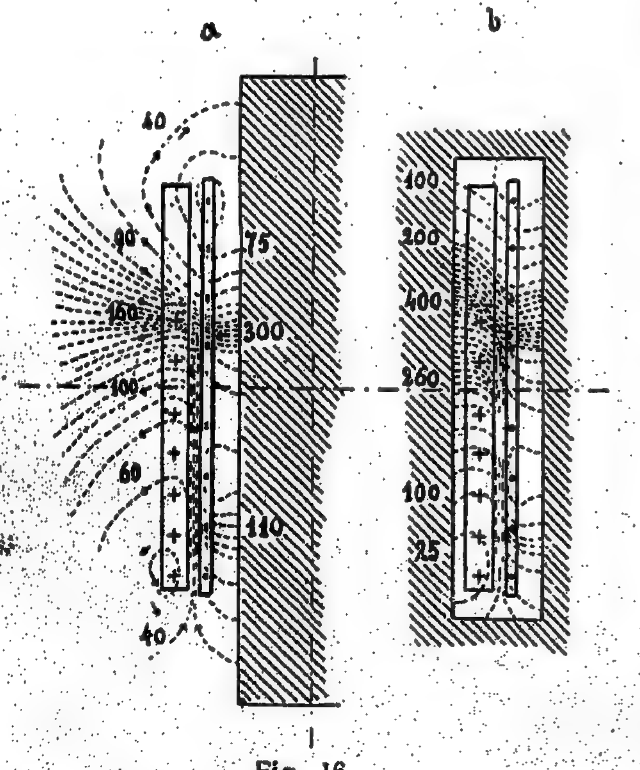


Fig. 16.

le linee di induzione indicano la direzione ed il senso dell'induzione nei punti più caratteristici fra quelli in cui si è eseguito il rilievo sperimentale. I numeri indicano il valore assoluto dell'induzione, in gauss.

La fig. 15 mostra lo sviluppo delle linee d'induzione nel piano della sezione trasversale *a a,* quando l'avvolgimento è completamente inserito. L'andamento corrisponde alle ipotesi che i diversi Autori hanno posto a base del calcolo approssimato delle reattanze di dispersione, e infatti con le formule di Arnold, Kapp, Richter, ecc., si ottengono risultati sufficientemente prossimi al vero.

Nella fig. 16 *a* è indicato il rilievo fatto nel piano trasversale *a a* del trasformatore funzionante a parità di potenza del caso precedente, ma col 30 % delle spire di alta tensione (avvolgimento esterno) escluse all'*estremo superiore*.

La densità di corrente è perciò la stessa del caso precedente nell'avvolgimento a bassa tensione; è invece aumentata del 30 % nelle spire incluse di alta tensione. L'andamento delle linee di induzione esterne si può tracciare facilmente; l'induzione presenta un massimo, in direzione quasi orizzontale, in prossimità dell'inizio superiore della parte inserita dell'avvolgimento di alta tensione. Il rilievo fatto nell'interno dell'avvolgimento di bassa tensione (interno) e cioè in prossimità del ferro del nucleo centrale, rivela una componente orizzontale massima quasi in corrispondenza del massimo esterno, pure orizzontale, ma di valore circa doppio. Ciò che importa maggiormente rilevare è che il senso delle linee di flusso è *lo stesso* all'esterno ed all'interno degli avvolgimenti, come si è verificato sperimentalmente per mezzo di due bobine messe in serie.

La fig. 16 *b* indica la distribuzione approssimata del flusso nel piano *b b,* cioè nella « finestra » fra il nucleo centrale ed uno dei montanti. La distribuzione corrisponde a quella nel piano *a a,* ma il valore della *B* è molto maggiore.

Un rilievo fatto in un piano orizzontale, lungo tutta la periferia esterna dell'avvolgimento di alta tensione ed a parità di distanza dall'avvolgimento stesso, mostra che la variazione della *B* (in uno stesso piano) è di circa il 20 % del valore massimo nella « finestra »; è di circa il 10 % nella parte scoperta; il rapporto fra il valore massimo sotto la finestra e quello esterno è circa 2. Per trasformatori normali a mantello questi rapporti non dovrebbero cambiare molto.

Infine nella fig. 17 si è tracciato, in base ad un altro rilievo sperimentale, l'andamento delle linee d'induzione nel piano *a a* del trasformatore, sempre caricato in modo da corrispondere alla stessa potenza dei casi precedenti, ma con esclusione del 30 % delle spire *nella parte centrale* dell'avvolgimento di alta tensione (esterno).

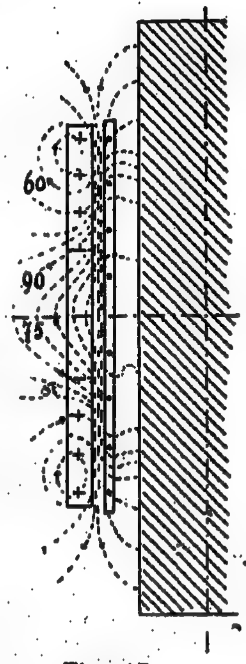


Fig. 17.

Si vede chiaramente che la maggior parte del flusso concatenato con l'avvolgimento esterno, si suddivide in due parti, ciascuna concatenata con la corrispondente metà dell'avvolgimento di alta tensione; il valore massimo della *B* è la metà circa del caso precedente. Tutto questo porta ad una forte diminuzione della reattanza, rispetto al caso precedente, come si riscontra sperimentalmente. Nello spazio vuoto di corrente, al centro, si ha, per così dire, una fuoruscita delle linee di flusso concatenato con l'avvolgimento interno, il che porta un leggero aumento della reattanza dell'avvolgimento di bassa tensione, per la diminuita riluttanza del percorso delle linee, ma in pari tempo si ha una diminuzione del valore dell'induzione nello spazio occupato dall'avvolgimento di bassa tensione (grossa sezione di rame) e quindi una diminuzione, almeno nel caso dei conduttori a sezione circolare, delle perdite nel rame per correnti parassite.

Risulta pertanto *la convenienza, sotto ogni aspetto, dell'esclusione delle spire nella parte centrale degli avvolgimenti* in confronto a quella agli estremi, come si fa oggi in tutti i grandi trasformatori. Lo studio di questa particolare esclusione al centro e delle perdite corrispondenti, può essere fatto, con buona approssimazione, adoperando i procedimenti e le formule degli Autori già citati.

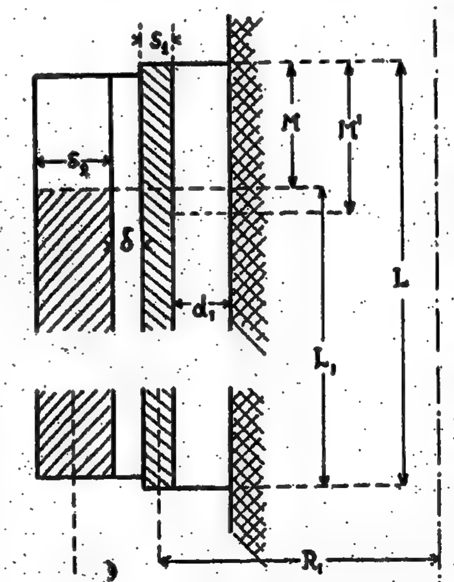


Fig. 18.

Può essere invece utile la ricerca di qualche formula che serva a calcolare la reattanza di dispersione e le perdite addizionali nel rame, nel caso dell'esclusione agli estremi.

Il procedimento che qui viene proposto, partendo da ipotesi semplificative, ha dato, nei casi da noi considerati, risultati soddisfacenti, ma certo ha bisogno di altre conferme sperimentali per vedere fin dove sia applicabile, e quali siano i coefficienti più convenienti nei diversi casi.

Partendo dalla distribuzione del flusso tracciata nella fig. 16, corrispondente ad una esclusione del 30% delle spire di alta tensione ad un estremo dell'avvolgimento, si può pensare che la reattanza totale sia dovuta alla somma della reattanza dell'avvolgimento di alta tensione, più quella dovuta alla parte dell'avvolgimento di bassa tensione, che è fronteggiato dalle spire inserite di alta tensione, più ancora quella parte dovuta alle residue spire di bassa tensione. Dovremo quindi calcolare tre reattanze parziali (percentuali) e poi sommarle.

Si consideri il sistema dei due avvolgimenti (fig. 18) funzionante con densità di corrente corrispondente alla condizione di potenza costante ed eguale al pieno carico dell'avvolgimento completo. *Nella*

parte di altezza L' le amperspire dell'avvolgimento 2 sono quelle totali ed eguali a quelle dell'avvolgimento completo, a parità di potenza; quelle dell'avvolgimento 1 sono una parte delle totali.

Il tratto di riluttanza non trascurabile del percorso del flusso di dispersione, che passa tra i due avvolgimenti, è ridotto all'altezza L'.

Prendiamo per es. la formula di Kapp:

$$X\% = K \frac{N I}{\Phi} \left(\delta + \frac{s_1 + s_2}{3}\right) \frac{P_m}{L} \cdot 100 \tag{12}$$

che dà la reattanza percentuale di tutto l'avvolgimento completo e nella quale:

K = 2 (per trasformatori monofasi a mantello)
NI = amperspire primarie o secondarie
Φ = flusso *utile* totale in unità assolute
P_m = perimetro medio fra i due avvolgimenti, in cm.

Le altre grandezze si ricavano dalla fig. 18 e sono in cm.

Possiamo applicare questa formula separatamente al primario e al secondario, e limitatamente all'altezza L'. Avremo:

$$X_1' \% = K \frac{N_1' I_1'}{\Phi} \left(\delta_1 + \frac{s_1}{3}\right) \frac{P_1}{L'} \cdot 100 \tag{13}$$

$$X_2' \% = K \frac{N_2' I_2'}{\Phi} \left(\delta_2 + \frac{s_2}{3}\right) \frac{P_2}{L'} \cdot 100 \tag{14}$$

dove:

$$N_1' I_1' \;;\; N_2' I_2'$$

sono le amperspire primarie e secondarie comprese nell'altezza L', nella particolare condizione che viene stabilita.

$\delta_1 + \delta_2 = \delta$ (in cm)
$\frac{\delta_1}{\delta_2} \simeq 1$; oppure: $\frac{\delta_1}{\delta_2} \simeq \frac{N_1' I_1'}{N_2' I_2'} \cdot \frac{s_2}{s_1}$
P_1 = perimetro corrispondente al raggio R_1, in cm
P_2 = » » » » R_2, » »

Per avere la reattanza totale rimane da aggiungere la reattanza corrispondente al tratto di altezza M dell'avvolgimento 1.

Per il calcolo di questa reattanza si propone la formula 19) la cui dimostrazione è data in Appendice:

$$X_1'' \% = (1 + \beta) \frac{\omega I_1'}{E_1} \frac{4 \pi N_1'''^2}{s_1 + d_1 + k M'} \frac{M'}{3} P_1 \cdot 10^{-7} \tag{19}$$

nella quale:

β = rapporto fra la parte della circonferenza esterna dell'avvolgimento che è ricoperta dai nuclei esterni e l'intera circonferenza
ω = $2 \pi f$
E_1 = tensione normale dell'avvolgimento 1, in volt
N_1''' = 1,2 $(N_1 - N_1')$, essendo N_1 il numero totale di spire dell'avvolgimento 1
M' = 1,2 M
k = 0,5.

Gli altri simboli sono noti. Sommando:

$$X \% = (X_1' + X_2' + X_1'') \%$$

si ottiene la reattanza percentuale totale nel caso di parzializzazione dell'avvolgimento esterno. I risultati sono riportati nelle Tabelle V e VI.

In un recente e pregevole lavoro P. Bunet [24] ha proposto delle formule per il calcolo della induttanza di dispersione, nei casi più svariati di avvolgimenti cilindrici ed a bobine sovrapposte. Egli modifica opportunamente un procedimento adoperato da H. de Pistoye [25], parecchi anni or sono, il quale, a sua volta, si era basato su esperienze e rilievi di spettri magnetici, all'esterno dell'avvolgimento di un trasformatore asimmetrico, eseguiti da M. Papin, per mezzo della limatura di ferro. Da questi spettri ricavati in qualche sezione esterna i vari Autori hanno dedotto un andamento delle linee di induzione nell'interno del trasformatore, che non persuade completamente. H. de Pistoye ha cercato di dare una formula senza coefficienti empirici, ma P. Bunet, riconoscendo che le ipotesi fatte non potevano essere rigorose, ha preferito introdurre dei coefficienti variabili secondo il tipo di trasformatore e di inserzione.

Per un trasformatore monofase corazzato, del tipo rappresentato nella fig. 11, il Bunet dà la seguente formula, espressa coi simboli della fig. 8:

$$X \% = \frac{\omega I_1'}{E_1'} \frac{4 \pi N_1'^2}{L_m} P_m \, d \left(1 - \frac{d}{2 L_m}\right) k \cdot 100$$

dove:

$$I_1' \, N_1' \text{ ed } E_1'$$

possono essere per es. rispettivamente corrente, numero di spire e tensione normale corrispondente dell'avvolgimento parzializzato di alta tensione,

$$L_m = \frac{L + L'}{2} \;;\; P_m = 2 \pi \frac{R_1 + R_2}{2}$$

$$d = \delta + \frac{s_1 + s_2}{3} \;;\; k = \sqrt{1 + 0{,}2 \frac{M^2}{d^2}}$$

Applicando questa formula al trasformatore Savigliano, nelle diverse condizioni di parzializzazione, si sono trovati quasi esattamente gli stessi valori dati dalle formule proposte in precedenza e riportati nella Tabella VI.

c) *Calcolo delle perdite addizionali nel rame.* — Possiamo calcolare le perdite per correnti parassite nel rame, nel caso di avvolgimenti completi e simmetrici, applicando le formule di Richter e di Bohle-Grant (vedi (2) B).

Applicando la formula 8) all'avvolgimento di bassa tensione del nostro trasformatore, formato con piattina di rame di sezione 0,4 × 1 cm, avvolta di piatto, avremo il rapporto fra le perdite per correnti parassite e quelle normali:

$$\eta = \left(\frac{0{,}4 \, \pi^2}{1{,}74 \cdot 10^{-6} \cdot 10^8}\right)^2 \cdot \left(\frac{50 \cdot 64 \cdot 0{,}4}{40}\right)^2 \cdot 1^4 \cdot \frac{1}{9} \left(1 - \frac{1}{5 \cdot 1^2}\right) = 0{,}04\text{[illegible]}$$

dove la lunghezza del circuito di dispersione, per le ragioni già esposte, si è assunta eguale all'altezza della finestra del nucleo di ferro, cioè 40 cm, un po' maggiore dell'altezza dell'avvolgimento. M[illegible]plicando η per le perdite normali misurate si ha:

$$W_1 = 0{,}0468 \times 177 = 8{,}28 \text{ watt}$$

Applicando la formula 9) all'avvolgimento di alta tensione, formato con filo di sezione circolare e diametro 0,18 cm si ha:

$$\eta = \left(\frac{\pi^3}{30 \cdot 1{,}74 \cdot 10^{-6} \cdot 10^8}\right)^2 \cdot \left(\frac{50 \cdot 1552}{40}\right)^2 \cdot 0{,}18^4 \left(1 - \frac{1}{5 \cdot 12^2}\right) = 0{,}00\text{[illegible]} \%$$

$$W_2 = 0.0045 \times 136 = 0{,}61 \text{ watt}$$

ed in totale, sommando:

$$W = 8{,}28 + 0{,}61 = 8{,}89 \text{ watt}$$

Eseguendo invece il calcolo con le formule 3), 4) e 7) di Richter, si ottiene:

$$W_1 = 11{,}85 \text{ watt} \;;\; W_2 = 1{,}02 \text{ watt} \;;\; W = 12{,}9 \text{ watt}$$

Le perdite addizionali riscontrate sperimentalmente in queste condizioni sono: *23,5 watt.* Anche se le perdite addizionali nel rame sono state calcolate in difetto, devono però esistere altre perdite, sia nel ferro (specialmente nelle parti massicce) per effetto dei flussi dispersi, sia per difetto di isolamento fra le spire, ecc., che non si possono calcolare. Nel nostro caso esse arrivano al 5 % delle perdite *normali* nel rame, oltre le perdite addizionali già calcolate. E' assai probabile, però, che questa percentuale vada diminuendo con l'aumentare delle dimensioni e della potenza del trasformatore.

Volendo ora calcolare le perdite addizionali nel rame con l'avvolgimento parzializzato, possiamo ricorrere agli stessi concetti che ci hanno guidato nel calcolo della reattanza.

Consideriamo il caso dell'esclusione del 30 % delle spire di alta tensione, e la corrispondente distribuzione dei flussi dispersi rappresentata nella fig. 16. Potremo ancora considerare separatamente i due tratti di altezza L' ed M. In questo secondo tratto potremo ancora applicare la formula 8) di Grant, se ammettiamo che l'induzione vari da zero ad un massimo, partendo dall'estremo superiore fino ad una profondità $M' = 1{,}2\, M$ e che si mantenga sensibilmente in direzione orizzontale nello spazio occupato dall'avvolgimento a bassa tensione.

Naturalmente essendo nella formula h la dimensione lineare del conduttore nel senso perpendicolare alla direzione del flusso e b quella parallela, dovremo porre in questo caso:

$$h = 0{,}4 \text{ cm.} \qquad b = 1 \text{ cm.}$$

Avremo allora per il tratto di altezza M':

$$\eta = \left(\frac{0,4\ \pi^2}{1,74 \cdot 10^{-6} \cdot 10^8}\right)^2 \left(\frac{50 \cdot 25 \cdot 1}{6,5}\right)^2 \cdot 0,4^4 \cdot \frac{1}{9}\left(1 - \frac{1}{5 \cdot 25^2}\right) = 0,056$$

Le perdite normali per 25 spire e per $I = 99,5$ A a 24° sono 72 watt, perciò le perdite addizionali saranno:

$$0,056 \times 72 = 4,0 \text{ watt.}$$

Le perdite addizionali nelle spire, escluse od inserite, di alta tensione sono assai piccole e poichè, dato l'andamento del flusso, le perdite addizionali nel rame nel tratto L' dell'avvolgimento di bassa tensione devono essere minori di quelle corrispondenti a tutta l'altezza L, nel caso dell'avvolgimento completo, possiamo concludere che, anche escludendo il 30 % delle spire di alta tensione, le perdite addizionali totali nel rame variano di poco quando la dimensione maggiore della piattina dell'avvolgimento cilindrico di bassa tensione è nella direzione perpendicolare all'asse del nucleo.

Ma non succederebbe così se, come si fa normalmente, la piattina fosse avvolta di costa. In tal caso diminuirebbero notevolmente le perdite addizionali nel rame con l'avvolgimento completo, mentre si avrebbe un aumento percentuale forte con l'esclusione delle spire di alta tensione.

Sperimentalmente si è trovato un aumento medio (vedi Tabella IV) di circa 6 watt su 23,5 nelle perdite addizionali, passando dall'avvolgimento completo all'avvolgimento parzializzato del 30 %. Questo aumento sembra dovuto anzitutto al fatto che le linee di induzione non sono orizzontali, come si è supposto nel calcolo, ma più o meno inclinate, e poi alle perdite provocate dal notevole flusso disperso nel ferro massiccio delle parti accessorie (ferri ad angolo, bulloni, tiranti) e nello stesso ferro laminato.

E' pressochè impossibile sottoporre a calcolo, anche approssimato, le perdite sopraccenate, ed è preferibile aggiungere alle perdite addizionali, che si possono calcolare con una certa sicurezza, una percentuale, che sarà tanto più prossima al vero quanto più numerosi saranno i dati che l'esperienza potrà fornire in proposito.

5. - Conclusione.

A titolo di conclusione diamo la seguente tabella, che indica le perdite addizionali misurate, totali ed in per cento, delle perdite *normali* calcolate, in un tipo di trasformatore monofase a mantello rappresentato nelle figure 11 e 14. Sono inoltre indicate le perdite addizionali calcolabili e le reattanze di dispersione.

esperienze eseguite sui propri materiali e sui propri modelli. Le grandi Case costruttrici preferiranno poi, forse, il metodo del trasformatore modello, indicato dal Cole [23], che dà certamente i risultati globali più prossimi al vero.

Esso conviene solo nel caso di grandi trasformatori; si può allora costruire un trasformatore di dimensioni lineari eguali esattamente, per es., ad 1/5 di quelle del grande trasformatore in progetto, ed eseguire gli avvolgimenti in diversi modi, ricavando sperimentalmente i valori delle reattanze e delle perdite nelle più varie condizioni di funzionamento. La sezione dei conduttori e la loro disposizione devono essere identiche a quelle del trasformatore grande.

A chi non può adottare tali metodi, serviranno invece ancora le percentuali globali di aumento ricavate dagli sperimentatori *per un dato tipo* di trasformatore. Per questo si sono riportate nella colonna 6 della Tabella V le percentuali di aumento rispetto alla colonna delle perdite normali calcolate. Esse possono servire, con una certa approssimazione, solo per trasformatori di tipo eguale a quello da noi studiato, quando le prese vengono fatte alle estremità degli avvolgimenti. Si tenga invece presente che quando le prese vengono fatte nella parte centrale, non risulta *sperimentalmente*, in media, alcun aumento delle perdite addizionali, con qualsiasi parzializzazione degli avvolgimenti da zero al 30 %.

Tutte le esperienze sono state eseguite nel Laboratorio della Scuola Superiore di Elettrotecnica « Galileo Ferraris » di Torino.

Ringrazio vivamente il Prof. Vallauri, che ha voluto mettere a disposizione i mezzi necessari alle prove e consigliarmi nell'esecuzione.

APPENDICE

Consideriamo l'immagine rappresentata dalla fig. 16 *a* e le corrispondenti notazioni della fig. 18. Vediamo che le linee di flusso, partendo dall'estremo superiore dell'avvolgimento interno, si concatenano in numero sempre maggiore con un numero crescente di spire fino ad una profondità, che abbiamo chiamata M'. Il percorso di un tubo di flusso è quasi orizzontale nel tratto $s_1 + d_1$, assai variabile nel resto. Applichiamo alla parte di altezza M, dell'avvolgimento di bassa tensione, una formula:

$$L = P\frac{4\pi}{h}\int_0^a n^2 x^2\, dx + P_m \frac{4\pi N^2}{h}\delta \qquad (15)$$

sovente adottata per il calcolo approssimato dell'autoinduzione (per dispersione) di un avvolgimento di trasformatore, quando si possa ammettere che la riluttanza del circuito magnetico dei tubi di flusso sia apprezzabile solo nel tratto di lunghezza h, ed il resto sia trascu-

TABELLA V.

Spire di A. T. escluse agli estremi %	Con la cassa o senza	Perdite totali misurate watt	Perdite normali calcolate watt	Perdite addizionali: misurate watt	Perdite addizionali: % della colonna 4	Perdite addizionali: calcolabili watt	Reattanza di dispersione: media misurata %	Reattanza di dispersione: calcolata %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	senza	676	636	40	6,3	11	2,95	2,89
0	con	705	636	68	10,7	16	—	—
20	senza	724	683	41	6,0	11	4,95	5,15
20	con	768	683	85	12,4	30	—	—
30	senza	751	704	47	6,7	11	7,4	7,43
30	con	815	704	111	15,8	50	—	—

Le perdite addizionali indicate come calcolabili, nella colonna 7, sono le perdite *in carico* nella cassa e accessori e nel rame (vedi (2) B). Si vede subito che il loro complesso è inferiore sempre di molto alle perdite addizionali totali effettive. Infatti le perdite calcolate sono soltanto una parte di quelle dette di *corto circuito* e cioè quelle nel rame, ricavate con le formule 3) a 7) di Richter oppure 8) e 9) di Grant, e quelle nella cassa, ricavate pure con buona approssimazione con le formule 10) e 11) di Heiles. Le altre perdite di corto circuito sarebbero assai difficilmente calcolabili con approssimazione sufficiente.

Vi sono poi le perdite addizionali *a vuoto* che pure non si prestano facilmente ad essere calcolate. Per tener conto di queste perdite il costruttore si farà una tabella di tutte le cause di perdite a vuoto elencate in principio (vedi (2) A) e di fianco a ciascuna porrà l'aumento percentuale corrispondente di perdite addizionali, secondo la qualità dei materiali, la forma dei nuclei, la lavorazione, ecc. Sommando tutti questi valori avrà un per cento di aumento delle perdite a vuoto abbastanza prossimo al vero. Evidentemente non tutti i costruttori possono fare una simile tabella, che dovrebbe risultare da

rabile. Sia inoltre x eguale alla distanza delle spire, o degli strati di spire, dell'avvolgimento dal punto in cui si può ammettere $B = 0$, contata in direzione perpendicolare alle linee di flusso disperso; n uguale al numero di spire per unità di lunghezza nella stessa direzione; N numero totale delle spire dell'avvolgimento; P perimetro dell'avvolgimento considerato; δ distanza, contata nella direzione di x, al di là della superficie dell'avvolgimento, entro la quale si presume sia limitato il passaggio del flusso concatenato con l'avvolgimento stesso; P_m perimetro medio corrispondente a δ.

L'integrazione, nel nostro caso, va fatta partendo dall'estremo superiore, perchè in esso possiamo supporre $B = 0$.

Essa andrà poi estesa *in direzione verticale* ad un tratto di profondità maggiore di M; questa maggiorazione può essere ricavata, nel nostro caso, dal diagramma stesso delle linee di flusso (fig. 16) in base al quale porremo:

$$M' = 1,2\ M$$

e quindi il numero di spire corrispondenti:

$$N_1''' = 1,2\ (N_1 - N_1')$$

Il coefficiente 1,2 vale per trasformatori di questo tipo; in ogni

caso il valore di M va misurato esattamente sul disegno, in corrispondenza del limite delle spire inserite, e non preso in base alla percentuale delle spire escluse.

Il valore di h, che esprime la lunghezza del percorso di riluttanza non trascurabile, non potrà qui essere ritenuto costante, ma variabile con x; il relativo coefficiente di proporzionalità k dovrà essere scelto in modo da confermare i risultati sperimentali.

Trascureremo poi il termine corrispondente al secondo addendo del secondo membro della 15) ammettendo che il flusso concatenato con le spire N_1''' finisca alla profondità M'.

Posto questo, otteniamo come valore, solo largamente approssimato, dell'autoinduzione del gruppo di spire dell'avvolgimento interno, che convenzionalmente facciamo corrispondere all'altezza M:

$$L_1'' = \int_0^{M'} \left(\frac{N_1'''}{M'} x \right)^2 \frac{4\pi}{s_1 + d_1 + kx} P_1 \, dx = \tag{16}$$

$$= 4\pi P_1 \left(\frac{N_1'''}{M'} \right)^2 \frac{1}{k} \int_0^{M'} \frac{x^2}{a + x} dx$$

dove:

$$a = \frac{s_1 + d_1}{k}$$

e si indica con d_1 la distanza *media* fra la superficie interna dell'avvolgimento 1 e il nucleo di ferro interno ad esso.

Integrando la 16) otteniamo:

$$L_1'' = 4\pi P_1 \overline{N_1'''}^2 \frac{1}{k} \left\{ \left(\frac{a}{M'} \right)^2 \log \left(1 + \frac{M'}{a} \right) + \frac{1}{2} - \frac{a}{M'} \right\} 10^{-9} \text{ Henry} \tag{17}$$

e la reattanza percentuale corrispondente:

$$X_1'' \% = \frac{\omega L_1'' I_1'}{E_1} 100 \tag{18}$$

dove E_1 è la tensione normale dell'avvolgimento 1.

Si sono provati diversi valori di k: 1 ; 1/2 ; 1/3.

Ponendo $k = 1/2$ e sommando i valori dati dalle 13), 14) e 18) si è ottenuta la reattanza percentuale più prossima a quella ricavata sperimentalmente.

Sembra tuttavia ammissibile, in un calcolo che presenta tante incertezze, usare una formula più semplice, che si ottiene dando al percorso nell'aria un valore medio costante, proporzionale ad M', e indipendente da x. Si può ancora tener conto del fatto che misurando i valori dell'induzione lungo il perimetro esterno dell'avvolgimento, in uno stesso piano orizzontale, si trova, nel tratto corrispondente alla «finestra» fra i nuclei, un valore medio, che è circa il doppio di quello corrispondente al valore medio all'esterno. Moltiplicheremo perciò i valori della L_1'' per un fattore $1 + \beta$ dove β è il rapporto fra la parte della circonferenza che è ricoperta dei nuclei esterni e l'intera circonferenza.

Con queste due modificazioni otteniamo:

$$X_1''\% = (1+\beta) \frac{\omega I_1'}{E_1} \left\{ \int_0^{M'} \left(\frac{N_1'''}{M'} x \right)^2 \frac{4\pi P_1}{s_1 + d_1 + kM'} dx \right\} 10^{-9} \cdot 100 = \tag{19}$$

$$= (1+\beta) \frac{\omega I_1'}{E_1} \frac{4\pi \overline{N_1'''}^2}{s_1 + d_1 + kM'} \frac{M'}{3} P_1 10^{-7}$$

Nella tabella seguente sono riportati i valori calcolati con la formola 19) e quelli ricavati sperimentalmente. Nella formula si è posto: $k = 1/2$, ricavando gli altri valori dal disegno e dai dati del trasformatore. I calcoli e le prove sono stati eseguiti alla frequenza di 50 Hz.

Si noti la differenza che si riscontra fra due trasformatori costruiti in base allo stesso disegno.

Un controllo sull'attendibilità del procedimento può essere ottenuto calcolando il valore dell'induzione nel punto di valore massimo, cioè all'estremo inferiore del tratto M' e nello spazio d_1 fra avvolgimento e nucleo interno, dove la misura con la bobina esploratrice ha dato $B \simeq 300$ gauss.

Approssimativamente possiamo porre:

$$B = \frac{0{,}4\,\pi\, N_1'''\, I_1'}{s_1 + d_1 + {}^1/_2 M'} = \frac{0{,}4\,\pi \cdot 25 \cdot 99{,}5}{1 + 2 + {}^{13}/_2} = 329$$

Questo dato può servire per il calcolo delle perdite nel rame per correnti parassite.

Se invece dell'avvolgimento esterno di alta tensione, viene *parzializzato l'avvolgimento interno di bassa tensione*, cosa in pratica piuttosto rara, il confronto fra il calcolo e l'esperienza dimostra che, mantenendo invariate le formule 13) e 14), bisogna modificare la 16) e quindi la 18) oppure la 19), prendendo un altro valore per il percorso di riluttanza non trascurabile dei tubi di flusso. Questo appare anche evidente dal fatto che la distanza dell'avvolgimento esterno dal nucleo interno è uguale a: $d_1 + s_1 + \delta$, e le linee di flusso non possono più essere ritenute orizzontali lungo questo tragitto, ma piuttosto inclinate come all'esterno.

Valori della reattanza abbastanza prossimi a quelli sperimentali si sono ottenuti, nel nostro caso, sostituendo nella formula 19) alla espressione: $(s_1 + d_1 + 1/2\, M')$ il valore: $s_2 + 2\,M'/3$, cioè ponendo nella formola 17):

$$a = \frac{3}{2} s_2 \quad ; \quad k = \frac{2}{3}$$

e, naturalmente, sostituendo: $P_1 N_1''' I_1' E_1$ che si riferiscono all'avvolgimento 1, con $P_2 N_2''' I_2' E_2$ che si riferiscono all'avvolgimento 2 (fig. 18).

Con l'esclusione del 25 % delle spire di bassa tensione e *con le modificazioni suaccennate*, si è ottenuto:

Reattanza X % - valore misurato:

sul 1° trasformatore . . . . = 6,04 %

» 2° » . . . . = 5,9 %

» » - valore calcolato:

$X_1' + X_2' + X_2''$ (form. 18 × $(1 + \beta)$) = 5,70 %

$X_1' + X_2' + X_2''$ (formula 19) . . . . = 5,21 %

BIBLIOGRAFIA — Parte II.

19) Dott. E. Weber: *Was ist Streuung und wie berechnet man sie?* - E. T. Z., 28 agosto 1930, H. 35, pagg. 1221 e 1270.

20) K. Kupfmüller: *Einfürung in die theoretische Elektrotechnik* - J. Springer, 1932, Berlin.

21) A. Boyajian: *Resolution of Transformer Reactance into Primary and Secoundary Reactances* - J. A. I. E. E., vol. XLIV, n. 8, agosto 1925, pa. 842.

22) G. C. Dahl: *Separate Leakage Reactance of Transformer Windings* - J. A. I. E. E., vol. XLIV, july 1925, pag. 735.

23) H. L. Cole: *Reactance and Stray Losses of Power Transformers* - Electr. Engineering, febbraio 1934, pag. 338.

24) P. Bunet: *Dispersion des Transformateurs* - Bull. de la Soc. Fr. des Electr., n. 45, settembre 1934, pag. 847.

25) H. de Pistoye: *A propos de l'inductance de fuites et des efforts axiaux en court-circuit des transformateur à hauteurs de bobinages inégales* - R. G. E., 19 e 26 dicembre 1925, n. 25 e 26, pagg. 1013 e 1057.

Tabella VI.

Spire di A. T. escluse %	Reattanze percentuali *parziali* calcolate: X'_1 formola 13 %	X'_2 formola 14 %	X''_1 formola 18 %	X''_1 for. 18 × $(1+\beta)$ %	X''_1 formola 19 %	X totale calcolata 13+14+19 %	X totale calcolata formola 12 %	X totale misurata (media dell'esclusione ai due estremi): I Trasfor. %	II. Trasfor. %
0	—	—	—	—	—	—	2,89	3,07	2,83
10	0,97	2,33	0,31	0,4	0,35	3,65	—	3,9	3,4
20	0,96	2,65	1,42	1,86	1,54	5,15	—	5,0	4,9
30	0,98	3,06	3,22	4,22	3,39	7,43	—	7,5	7,3

MISURE DI CAPACITA' E SMORZAMENTO DEL GALVANOMETRO BALISTICO

I. LUCCHI

L'A. riferisce sul calcolo esatto della deviazione di un galvanometro balistico inserito nel circuito di scarica di un condensatore tenendo conto della durata della corrente di scarica in rapporto al periodo di oscillazione del galvanometro; gli errori che si commettono supponendo la scarica istantanea sono chiaramente indicati a mezzo di diagrammi disegnati in modo da mettere in evidenza i vari elementi che interessano.

1. — Un condensatore carico di elettricità può esaurire la sua carica in un tempo più o meno lungo a seconda della sua capacità e della resistenza ohmica applicata fra le armature; l'impulso di corrente che ne risulta è rappresentabile mediante una curva esponenziale col massimo in corrispondenza dell'origine quando si supponga che il circuito di scarica abbia un'induttanza minima e che il dielettrico non sia polarizzabile nè presenti delle perdite apprezzabili. Se indichiamo con V la tensione applicata al condensatore di capacità C e con R la resistenza del circuito di scarica, il valore iniziale I_0 della corrente di scarica prodotta da una carica unitaria esistente sulle armature è dato da:

$$I_0 = \frac{V}{R} = \frac{1}{C R} = \frac{d Q}{d t}$$

mentre la corrente i dopo un tempo t è calcolabile con la formula:

$$i = I_0\, e^{-\frac{t}{CR}} = I_0\, e^{-I_0 t}.$$

Solitamente la scarica si esaurisce in un tempo brevissimo tanto da permettere la misura della capacità con un galvanometro balistico senza dover applicare alcuna correzione alla taratura, specialmente se lo strumento di misura ha un periodo proprio di oscillazione abbastanza lungo. I metodi di misura della capacità sono molti e non è qui il caso di riferirne anche perchè esistono delle pregevoli ricerche al riguardo di data recente [1]; scopo del presente lavoro è invece di stabilire l'eventuale correzione da applicare alla lettura del galvanometro balistico quando la durata della scarica non è trascurabile rispetto al periodo di oscillazione T_0 della bobina mobile.

Per assicurare alla teoria la massima generalità conviene fin da principio considerare il tempo non in senso assoluto ma in rapporto al periodo di oscillazione T_0 del galvanometro, introducendo nei calcoli la variabile:

$$\tau = \frac{2\pi}{T_0}\, t = \omega\, t$$

in sostituzione del tempo t. Anche il concetto di corrente dovrà pertanto essere modificato secondo quanto risulta dall'espressione:

$$I = \frac{dQ}{d\tau} = \frac{dQ}{\omega\, dt} = \frac{1}{\omega}\,\frac{dQ}{dt} = \frac{I_0}{\omega} = \frac{1}{\omega C R}$$

L'equazione già data diventa quindi:

$$i = I\, e^{-I\tau}$$

rappresentata graficamente in fig. 1. L'integrale di questa equazione

$$\int_0^\infty i\, d\tau = I \int_0^\infty e^{-I\tau}\, d\tau = 1$$

conferma che l'impulso di elettricità corrisponde realmente ad una carica elettrica unitaria.

2. — Seguendo un metodo di calcolo già esposto dettagliatamente in un precedente articolo [2], si può studiare la deviazione del galvanometro balistico a mezzo dell'equazione differenziale:

$$\frac{d^2 x}{d\tau^2} + 2\alpha\, \frac{dx}{d\tau} + x = K I\, e^{-I\tau} \cdot \omega$$

dove x rappresenta la deviazione dell'indice sulla scala, α è il coefficiente di smorzamento della bobina e K è la costante del galvanometro in divisioni per μA. Per integrare l'equazione (1) è opportuno considerare separatamente i valori di α maggiori di 1 da quelli minori di 1, nel primo caso la bobina acquista un moto aperiodico mentre nel secondo caso il moto è periodico smorzato.

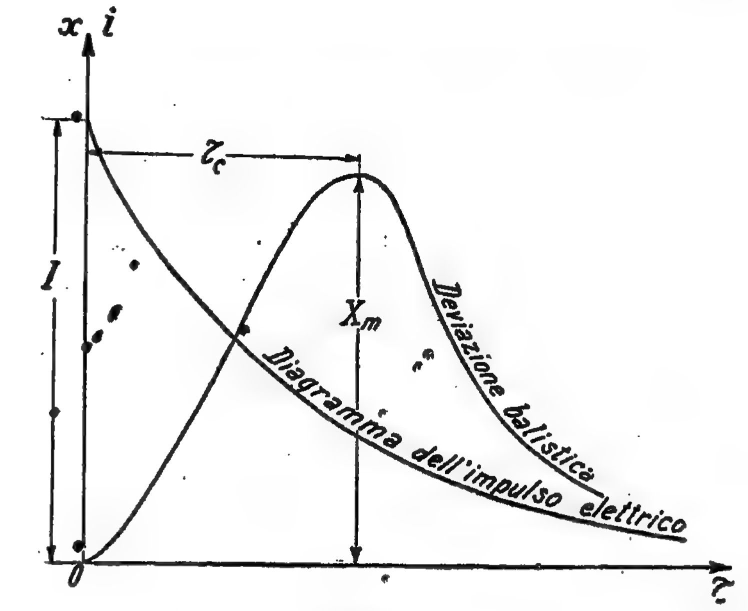


Fig. 1.

A) Caso di $\alpha > 1$ (moto aperiodico); l'integrale della 1 è il seguente

$$x = \frac{\omega K I}{2\epsilon} \left\{ \frac{e^{\mu\tau}}{I + \mu} - \frac{e^{\nu\tau}}{I + \nu} + e^{-I\tau}\, \frac{2\epsilon}{(I + \mu)\,(I + \nu)} \right\} \qquad (2)$$

dove: $\epsilon = \sqrt{\alpha^2 - 1}$ $\quad \mu = -\alpha + \epsilon$ $\quad \nu = -\alpha - \epsilon$

Il massimo di x si calcola facendo $\frac{dx}{d\tau} = 0$, con ciò si ottiene la equazione:

$$(\mu I + 1)\, e^{\mu\tau} - (\nu I + 1)\, e^{\nu\tau} = 2\epsilon I\, e^{-I\tau}$$

la coppia di valori di I e di τ che soddisfano a questa relazione, devono essere sostituiti nella 2 per calcolare la deviazione X_m massima dell'indice; il calcolo và fatto per tentativi [3] non essendo possibile di separare le due variabili. La stessa osservazione và ripetuta per tutti gli altri casi che verranno esaminati in seguito.

B) Caso di $\alpha = 1$ (smorzamento critico). La deviazione dell'indice è calcolabile con la formula:

$$x = \omega K I \left\{ \frac{\tau (I - 1) - 1}{(I - 1)^2}\, e^{-\tau} + \frac{e^{-I\tau}}{(I - 1)^2} \right\} \qquad (3)$$

Il valore di τ che rende massimo x si deduce dall'altra formula:

$$I + \tau\,(1 - I) = I\, e^{(1-I)}.$$

C) Caso di $0 < \alpha < 1$ (moto periodico smorzato). La deviazione dell'indice è calcolabile con l'equazione:

$$x = \frac{\omega K I}{\beta} \left\{ \frac{e^{-\alpha\tau} [(I - \alpha) \operatorname{sen} \beta\tau - \beta \cos \beta\tau] + \beta\, e^{-I\tau}}{(I - \alpha)^2 + \beta^2} \right\} \qquad (4)$$

dove $\beta = \sqrt{1 - \alpha^2}$. Il valore massimo di x si ottiene sostituendo la coppia di valori di I e di τ che soddisfa all'equazione:

$$I \cos\tau + (1 - \alpha I) \operatorname{sen} \beta\tau = \beta I\, e^{(\alpha - I)\tau}$$

D) Caso di $\alpha = 0$ (smorzamento nullo). La deviazione dell'indice è rappresentata dall'equazione:

$$x = \omega K I\, \frac{(I \operatorname{sen}\tau - \cos\tau + e^{-I\tau})}{I^2 + 1} \qquad (5)$$

nella quale i valori di I e di τ devono soddisfare alla relazione:

$$I \cos\tau + \operatorname{sen}\tau = I\, e^{-I\tau}$$

(1) P. REGOLIOSI: Apparecchiatura per misure industriali di grandi resistenze e capacità. - *L'Elettrotecnica*, 5 agosto 1933, pag. 510.

(2) I. LUCCHI: Sulla teoria del galvanometro balistico. (Act. P. Acad. Sc. Nov. Lync., febbraio 1934, pag. 238).

(3) K. HAYASHI: Fünfstellige Tafeln der Kreis-und Hyperbelfunktionen. - Berlin e Leipzig, 1931.

3. — Le formule ora esposte hanno servito per calcolare le curve delle figg. 2 e 3 così da renderne più agevole l'interpretazione. Sulle ascisse figurano i valori della corrente iniziale I espressi in scala logaritmica mentre sulle ordinate sono riportati la deviazione massima

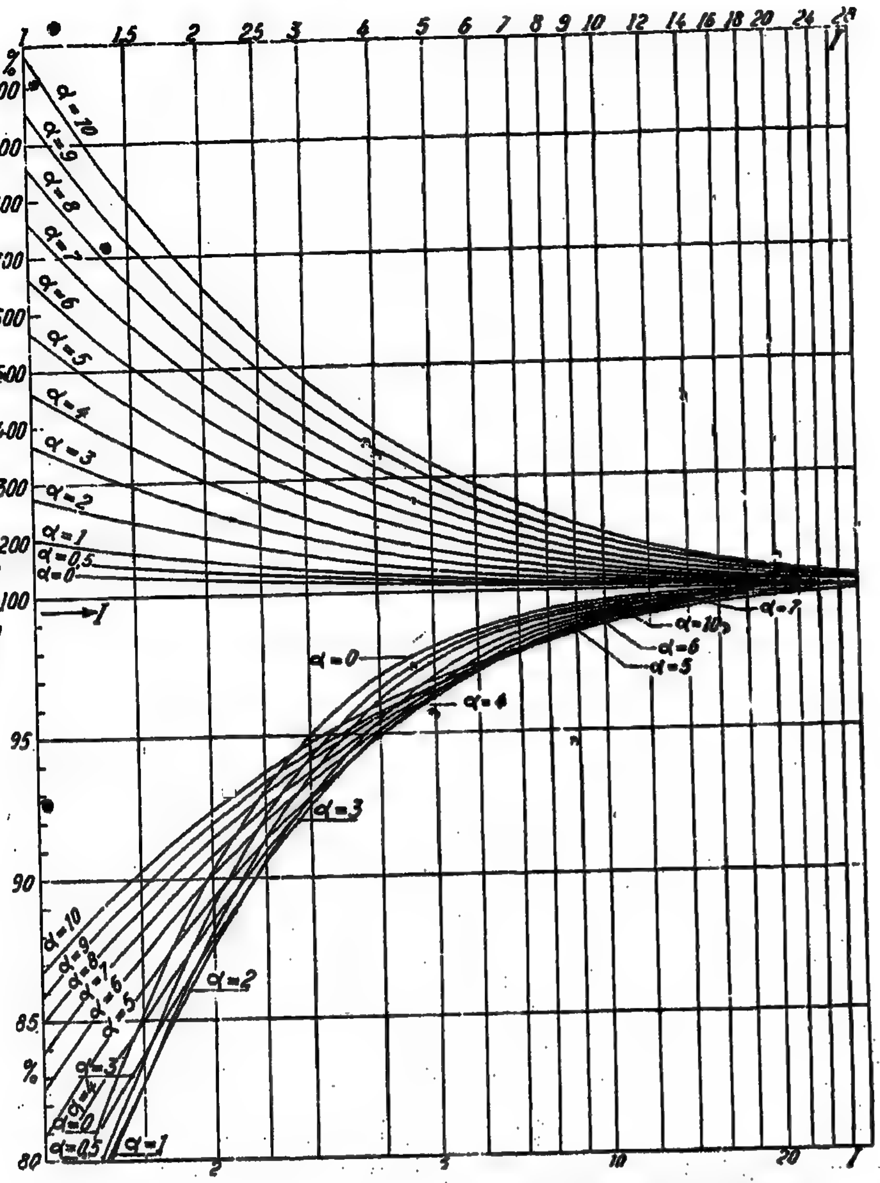


Fig. 2. — Ampiezza e durata della deviazione balistica.

X_m ed il tempo corrispondente τ_c espressi in percentuale della costante balistica K_b e del tempo τ_0 rispettivamente; K_b e τ_0 sono misurabili direttamente applicando al galvanometro un impulso elettrico

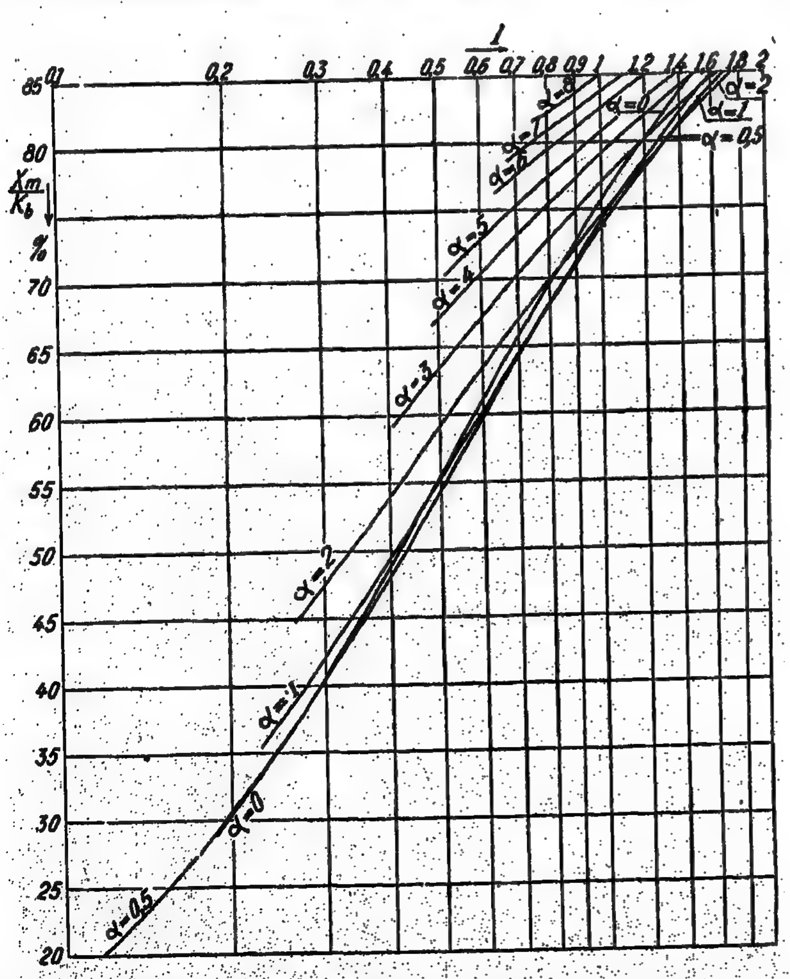


Fig. 3. — Deviazione impressa da un impulso a decorso molto lento.

istantaneo. Da notare che la corrente I che figura in questo diagramma ha un significato soltanto convenzionale essendo un numero puro senza dimensioni, basta infatti tener presente che essa è riferita a una quantità di elettricità unitaria ed al tempo $\tau = 2\pi\, t/T_0$; con questa definizione che può sembrare artificiosa, riesce più agevole confrontare fra di loro le deviazioni prodotte da uno stesso impulso di elettricità su due galvanometri aventi periodo di oscillazione diverso.

Se I_0 è il valore reale della corrente iniziale prodotta dalla scarica del condensatore attraverso il circuito di misura, si calcolerà prima il valore convenzionale $I = I_0/\omega = I_0\, T_0/2\pi$ e si porterà questo numero sulla scala delle ascisse; l'andamento delle curve indica un errore nella lettura del galvanometro tanto maggiore quanto più piccolo è il valore di I cioè quanto minore è il periodo di oscillazione della bobina, ciò che del resto è anche intuitivo.

Le curve delle figg. 2 e 3 si intersecano a 2 a 2 in due p[illegible] ed hanno un andamento poco diverso per valori dello smorzam[illegible] variabili da 0 a 10; non è quindi possibile dare una regol[illegible] per la scelta dello smorzamento più adatto da applicare al galvanometro. Per impulsi elettrici molto rapidi cioè per valori di I maggiori di 4 (è questo il caso più frequente che si presenta nelle misure di capacità) l'errore diminuisce leggermente col diminuire dello smorzamento: considerando ad es. gli estremi di $\alpha = 0$ e $\alpha = 10$ si nota che la deviazione attuale del galvanometro balistico quando il valore iniziale della corrente è $I = 4$ è compresa fra il 96,8 ed il 94,6 % della deviazione che si avrebbe con un impulso di elettricità

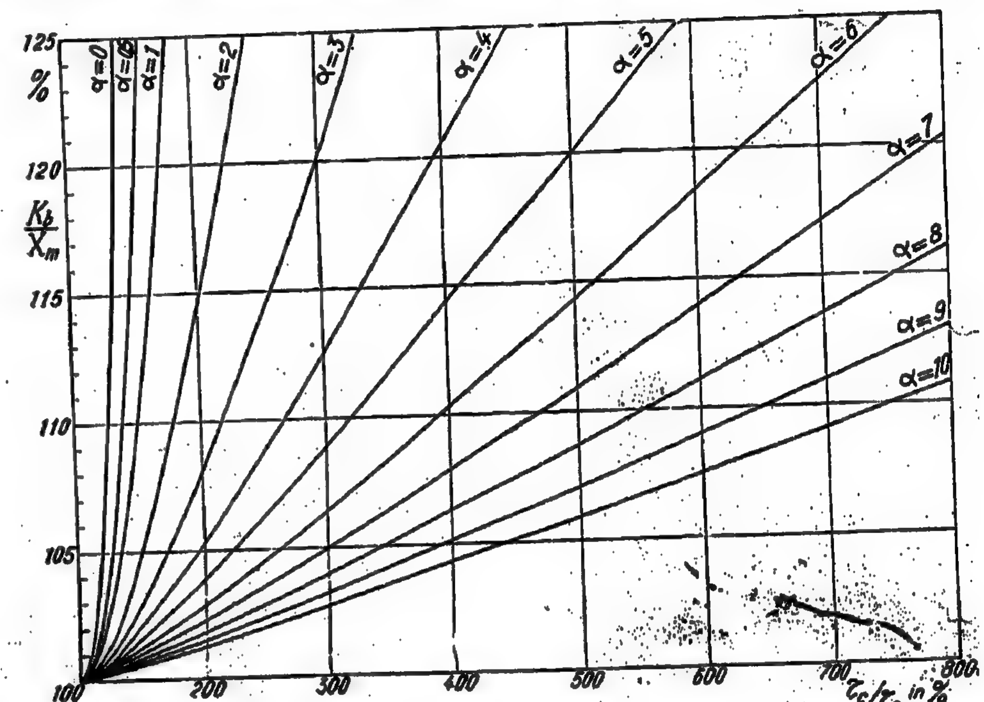


Fig. 4. — Correzione da applicare alla lettura balistica.

uguale ma istantaneo. Per impulsi elettrici a decorso lento cioè per valori di I minori di 4 l'errore diminuisce col crescere dello smorzamento. I risultati ora ottenuti sono quindi parzialmente in contrasto con quelli ricavati dalla teoria basata sull'ipotesi di un impulso elettrico di forma rettangolare.

La fig. 4 contiene le curve che rappresentano il modo di variare della correzione da applicare alla deviazione balistica in funzione del rapporto fra la durata della deviazione stessa e quella che si avrebbe se l'impulso fosse istantaneo. Queste curve hanno un particolare interesse poichè permettono di dedurre il valore della correzione in base al rilievo diretto del tempo che l'indice impiega a raggiungere la sua massima deviazione sulla scala. E' interessante osservare come queste curve siano diverse da quelle ottenute con un impulso elettrico rettangolare; a parità di durata della deviazione e di smorzamento del galvanometro l'impulso esponenziale dà un errore maggiore nella lettura balistica, dell'impulso rettangolare. Le curve di errore per i due tipi di impulsi hanno tuttavia un andamento simile specialmente se si confrontano fra di loro le curve corrispondenti a valori diversi dello smorzamento. Ad es. le curve di errore degli impulsi rettangolari calcolate per $\alpha = 0$, $\alpha = 2$ e $\alpha = 4$, corrispondono su quasi tutto lo sviluppo alle curve di errore degli impulsi esponenziali calcolate rispettivamente per $\alpha = 1$, $\alpha = 4$ e $\alpha = 7$.

4. — Un problema che ora è possibile risolvere agevolmente è la determinazione della capacità massima misurabile con un dato galvanometro in funzione dell'errore massimo che si intende ammettere nella lettura strumentale. L'equazione:

$$I = \frac{1}{\omega\, C\, R}$$

dà il modo di calcolare la capacità massima $C = 1/\omega\, I\, R$ quando al posto di I si metta il valore che risulta dalla fig. 2 per determinati valori dello smorzamento α e dell'errore. La capacità C in questa

formula risulta espressa in farad mentre R è espressa in ohm ed I è un numero; volendo avere C espresso addirittura in microfarad bisogna usare l'altra formula:

$$C = \frac{1.000.000}{\omega I R}.$$

La fig. 5 dà il risultato di questa ricerca, le curve sono state disegnate portando sulle ascisse i valori dello smorzamento α e sulle ordinate il prodotto:

$$\omega C R = \frac{1.000.000}{I}$$

su ogni curva è indicato il valore dell'errore relativo corrispondente. A parità di errore relativo la capacità misurabile con un dato tipo di galvanometro è tanto maggiore quanto più piccola è la resistenza

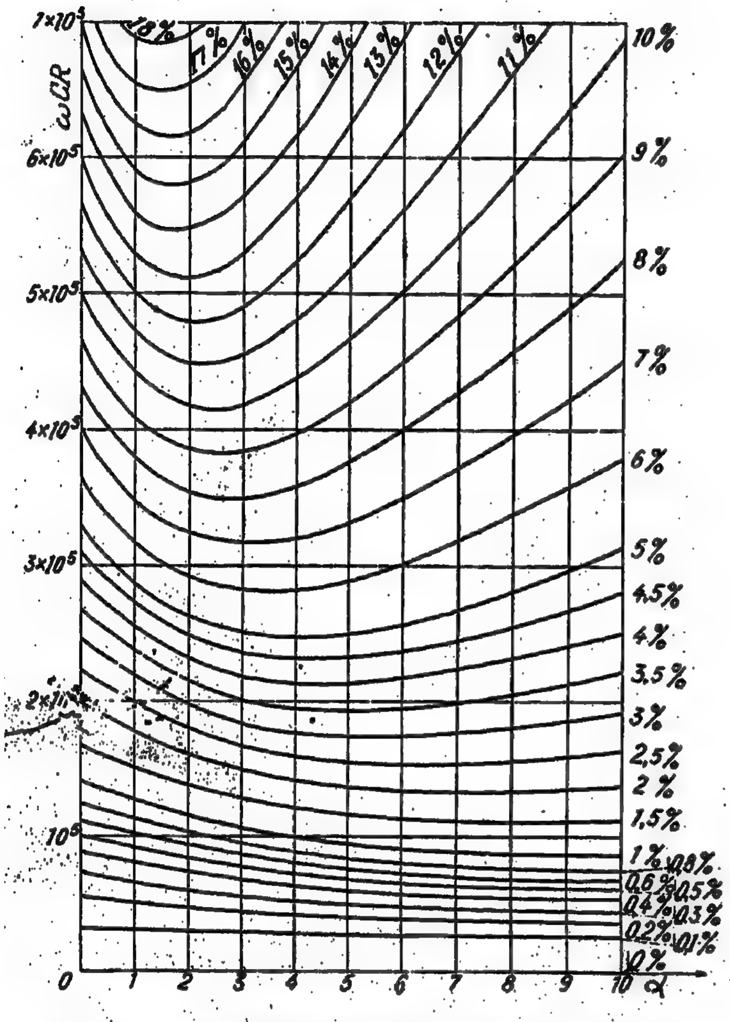


Fig. 5. — Curve isoplane (di egual errore).

R del circuito di scarica e quanto maggiore è la durata del periodo di oscillazione della bobina a circuito aperto. La resistenza R non deve però diventare minore di un certo valore perchè la scarica diventerebbe oscillante in contrasto con l'ipotesi formulata in principio, che l'induttanza del circuito dovesse cioè essere trascurabile rispetto alla resistenza.

Supponiamo di voler determinare il valore massimo della capacità C misurabile con un galvanometro avente uno smorzamento $\alpha = 5$, un periodo di oscillazione $T_0 = 10$ secondi (e quindi $\omega = 2\pi/T_0 = 0{,}628$); il circuito di scarica del condensatore ha una resistenza complessiva di 1000 ohm. Se si ammette un errore nella lettura del 0,1 % risulta $\omega C R = 27.000$ e quindi $C = 43\ \mu F$; se l'errore fosse invece del 0,5 % allora $\omega C R = 68.000$ e quindi $C = 108\ \mu F$. In generale gli errori che lo strumento può dare nella misura delle capacità sono trascurabili ed è soltanto quando il galvanometro abbia un periodo di oscillazione breve e la capacità sia molto elevata che può diventare necessaria la correzione secondo il metodo già visto.

Per usare le curve riportate nelle figure precedenti è necessario conoscere con una certa precisione il valore dello smorzamento α; per la misura di questa grandezza si può seguire un metodo già esposto precedentemente in dettaglio (4).

Istituto Industriale Milanese
«G. Feltrinelli».

(4) I. LUCCHI: La sensibilità del galvanometro balistico agli impulsi elettrici di forma rettangolare. - *L'Elettrotecnica*, 15 settembre 1933, pag. 603.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulla stabilità delle macchine sincrone

Ho preso visione della lettera dell'Ing. Gigli e di quella dell'Ing. Palestrino apparse su L'Elettrotecnica *rispettivamente del 15-25 agosto e 25 settembre 1934.*

Quando risposi alla questione posta dall'Ing. Gigli nella sua prima lettera del 25 gennaio 1934, io non avevo potuto prendere visione della discussione di Milano a cui egli si riferiva. Ho quindi interpretata la sua questione dal punto di vista generale come può facilmente dedursi dall'accenno fatto riguardo al significato dei simboli X_d e X_q e dallo spazio dato allo sviluppo delle formule nella mia risposta del N. 18 de L'Elettrotecnica *(25 giugno 1934).*

Il riassunto della discussione di Gardone apparso su L'Elettrotecnica *ha chiarito per me il punto specifico del problema della stabilità a cui si riferisce l'Ing. Gigli. Mi sia permesso quindi di aggiungere i seguenti commenti.*

La formula (2ª) della mia lettera che dà l'espressione della potenza in funzione dell'angolo θ è dedotta assumendo, fra l'altro, che le reattanze X_d, diretta, e X_q, in quadratura, siano costanti. Nelle applicazioni pratiche della formula al tracciamento della curva statica della potenza, X_q si può assumere costante mentre X_d a rigore è variabile; si può assumere costante dando ad essa un valore medio appropriato se la natura del problema giustifica tale assunzione. Se comunque si desiderano risultati più esatti bisogna tener conto della variabilità di X_d, per esempio seguendo un processo di successive approssimazioni o in altro modo (1).

Riguardo all'angolo di massima della curva statica della potenza, può riuscire d'interesse notare che per il caso di macchine di tipo normale, le pubblicazioni di mia conoscenza danno valori medi di X_d sempre maggiori di X_q. A titolo d'esempio do l'acclusa tavola I presa dalla memoria «The Reactance of Synchronous Machines» presentata dai Sigg. R. H. Park e B. L. Robertson all'adunata invernale del 1928 dell'American Institute of Electrical Engineers. In detta tavola X_d, X_d', X_d'' stanno a indicare rispettivamente reattanze sincrone, transitorie e sotto-transitorie exspresse in valori percentuali sulla base della capacità della macchina in considerazione, X_q, X_q', X_q'' stanno a indicare i corrispondenti valori in quadratura.

Dalla tavola I risulta che la curva statica della potenza tracciata in base ai valori tipici ha un massimo per $\theta < 90°$.

TAVOLA I. — *Valori tipici di reattanze* (*).

	Motori Sincroni		Con-densa-tori sincroni	Generatori idroelettrici	Turboalternatori	
	Grande velocità	Piccola velocità			Rotore solido	Rotore lamin.
X_d	65-80-90	80-110-150	160	60-100-125	1.15	115
X_q	50-65-70	60-80-110	100	40-65-80	100	100
X'_d	15-25-35	40-50-70	40-50	20-35-45	15-25	15-25
X'_q	50-65-70	60-80-110	100	40-65-80	15-25	10
X''_d	10-18-25	25-35-45	25-30	15-22-35	8-15	8-15
X''_q	12-20-30	30-40-50	25-35	40-65-80	10-20	12-22

(*) Dove sono dati tre valori essi rappresentano rispettivamente i valori limiti e il valore medio.
Dove sono dati due valori essi rappresentano i valori limiti.
Dove è dato un valore solo esso rappresenta il valore medio.

Che se poi si usano per X_d valori variabili dedotti dalla curva d'eccitazione, secondo gli Ingg. Palestrino e Gigli il massimo si ha sempre per $\theta < 90°$. A me sembra che, anche se ciò è vero per i casi della pratica ordinaria, non possa comunque dirsi in modo generale e a priori. Data la curva d'eccitazione a vuoto, sul valore di X_d determinato da detta curva, influiscono il valore assoluto della tensione a vuoto (E_0) e, in generale, i valori relativi della medesima e della tensione ai morsetti (E). E' quindi possibile, anche se ciò non si verifica ordinariamente, che il valore assoluto di E_0 e i valori re-

(1) Vedi per esempio: H. B. DWIGHT: «Adjusted Synchronous Reactance and its Relation to Stability» - General Electric Review - dicembre 1932.
S. B. CRARY, L. P. SHILDNECK, L. A. MARCH: «Equivalent Reactance of Synchronous Machines». Electrical Engineering - gennaio 1934.

lativi di E_0 e E siano tali da condurre a una curva statica con un massimo per $\theta > 90°$. Ciò potrebbe verificarsi per esempio se si fa funzionare la macchina con ferro molto saturato secondo un metodo proposto per aumentare la stabilità dinamica.

Comunque, bisogna notare che la formula della potenza e le conclusioni ad essa relative, date nella mia lettera, si applicano anche al caso della stabilità dinamica. In tale caso le reattanze della macchina secondo i due assi non sono più le reattanze sincrone. Quando si ha una variazione istantanea delle condizioni di equilibrio, dovuta a un corto circuito o ad altra ragione, le reattanze della macchina nel primo istante sono le cosidette reattanze sotto-transitorie (sub-transient). Negli istanti successivi, quando gli effetti dei circuiti di rotore aventi forte attenuazione sono scomparsi, le reattanze della macchina diventano le cosidette reattanze transitorie e infine, nelle condizioni di regime, le reattanze da usarsi sono le sincrone. Si ha quindi un passaggio graduale dalle reattanze sotto-transitorie alle sincrone attraverso i valori intermedi delle reattanze transitorie. Valori tipici delle reattanze sotto-transitorie e transitorie per macchine di tipo normale sono date nella tavola I. Nel tracciamento della curva dinamica della potenza i valori delle reattanze in corrispondenza di ogni valore di θ dipendono dal modo di variare di θ in funzione del tempo, modo di variare che dipende a sua volta da diversi fattori fra cui masse d'inerzia, condizioni iniziali, ecc., e dalle reattanze medesime. Per l'analisi completa del problema bisognerebbe conoscere la legge di variazione delle reattanze in funzione di θ. Per lo scopo presente basta notare che le reattanze sotto-transitorie e transitorie dirette delle macchine di tipo normale date nella tavola I sono minori delle corrispondenti reattanze in quadratura. E' quindi perfettamente possibile che prima che le reattanze possano aver variato grandemente, l'angolo θ abbia raggiunto un tale valore $> 90°$ in corrispondenza del quale la curva dinamica della potenza su cui ci si è mossi, partendo dalle condizioni iniziali, abbia un massimo.

Prima di chiudere vorrei far osservare, senza voler detrarre affatto all'interesse della discussione, che nelle applicazioni della formula allo studio della stabilità dei sistemi di trasmissione e distribuzione c'è sempre una reattanza esterna da prendere in considerazione e ci sono ancora diversi fattori, quali numero di macchine e linee in servizio, carico delle sottostazioni, ecc., i quali si possono predeterminare solo con una certa approssimazione. In tali casi l'uso di valori medi per le reattanze è in generale sufficiente, che anzi in molti casi si può addirittura assumere l'eguaglianza fra le reattanze dirette e in quadratura.

Ing. Giuseppe Calabrese.

* *

Sulla determinazione rapida dei kVA capacitivi massimi di un generatore sincrono.

Riceviamo :

A complemento della nota del Prof. Rebora, apparsa a pag. 770 del fascicolo del 25 novembre scorso, non mi sembra inutile di mettere in chiaro un elemento che ha importanza decisiva nel fissare la potenza capacitiva necessaria per mettere in tensione una lunga linea. Alludo al valore della tensione ai morsetti che l'alternatore deve dare erogando quella tale potenza capacitiva.

Dopo la lunga serie di articoli pubblicati su questo argomento nelle riviste tecniche dei vari Paesi la mia osservazione dovrebbe sembrare oziosa, tanto il fatto è elementare ed evidente. In realtà però l'esperienza quotidiana mi ha provato ripetutamente che in troppi casi non viene affatto tenuto conto del giusto valore della tensione: ci si limita ad un calcolo approssimato della potenza capacitiva e la si riferisce al valore di targa della tensione dell'alternatore. E assai spesso si va incontro a sorprese sgraditissime. All'atto pratico la macchina non consente di mettere in tensione la linea.

Parlo naturalmente dei casi in cui la potenza capacitiva richiesta alla macchina costituisce un elemento preponderante nel calcolo di quest'ultima.

In realtà dunque la tensione ai morsetti, che deve dare un alternatore a carico capacitivo per alimentare una linea a vuoto, ha un valore assai inferiore a quello di targa, che in pratica può raggiungere il 75-65 % di questo.

Va calcolato caso per caso e può variare a seconda delle condizioni particolari del caso concreto. Massima importanza ha, oltre alla reattanza della linea, quella del trasformatore elevatore, specialmente se la sua potenza normale è inferiore a quella capacitiva, ridotta alla tensione di targa, dell'alternatore o degli alternatori che mettono in tensione la linea.

Un calcolo sommario eseguito impiegando coefficienti pratici può facilmente dimostrare come in molti casi si possa giungere a risultati che a prima vista possono sorprendere.

Siano V_n e Q_{0n} la tensione di targa (O V nella fig. 1 della nota del Prof. Rebora) e risp. la potenza capacitiva limite a questa tensione.

Sia V_c la tensione alla quale l'alternatore deve erogare la potenza capacitiva Q_c per mettere in tensione la linea e sia Q_{0c} la potenza capacitiva limite alla tensione V_c.

Si supponga, in base a quanto si è già accennato, che :

1) $$V_c = 0{,}75\ V_n$$

e si fissi inoltre, per le ragioni esposte nella nota del Prof. Rebora.

2) $$Q_c = 0{,}9\ Q_{0c}.$$

I coefficienti 0,75 della 1) e 0,9 della 2) hanno valori medi e, salvo necessità, sarà bene di non superare per quest'ultimo coefficiente il valore 0,85.

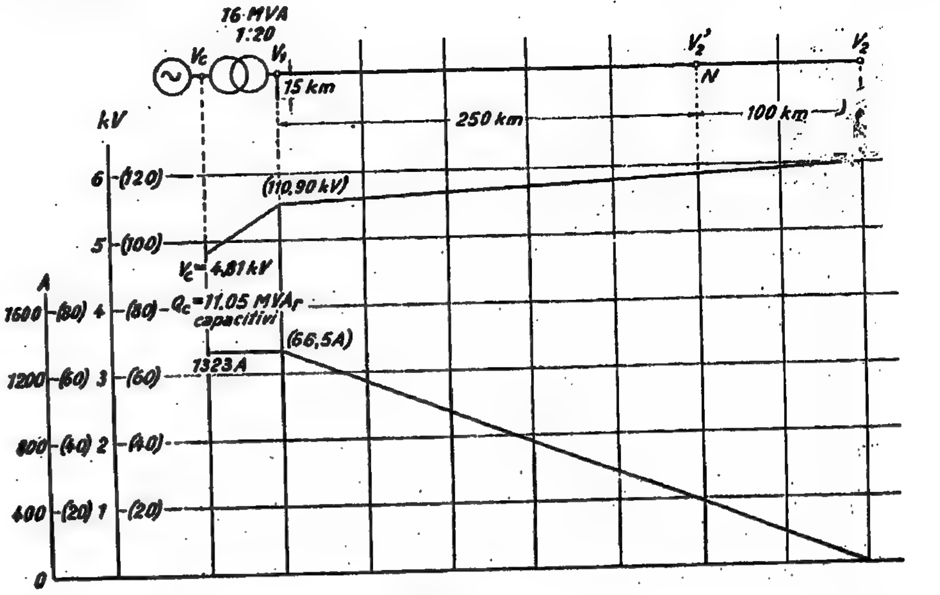


Fig. 1.

(NB. - I numeri fra parentesi si riferiscono a valori letti sull'alta tensione).

Dato che l'alternatore a carico capacitivo funziona nel tratto rettilineo della caratteristica (punto P della fig. 1 della nota del Prof. Rebora e punti inferiori), dalla geometria della figura si deduce facilmente che :

3) $$\frac{Q_{0c}}{Q_{0n}} = \left(\frac{V_c}{V_n}\right)^2$$

e quindi sostituendo dalla 1) :

4) $$Q_{0c} = 0{,}561\ Q_{0n}.$$

Tenendo conto della 2) si ricava finalmente che :

5) $$Q_c = 0{,}51\ Q_{0n}$$

ossia che la potenza capacitiva Q_c che può venire richiesta praticamente dall'alternatore alla tensione V_c è press'a poco metà di quella limite (Q_{0n}) alla tensione di targa V_n.

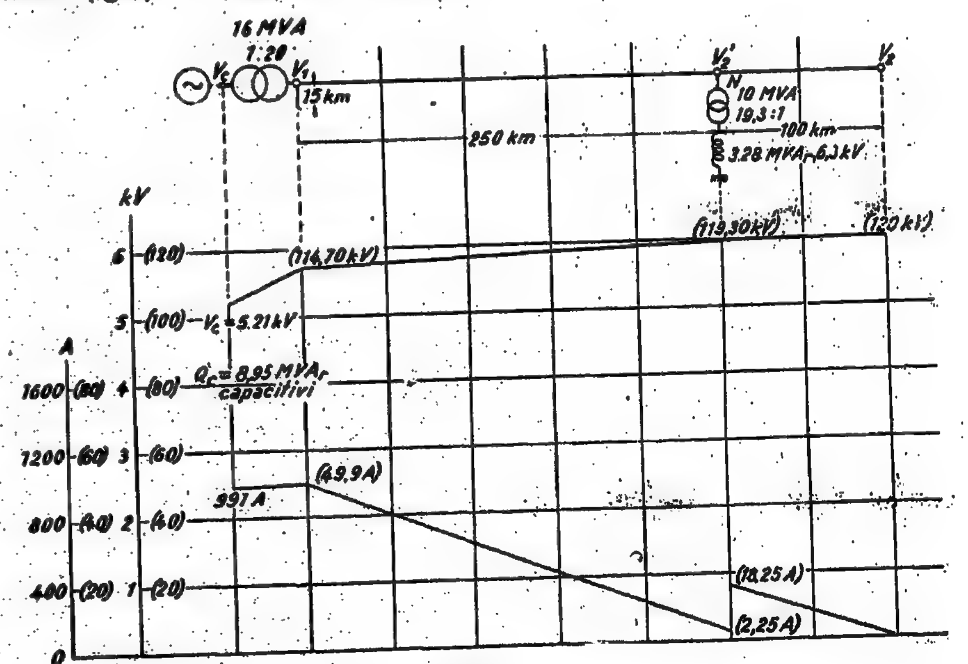


Fig. 2.

(NB. - I numeri fra parentesi si riferiscono a valori letti sull'alta tensione).

Ecco un risultato che servirà forse a spiegare qualche delusione.

Per chiarire meglio il mio pensiero ritengo opportuno riprodurre in due grafici l'andamento approssimato delle tensioni e correnti alla messa in tensione di una lunga linea.

La fig. 1 si riferisce ad una linea a 120 kV che viene messa in tensione attraverso un trasformatore elevatore da 16 MVA.

La potenza capacitiva necessaria è $Q_c = 11{,}05\ MVA_r$ ad una tensione ai morsetti dell'alternatore $V_c = 4{,}81\ kV$.

L'alternatore in parola in queste condizioni si trova praticamente in regime di autoeccitazione e non può perciò venire impiegato da solo.

Se invece si inserisce sulla linea nel punto N (fig. 2) una bobina di autoinduzione non saturata da 3,28 MVA_r a 6,2 kV, attraverso

un trasformatore abbassatore da 10 MVA, le condizioni vengono modificate sensibilmente e consentono di mettere in tensione la linea con un solo alternatore.

Esso dà infatti alla tensione $V_c = 5{,}21$ kV (fig. 2) una potenza capacitiva limite $Q_{0c} = 12{,}2$ MVA$_r$, mentre quella necessaria è $Q_c = 8{,}95$ MVA$_r$.

Il rapporto $\frac{Q_c}{Q_{0c}} = 0{,}736$ assicura la possibilità di una comoda re[illegible]sione della tensione di macchina anche a carico capacitivo e una [illegible]cia stabile dell'alternatore.

Accenno infine al fatto che la tensione normale di servizio del[illegible]atore varia fra 6,5 e 7,0 kV.

[illegible]azio codesta Redazione per la cortese ospitalità.

Milano, 4 dicembre 1934. EMILIO SANTUARI.

* *

L'Ing. Santuari giustamente richiama l'attenzione sul fatto che la tensione da considerare ai morsetti dell'alternatore sarà in generale minore di quella di targa.

Il mio calcolo che riguarda l'alternatore prende come riferimento la tensione di targa ma naturalmente per la risoluzione del problema completo, cioè della messa in tensione di una lunga linea, si dovrà introdurre nel computo il valore vero della tensione risultante, tenuto conto dei rapporti di trasformazione dei trasformatori in arrivo e in partenza, della reattanza della linea e del trasformatore in partenza.

Conto esporre prossimamente un calcolo completo del problema, basandomi sui diagrammi già pubblicati.

Intanto ringrazio il collega Santuari di aver segnalato la opportunità di estendere la trattazione.

Cordiali saluti. GINO REBORA.

SUNTI E SOMMARI

[illegible]blichiamo l'elenco delle abbreviazioni usate per indicare i principali periodici che vengono più frequentemente recensiti nei Sunti e Sommari e nella Cronaca Tecnica del nostro giornale.

A. E. G. [illegible] A. E. G. Mitteilungen - Berlino, N W 40 - Frie[illegible] Ufer 2/4. — **A. F.**: Alta Frequenza - Milano, Via San Paolo, 10. — **Alluminio**: Alluminio - Milano, Via Cappellari, 2. — **An. I. C. A. I.**: Anales de la Asociacion de Antiguos Alumnos del Istituto Catolico de Artes y Industrias - Madrid, Gomez de Baquero, 31. — **Annales P. T. T.**: Annales des Postes, Télégraphes, Téléphones - Parigi, 5, Rue Las [illegible], 20. — **Annali LL. PP.**: Annali dei Lavori Pubblici - Roma, Ministero LL. PP. — **Archiv. f. Elektr.**: Archiv für Elektrotechnik - Berlino, W 9 - Linkstrasse [illegible]. — **Arcos**: Arcos - Genova, Via Ippolito D'Aste, 1-1 Sc. D. — **Asea**: Asea Revue: Département Publicité Asea, Västeras (Svezia). — **A. T. M.**: Archiv für tecnisches Messen - Monaco 32, Editore R. Oldenbourg. — **Bell S. T. J.**: The Bell System Technical Journal - New York, Broadway, 195. — **Bull Oerlikon**: Bulletin Oerlikon - Ateliers de Construction Oerlikon, Oerlikon. — **Bull. S. F. R.**: Bulletin [illegible] Société Française Radio-Electrique - Parigi, Boulevard Haussmann, 79. — **Bull. Soc. Belge Elec.**: Bulletin de la Société Belge des Electriciens [illegible] Marcinelle - 8, Rue Sabatier. — **Bull. Soc. Franc. Elec.**: Bulletin de la Société Française des Electriciens - Malakof (Seine) - Avenue Pierre Garousse, 8/14. — **Bull. VEI**: Bulletin V. E. I. - Moscow «141» URSS: Prolomny prosjesd, 45 - Istituto Elettrotecnico dell'URSS. — **Bur. St. Journ. Res.**: Bureau of Standard - Journal of Research - Washington. — **Chaleur Ind.** Chaleur et Industrie - Parigi, Rue Michel-Ange 5. — **C. S. C.**: Centro Studi Ceramici - Roma, Piazza S. Salvatore in Lauro, 15. — **E. F. D.**: Europäischer Fernsprechdienst - Berlino, Charlottenburg 9, Rognitzstrasse 8. — **El. Bahnen**: Elektrische Bahnen - Berlino, S W 61, Grossbeerenstrasse 17. — **Elect. Comm**: Electrical Communication - New York, 67 Broad Street. — **Elec. Eng.**: Electrical Engineering - New York, 33 West 39th Street. — **Elec. Welding**: Electric Welding - Londra S W 1, Grosvenor Gardens 15. — **Electra** - Parigi, Avenue Marceau 54. — **Elektr. Wirt.**: Elektrizitätwirtschaft - Berlino, W 62, Maasenstrasse, 9. — **Elektrichestvo**: Elektrichestvo - Moscow, Ilyinka Ipatyevsky per. 2. URSS. — **Elek. Tiaga**: Elektriceskaia Tiaga - Moscow. — **Elek. Ob**: Elektrotechnicky Obzor - Praga, XII Vocelova 3. — **Elektrotechnika**: Elektrotechnika - Budapest, V. Honvéd utca, 22. — **Eng.**: Engineering - Londra, W C 2, Bedford Street, 35-36. — **Eng. N. R.**: Engineering News Records - New York 330 West, 42 d Street. — **L'En. Elettr.**: L'Energia Elettrica - Milano, Foro Bonaparte, 31. — **E. N. T.**: Elektrische Nachrichten-Technik - Berlino W 9, Linkstrasse 23/24. — **E. T. Z.**: Elektrotechnische Zeitschrift - Berlino, W 9, Linkstrasse, 23/24. — **E. Term.**: L'Energia Termica - Milano, Piazza Cicinnato, 6. — **E. u. M.**: Elektrotechnik und Maschinenbau - Vienna VI, Theobaldgasse, 12. — **E. W.**: Electrical World - New York, Tenth Avenue at 36th Street. — **Exp. Wir.**: Experimental Wireless - Londra E C 4 - Dorset House, Tudor Street. — **Gen. Elec. Rev.**: General Electric Review - Schenectady (New York). — **Genie C.**: Génie Civil - Parigi, XI, Rue Jules Lefebvre, 5. — **H. B.**: La Houille Blanche - Grenoble, Grande Rue, 23. — **Ill. R.**: Illuminazione Razionale - Milano, via Vincenzo Monti, 5. — **Ing.**: L'Ingegnere - Roma (105), via Vittorio Veneto, 7. — **J. A. S. A.**: Journal of the Acoustical Society of America - Chicago (Ill. U. S. A.), North Michigan Avenue, 919. — **J. G. Light**: Journal of Good Lighting - Londra, S W 1, Victoria Street 32. — **J. I. E. E. Londra**: Journal of the Institution of Electrical Engineers - Londra W C 2, Savoy Place, Victoria Embankment. — **J. T. F.**: Journal Tekniceskoi Fiziki - Leningrado, ul. Moiscenko, 10. — **La Ing.**: La Ingenieria - Buenos Ayres, Cerrito 1250. — **L'Elettrot.**: L'Elettrotecnica - Milano, Via San Paolo 10. — **L. u. L.**: Licht und Lampe - Berlino, S W 19, Krausenstrasse, 35-36. — **Licht**: Das Licht - Berlino, S W 61, Teltower Strasse, 35-36. — **Lichttech.**: Die Lichttechnik - Vienna (supplemento a E. u. M.). — **Light.**: Lighting - New York, 215 Fourth Avenue. — **Lux**: Lux, La revue de l'Eclairage - Boulogne, Boulevard de la République, 36. — **Mag. Light**: The Magazine of Light - Cleveland (Ohio) Nela Park. — **N. Cimento**: Nuovo Cimento, Bologna, Edit. N. Zanichelli. — **Onde Elec.**: Onde Electrique - Parigi, VI, Rue de la Seine, 40. — **Phys. Zeit. Sow.**: Physikalische Zeitschrift der Sowietunion. — **Pol.**: Il Politecnico - Milano, via Spiga, 32. — **Power**: Power - New York, Tenth Avenue at 36th Street. — **Proc. Am. Soc. Civ. Eng.**: Proceedings American Society of Civil Engineers - New York, 99-129, North Broadway. — **Proc. Inst. Civ. Eng.**: Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Londra, S W 1, Great George Street. — **Proc. I. R. E.**: Proceedings of the Institute of Radio Engineers - New York, 33 West 39th Street. — **Proc. Mec. Eng.**: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers - Londra, S W 1, Storey's Gate, St. Jane's Park. — **Rassegna P. T. T.**: Rassegna Poste, Telegrafi e Telefoni - Roma, via del Seminario, 76. — **Revue B. B.**: Revue Brown Boveri - Baden (Svizzera). — **Revue Siemens**: Revue Siemens - Berlino - Siemensstad, Verwaltungsgebäude. — **R. G. E.**: Revue Général de l'Electricité - Paris, VIII, Place de Labord, 12. — **Rev. Electr**: Revista Electrotecnica - Buenos Ayres, Pasco Colon, 184. — **Rev. Eletr. Mec.**: Revue d'Electricité et de Mécanique - Parigi, Avenue Kléber, 38. — **Rev. Ind.**: Révue Industrielle - Parigi 8, Square de Messine 9. — **Rev. Ing. Ind.**: Revista de Ingenieria Industrial - Madrid, San Hermenegildo, 32. — **Ric. Scient.**: La Ricerca Scientifica - Roma, Consiglio Nazionale delle Ricerche. — **Ric. Ing.**: Ricerche di Ingegneria - Roma, Via Vittorio Veneto, 7. — **Riv. Catasto**: Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali - Roma, presso la Direzione Generale del Catasto. — **Riv. Tec. F. I.**: Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, Roma, via delle Coppelle, 35. — **Science Ind.**: Science et Industrie - Parigi, Avenue Montaigne, 22. — **Schw. Bauz.**: Schweizerische Bauzeitung - Zurigo, Rathausquai, 20. — **Schw. Elek. V. Bull.**: Schweizerische Elektrotechnischer Verein Bulletin - Zurigo, 8 - Seefeldstrasse, 301. — **Serv. Idr.**: Pubblicazioni del Servizio Idrografico - Roma - Ministero LL. PP. — **Siemens Z.**: Siemens Zeitschrift - Berlino - Siemensstadt. Verwaltungsgebäude. — **Techn. Mod.**: La Technique Moderne - Parigi 6, Rue Bonaparte 92. — **Telefunken Zeit.**: Telefunken Zeitung - Berlino, S W 11 - Hallesches Ufer 12. — **The El. J.**: The Electric Journal - Pittsburgh Pa., 530 Fernando Street. — **The Elec.**: The Electrician - Londra, C E 4 - Bouverie House, 154, Fleet Street. — **The Eng.**: The Engineer - Londra, W C 2, Essex Street, 28. — **Tr. Ill. Eng. S.**: Transactions of the Illuminating Engineering Society - New York, 29 West, 39 Street. — **Trac. Elect.**: La Traction Electrique - Pontoise-Parigi - Rue de Maubuisson, 41. — **V. D. I.**: Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure - Berlino. N W 7, Dorotheenstrasse, 40. — **Wärme**: Die Wärme, Berlino S W 19, Jerusalemerstrasse 46/49. — **Wir. World**: Wireless World - Londra, E C 4 - Dorset House, Tudor Street. — **World P.**: World Power - Londra, W C 2, Lincoln's Inn Fields, 62. — **Zeit. Hochfreq. Tech.**: Zeitschrift für Hochfrequenztechnik - Lipsia, Ed. Akademische Verlagsgesellschaft M. B. H.

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

SAUDICOEUR — **Interruttori ad alta tensione e piccolo volume d'olio.** (R. G. E., 16 giugno 1934, pag. 815-30). **3 b**

Gli interruttori di cui sopra non usano l'olio come isolante affidando questo compito ad appositi isolatori di porcellana; per una tensione di 220 kV bastano 80 litri d'olio contro 17.500 di un interruttore normale; il tempo di rottura è ridotto a 0,05 sec e la durata totale dell'operazione a 0,18 sec. Essi si basano sul principio di non tentare alcuna estinzione sinchè i contatti non sono a una certa distanza (fase preparatoria); di ridurre al minimo la caduta di tensione (e quindi l'energia sviluppata e la pressione di gas) in tale fase, conservando l'arco rettilineo e spostando rapidamente la parte mobile; di produrre bruscamente un'energia supplementare destinata a soffiare l'arco subito dopo il primo passaggio a zero, mettendo in pressione l'arco stesso in apposita camera e infine di provocare una iniezione supplementare di olio per assicurare la dispersione delle correnti nella fase critica.

Tutta la parte attiva dell'apparecchio è posta su un isolatore portante provvisto di una serie di diaframmi ottenuti di corpo con la massa; sino a 150 kV si ha una sola rottura; per 220 kV si fanno due rotture per fase. L'equipaggio mobile riceve il movimento da un doppio isolatore girevole mediante un sistema biella-manovella; tale colonna provoca col suo movimento di rotazione anche l'apertura, a rottura avvenuta, di un braccio di sezionamento, creando un isolamento visibile cosicchè ad interruttore aperto non vi è praticamente tensione sulla parte attiva dell'apparecchio.

La camera di estinzione può essere fatta di materiale isolante poichè l'evacuazione del gas formato dall'arco è continua e non si hanno pressioni elevate.

La rottura avviene tra il contatto fisso e un tubo mobile che scorre sull'altro contatto. In questo tubo, che termina con un ugello, si muove un pistoncino il quale è destinato a realizzare l'iniezione supplementare d'olio nella camera, prendendo l'energia necessaria — che è di piccola entità — da una molla di distacco.

L'A. illustra il funzionamento dell'apparecchio detto interruttore «ortojettore» mediante una trattazione teorica mettendo in evidenza l'influenza della tensione che determina la lunghezza di rottura (e quindi l'altezza della parte attiva dell'apparecchio) ma non affetta il tempo di rottura, e l'influenza dell'intensità, sia che l'interruttore abbia la pompa di iniezione o ne sia sprovvisto; riporta pure diagrammi ed oscillogrammi e conclude dando le norme di impianto e descrivendo i vantaggi dell'apparecchio per le alte ed altissime tensioni.

G. Cc.

J. A. Jackson — **Sulle applicazioni di un dispositivo servomotore elettroidraulico.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1934, pag. 278-287). **3 b**

Il dispositivo è costituito da un motorino elettrico, direttamente accopiato ad una pompa centrifuga, che aspira l'olio da un apposito serbatoio e lo spinge sotto due piccoli stantuffi rigidamente collegati mediante una traversa. La pressione dell'olio sugli stantuffi provoca il movimento di questi, e quindi del complesso rigido con essi, in senso rettilineo, con una spinta più o meno grande, a seconda della velocità e della portata della pompa. Il ritorno degli stantuffi alla posizione iniziale avviene naturalmente, per forza di gravità, oppure per mezzo di una molla. Il dispositivo risulta di ingombro minimo e molto maneggevole.

L'apparecchio, che viene costruito normalmente in diverse grandezze, per spinte fino a 1600 kg e per corse fino a 50 cm, si presta a svariatissime applicazioni ed in generale ovunque si richieda uno sforzo rilevante in direzione rettilinea. Con l'aggiunta di sistemi cinematici (leve, rinvii, eccentrici, carrucole, ecc.) il movimento rettilineo del dispositivo può essere modificato in movimento secondo una qualsiasi direzione e senso. Fra le applicazioni del dispositivo, oltre a quella classica per cui fu ideato e cioè il comando di freni a ceppi o a nastro, nell'articolo sono citate anche quella del comando di macchine utensili (presse, punzoni, trancie, ecc.), quella dello spostamento a distanza delle spazzole di un motore a collettore per variarne la velocità, quella per l'apertura e chiusura a distanza di valvole o serrande, ecc.

C. G. E. (*)

A. Gaebert e H. Appel — **Moderni interruttori per alte tensioni con impiego di olio, acqua e aria compressa come mezzo di estinzione dell'arco.** (E. T. Z., N. 9 del 1 marzo 1934, pag. 219-221; N. 10 dell'8 marzo 1934, pag. 246-248, con 12 fig.). **3 b**

Dopo una breve rassegna dei requisiti, ai quali devono soddisfare i moderni interruttori per alte tensioni, gli AA. riassumono i mezzi attualmente usati per accelerare lo spegnimento dell'arco; sotto questo riguardo gli interruttori si possono distinguere in tre categorie: *a)* a spegnimento naturale dell'arco per semplice allontanamento dei contatti; *b)* ad autospegnimento dell'arco per deionizzazione artificiale dell'ambiente per mezzo di getti di olio o di vapore acqueo; *c)* interruttori ad espansione a spegnimento forzato dell'arco per mezzo di getti di gas compresso. Gli AA. danno esempi di costruzioni dei diversi tipi soffermandosi in modo particolare sugli interruttori ad acqua, ad olio del tipo a convezione e ad aria compressa.

Gli interruttori ad acqua non sono adatti per tensioni d'esercizio superiori a 45 kV: in tal caso sono da adottare gli interruttori a convezione: in questi l'olio, vaporizzato in una camera d'esplosione, serve solo per spegnere l'arco e deionizzare l'ambiente e per l'isolamento della parte attiva dell'interruttore, mentre l'isolamento contro terra è ottenuto per mezzo di sostegni in porcellana. Il vantaggio offerto da questi interruttori è che la quantità d'olio impiegata è assai ridotta, pari al 2,5 % di quella dei comuni tipi in olio. Gli interruttori ad aria compressa offrono il vantaggio dell'assoluta sicurezza di esercizio, essendo eliminato in modo assoluto qualsiasi pericolo di incendio od esplosione. Sono adatti però ad essere impiegati in impianti ove già esiste un'installazione per la produzione di aria compressa, ad esempio per il comando a distanza dagli interruttori stessi.

Tt.

L. Haag e O. Schwenk — **Particolare applicazione del principio del getto negli interruttori di potenza senz'olio.** (E. T. Z., N. 9 del 1 marzo 1934, pag. 211-213, con 8 fig.). **3 b**

Nell'articolo vengono descritti un interruttore ad acqua ed uno ad aria compressa di costruzione speciale. L'interruttore ad acqua si distingue da altri tipi finora costruiti per il fatto che il senso del getto d'acqua è opposto a quello dello spostamento del contatto mobile, il che permette una più rapida estinzione dell'arco ed aumenta la capacità di rottura dell'interruttore. L'interruttore ad aria compressa si distingue da altri tipi per il fatto che in esso il getto d'aria è a doppio effetto: questa caratteristica facilita l'eliminazione dalle camere di esplosione dei vapori metallici che si sprigionano da contatti, fa deviare l'arco dai contatti stessi, ed accelera il raffreddamento degli elettrodi. Così l'ambiente si deionizza rapidamente e l'arco si spegne al passaggio della corrente per lo zero. L'interruttore ad acqua descritto prima è adatto per installazione all'interno per tensioni d'esercizio massime di 20 kV. Invece l'interruttore ad aria compressa è adatto per installazione tanto all'interno che all'aperto.

Tt.

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia generale di Elettricità.

R. Edle — **Bobine di elettromagneti per contattori a corrente continua.** (E. u. M., N. 6, 11 febbraio 1934, pag. 65-67, con 3 fig.). **3 b**

Mentre le bobine degli elettromagneti per contattori a corrente alternata godono della preziosa proprietà di autoregolare le amperspire in funzione della posizione dell'armatura, le bobine per contattori a corrente continua assorbono una corrente che non varia con lo spostamento del loro nucleo. Le bobine dei contattori a corrente alternata possono quindi essere semplicemente dimensionate in base alla forza necessaria per tenere sollevata l'armatura; per le bobine dei contattori a corrente continua, è necessario introdurre nel calcolo una resistenza che dev'essere cortocircuitata all'atto del sollevamento del nucleo ed inserita in circuito a sollevamento avvenuto. Il calcolo può essere condotto sulla base di una serie di formule che l'A. riporta e applica ad alcuni esempi.

V. D.

APPLICAZIONI AGRICOLE.

R. B. Withrow — **L'azione della luce elettrica, impiegata come supplemento dell'illuminazione naturale, nelle serre.** (Tr. Ill. Eng. S., gennaio 1934, pag. 65-74, con 4 fig. e 3 tab.).

La Stazione Sperimentale Universitaria di Purdue, d'accordo con la Utilities Research Commission di Chicago, ha effettuato fin dal 1930 delle ricerche per accertare l'azione della luce elettrica sulla fioritura e per determinare le condizioni d'illuminazione artificiale più adatte a questo scopo. I risultati ottenuti indicano che basse intensità d'illuminazione, quali quelle ottenibili con lampade da 15 W, sono sufficienti di notte per forzare la fioritura di certe specie di piante con la stessa intensità di quando si usano lampade da 500 W. Si è pure constatato che le radiazioni di corta lunghezza d'onda dello spettro visibile ostacolano lo sviluppo delle viole del pensiero, dei garofani e degli astri; la crescita delle piante è invece favorita dalle radiazioni dell'estremo rosso, mentre che le radiazioni giallo-verdi aumentano la produzione di fiori e la lunghezza degli steli ma meno di quando agiscono separatamente. Altre osservazioni sono state fatte sul periodo e sulle ore della notte più adatte per l'illuminazione artificiale; i dati relativi sono contenuti nelle tabelle allegate all'articolo.

G. Co.

APPLICAZIONI TERMICHE.

R. N. Stoddard — **Un nuovo regolatore per saldature a resistenza.** (Elec. Eng., ottobre 1934, pag. 1366-1390, con 2 fig.). **5 c**

Come è noto per ottenere saldature soddisfacenti è necessario regolare sia la intensità della corrente sia la sua durata per ciascuno dei punti di saldatura. Per stabilire e interrompere la corrente nel primario del trasformatore di saldatura, nell'istante opportuno, si adottano generalmente contattori elettromeccanici. Questi dispositivi presentano però parecchi inconvenienti in alcuni casi e specialmente quando si tratti di saldare lamiere sottili e di materiali delicati e quando occorra una grande rapidità di azione. L'A. descrive un nuovo dispositivo basato sull'uso dei dispositivi «ignitron» i quali stabiliscono o interrompono la corrente nel primario del trasformatore. Come è noto gli ignitron sono tubi a catodo di mercurio nel quale si immerge un elettrodo di accensione (cristallo); una piccola corrente di accensione basta per accendere il tubo e iniziare il passaggio della corrente; l'accensione degli ignitron è comandata a sua volta con tubi elettronici senza che occorrano contattori o relais di tipo meccanico. Lo schema può prestarsi a diversi dispositivi costruttivi alcuni dei quali vengono particolarmente descritti. In uno di essi, specialmente adatto per successioni molto rapide dei punti di saldatura, si è adottato un comando fotoelettrico mediante disco dentato ruotante che interrompe un raggio luminoso che batte su una cellula fotoelettrica connessa poi a dispositivi amplificatori. A illustrare il comportamento dei regolatori e dei comandi descritti sono anche riprodotti alcuni oscillogrammi. I dispositivi descritti si prestano anche per potenze rilevanti; in recenti esperienze si è arrivati a valori di cresta di corrente di 4800 ampere a 440 volt.

N.

K. E. Kjolseth — **Un regolatore automatico degli elettrodi per forni trifasi ad arco.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1934, pag. 301-303). **5 b**

Il funzionamento economico di un forno ad arco viene ottenuto alla corrente ottima (cioè quella a cui corrisponde la massima potenza nel forno per la tensione scelta). Il funzionamento a questo valore della corrente si compie regolando la lunghezza dell'arco, in seguito ai cambiamenti di corrente nel circuito del forno. Il sistema di regolazione illustrato dall'A. comprende un motorino collegato, per mezzo di un trasformatore di tensione, al circuito del forno. Questo motorino, mediante speciali dispositivi, chiude ed apre i contatti nel circuito di comando del motore, che muove l'elettrodo di quella fase. Questa regolazione viene compiuta dunque solo in funzione della corrente. Il sistema di regolazione può anche essere comandato a mano. La funzione di questo regolatore è sempre quella di alimentare gli elettrodi, man mano che si consumano, e di eliminare i corti circuiti nel forno.

C. G. E.

D. Silverman e J. H. Cox — **Un raddrizzatore di grande potenza per saldatura.** (Elec. Eng., ottobre 1934, pag. 1380-1383, con 5 fig.). **5 c**

Nelle saldature per punti delle lamiere occorre di poter disporre di correnti istantanee, talvolta di elevata intensità; è importante poter comandare esattamente la durata della corrente, che deve essere brevissima per non produrre bruciature nelle lamiere. I sistemi a contattori meccanici si prestano male per servizi rapidi e precisi come que-

sto. Dove sono in gioco potenze limitate si sono adottati con successo dispositivi con tubi a scarica nei gas con griglia di comando. Per potenze relativamente rilevanti viene ora introdotto un nuovo dispositivo a ignitron. Come è noto l'ignitron si basa sul fenomeno della produzione di una macchia catodica e conseguente innesco di un arco quando si applichi una tensione ad un cristallo di carborundum parzialmente immerso in un pozzetto di mercurio. Il dispositivo di comando che gli AA. descrivono comprende un tubo a vuoto con un pozzetto di mercurio in cui pesca un cristallo di carborundum, e un secondo elettrodo; l'arco si innesca sul cristallo e passa subito fra mercurio ed elettrodo; al passare della corrente per lo zero l'arco si spegne e l'atmosfera di esso si deionizza rapidamente, impedendo la riaccensione dell'arco fino a un nuovo innesco.

Il dispositivo oltre ad essere di efficace comando, presenta deboli perdite a qualunque carico, offre pochissima probabilità di archi di ritorno, può sopportare sovraccarichi istantanei elevatissimi. Gli AA. descrivono dettagliatamente la costruzione e le caratteristiche di unità di questo genere capaci di portare correnti di valor medio dell'ordine di qualche centinaio di ampere con valori di cresta di oltre 2000 ampere. La durata delle correnti di saldatura può essere regolata a intervalli di 1/120 di secondo o anche meno. Il dispositivo descritto è già stato largamente adoperata in pratica con esito soddisfacente. *N.*

H. GEORGE — **Forno elettrico a irradiazione a resistenza.** (R. G. E., 23 giugno 1934, pag. 851-57). **5 b**

Questo forno, adatto alla produzione rapida di altissime temperature, comporta un corpo di riscaldamento a elementi resistenti di carbonio o grafite, disposti nell'asse del forno irradianti liberamente sulla massa da fondere e sulle pareti. L'usura delle resistenze, anche nelle condizioni più sfavorevoli, in cui si richiede circolazione d'aria allo scopo di evitare effetto riducente o di carburazione sulla massa da trattare, si manifesta assai bassa e non raggiunge la terza parte del consumo di elettrodi in un forno ad arco della stessa potenzialità. L'A. descrive le caratteristiche costruttive del forno, specialmente per quanto riguarda il corpo di riscaldamento, monofase o trifase, e i contatti e riporta le curve di funzionamento di un tipo da 80-100 kg per fusione di ghisa e di bronzo, con consumi che, nelle fasi intermedie sono dell'ordine di 0,6 kWh per kg di ghisa e 0,3 kWh per kg di bronzo colato. Accenna poi a qualche applicazione particolare come la fusione del magnesio e la colata centrifuga ed ai vantaggi del forno tra i quali spicca la posa del rivestimento refrattario che può cuocersi in luogo sino a fusione superficiale del refrattario che acquista così una superficie dura e non porosa, assai resistente alla usura. *G. Cc.*

APPLICAZIONI VARIE.

K. KAUFMANN — **Motorino sincrono monofase Saja per comando di piatti porta dischi di macchine parlanti.** (E. T. Z., N. 9, del 1 marzo 1934, pag. 213-214, con 3 fig.). **6 c**

Il motorino è adatto pel comando di un piatto per dischi da 30 cm. Compie 78 giri al minuto alla frequenza di 50 per/sec e ha 77 poli. Può fare però anche 33,3 giri, mediante modifica nel collegamento dei suoi avvolgimenti. Statore e rotore hanno lo stesso numero di cave. La corrente assorbita è $0,56 \div 0,28$ A. La tensione di alimentazione 110/220 volt. La potenza del motorino è di poco più di 5 W. Il rendimento è naturalmente molto basso, ma tuttavia relativamente notevole per questo genere di macchine: la potenza assorbita è di 35,5 W; il rendimento perciò è pari a 0,158, più che doppio rispetto a quello di altri motorini, in cui raggiungeva appena il 7 %. *Tt.*

R. PAGÈS — **Le segnalazioni.** (Bull. Soc. Franc., luglio 1934, pag. 696-714, con 8 fig.). **6 c**

L'A. si occupa in particolare delle segnalazioni ottiche relative al traffico ferroviario e stradale. In un segnale luminoso si possono distinguere 3 parti: il dispositivo ottico, il filtro luminoso, e la sorgente luminosa. Il dispositivo ottico può essere un sistema di lenti o un riflettore o una combinazione dei due. L'A. illustra alcuni sistemi di lenti usati da diversi costruttori per differenti scopi. I sistemi a specchi sono usati nella segnalazione urbana, talvolta in combinazione con gruppi di lenti. Si dice effetto fantasma l'illuminazione del segnale sotto l'azione di una sorgente esterna p. es. il sole al tramonto. Questo effetto può produrre inconvenienti gravissimi, specialmente se la riflessione della luce incidente avviene su una parte interna del segnale, perchè in tal caso la luce riflessa prende il colore stesso del filtro e simula perfettamente il segnale acceso. Questo fenomeno viene analizzato dall'A. che descrive alcuni dispositivi per eliminarlo o ridurlo. Come filtro colorato si può usare sia un elemento indipendente sia una stessa delle lenti del sistema ottico, ma in tal caso il fascio di luce riesce eterogeneo, essendo la lente colorata di diverso spessore nei diversi punti. Riesce quindi preferibile l'uso di uno schermo indipendente. Alcune difficoltà provengono dal fatto che i segnali ferroviari sono visti a tale distanza che essi appaiono come semplici punti colorati e in tal caso gli effetti cromatici vengono alterati da fenomeni particolari che l'A. descrive; la questione non è ancora praticamente risolta in modo del tutto soddisfacente. Come sorgenti luminose si adoperano ormai quasi esclusivamente lampade elettriche. Si vanno adesso presentando assai promettenti le lampade a scarica in gas a bassa pressione. Per ultimo l'A. illustra i cosidetti sistemi autocollimatori, che utilizzano una sorgente ausiliaria dipendente dall'osservatore stesso e che sono largamente impiegati nella segnalazione stradale. Vengono descritti alcuni di tali dispositivi e sono indicate le modalità per le relative prove e verifiche. *Ri.*

G. FOX — **L'elettrotecnica nelle acciaierie dell'U.R.S.S.** (Elec. Eng., settembre 1934, pag. 1251-1255, con 5 fig.). **6 c**

Il programma di sviluppo dell'industria metallurgica nell'U.R.S.S. comprende specialmente la costruzione di impianti nuovi dei quali circa una decina si possono considerare in efficienza. Essi comprendono in generale tutti i servizi dai forni a coke fino ai laminatoi. Viene fatto largo uso di ricuperi dei gas d'alto forno e dei forni a coke non soltanto nelle stesse acciaierie ma anche in altri impianti industriali vicini o per servizi urbani di riscaldamento pubblico, ecc. Spesso la scarsità di acqua ha indotto a limitare la potenza delle centrali elettriche al servizio delle acciaierie; in generale però esse sono anche capaci di mettere a disposizione notevoli quantità di vapore di ricupero. Come schema generale una centrale comprende da 1 a 4 unità di circa 25.000 kW; spesso la sala macchine della centrale termoelettrica fa tutt'uno con la sala compressori per servizio degli alti forni. Le centrali sono collegate con linee ad alta tensione; le cabine di arrivo delle linee nei singoli impianti sono di solito situate in vicinanza alla sala laminatoi. La distribuzione dell'energia eletrica nell'interno delle singole acciaierie è fatta di preferenza con cavi sotterranei; l'energia viene di solito generata e distribuita a 6000 V e i motori principali funzionano a tale tensione; la frequenza è normalizzata in 50 per/sec. Le reti a 6000 V sono con neutro a terra attraverso elevate resistenze; le reti a 3000 V e quelle a 380 V sono generalmente con neutro isolato. I sistemi di distribuzione sono in generale del tipo radiale. La maggior parte dei trasformatori sono trifasi, generalmente istallati all'interno. Per la produzione delle correnti continue pel comando di laminatoi o di servizi ausiliari si fa uso di gruppi moto-generatori. *N.*

CONDUTTURE.

L. C. SEMPLE-BOOCOCK — **Posa di cavi armati per mezzo di carri scavatori.** (Annales P. T. T., giugno 1934, pp. 539-558, con 12 fig.). **9 d**

Viene riferito in particolare sui lavori eseguiti in Inghilterra in questi ultimi anni per la posa di cavi sotterranei mediante dispositivi automatici simili a quelli usati in agricoltura per l'aratura meccanica. Il sistema fu applicato specialmente per la posa del cavo da Cambridge a Kings Lynn nel 1932. I primi tentativi furono fatti con aratri a cavalli e con profondità di cavo di cm 30 successivamente portati a 45 con lavoro manuale. La rapidità di posa e la rilevante economia ottenuta con metodo così primordiale indussero a perfezionare il sistema adottando escavatori meccanici con trattori a motore a combustione. L'A. riporta i risultati ottenuti con diversi tipi di macchine. I dispositivi meccanici sono capaci di realizzare gli scavi necessari anche in terreni relativamente difficili e duri. La profondità di scavo si può spingere direttamente fino a cm 60 ed oltre. La posa del cavo avviene ad opera dello stesso dispositivo scavatore, alla parte posteriore del quale viene attaccata l'estremità anteriore del tronco di cavo, che viene così gradatamente svolto dal tamburo fisso e posato nello scavo man mano che questo procede. La lunghezza di cavo che può essere tirata è dell'ordine di circa m 280, ciò che importa la necessità di aumentare il numero dei giunti rispetto alla posa normale. Col metodo descritto si può arrivare a posare fino a m 1200 di cavo in un giorno, eseguendo tutte le operazioni necessarie. La posa del cavo inglese sopra citato ha dimostrato che il sistema permette una economia effettiva di circa il 60 % nella spesa di mano d'opera. *Ri.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

TH. DI GASPERO — **Sulla coppia del convertitore di frequenza compensato.** (E. u. M., N. 7, 18 febbraio 1934, pag. 78-80, con 2 fig.). **10 b**

Il normale convertitore di frequenza possiede un indotto a corrente continua il cui avvolgimento comporta, per ogni coppia di poli, tre prese sfasate fra loro di 120° elettrici, le quali fanno capo ad altrettanti anelli. Il collettore è munito di un triplo gioco di spazzole. Lo statore non porta avvolgimenti ed ha soltanto lo scopo di offrire al flusso magnetico un cammino chiuso attraverso il ferro. Prescindendo dalle perdite nel ferro dello statore, è chiaro che il normale convertitore di frequenza non può sviluppare una coppia. Applicando agli anelli una tensione avente una determinata pulsazione, il campo ruota rispetto al rotore con una velocità angolare eguale alla pulsazione stessa. Inoltre alle spazzole si manifesta una tensione la cui pulsazione è eguale alla velocità angolare del campo, relativa allo statore. Con carico lato collettore, si sovrappongono nel rotore due correnti a diversa frequenza ossia due campi i quali danno luogo ad una tensione oscillante nel rotore. Munendo lo statore di un avvolgimento compensatore percorso dalla corrente raccolta alle spazzole, atta ad eliminare totalmente il campo rotorico generato da quest'ultima corrente, si ottiene il convertitore di frequenza compensato, impiegato in pratica in collegamento con una macchina asincrona nei gruppi in cascata. A differenza del convertitore normale, il convertitore di frequenza compensato è in grado di generare una coppia che si può dedurre, come dimostra l'A., con un appropriato procedimento analitico-grafico. *V. D. Ma.*

C. F. WAGNER e L. R. LUDWIG — **L'inverter del tipo a ignitron.** (Elec. Eng., ottobre 1934, pag. 1384-1389, con 7 fig.). **10 c**

Gli AA. descrivono un nuovo dispositivo che permette la regolazione e il comando dei raddrizzatori a mercurio senza uso di griglie di comando, utilizzando invece il principio dell'ignitron. Uno di tali apparecchi usato come inverter per trasformare corrente continua in alternata consiste in un catodo di mercurio liquido collocato nel fondo di una cassa di semplice costruzione, in un anodo di grafite isolato

dalla cassa e nell'elettrodo dell'ignitron esso pure isolato dalla cassa. L'anodo è molto vicino al catodo cosicchè la caduta nell'arco è piccola. L'elettrodo dell'ignitron è di carborundum e la sua estremità inferiore è immersa nel mercurio. Basta applicare al pezzo di carborundum una tensione capace di produrre una corrente di pochi ampere perchè in pochi milionesimi di secondo scatti l'arco dalla polla di mercurio.

Il funzionamento è assai diverso da quello degli apparecchi a griglia di controllo perchè in essi il catodo è sempre in istato di emissione e la griglia, durante il periodo in cui l'arco non si forma deve intervenire ad evitare la formazione del plasma dell'arco; invece col l'ignitron il catodo è normalmente inattivo ed entra in stato di emissione soltanto quando è eccitato dall'ignitron. L'assenza di griglia riduce la caduta nell'arco ed elimina gli inconvenienti a cui essa dà luogo talvolta durante il funzionamento. Il tipo a ignitron è anche assai più sicuro nei riguardi degli archi di ritorno.

Gli AA. discutono con qualche ampiezza le caratteristiche relative degli inverter a griglia di comando o ad ignitron e riportano anche numerosi risultati di esercizio relativi a questi ultimi. *N.*

K. Baudisch — **Progressi nella costruzione e nell'impiego di raddrizzatori a ossido di rame.** (E. T. Z., N. 9, del 1 marzo 1934, pag. 208-211, con 10 fig.). **10 d**

Per aumentare la potenza dei raddrizzatori a ossido di rame, senza accrescerne le dimensioni, bisogna far in modo di promuovere la formazione dello strato di ossido sulle piastre di rame. A questo scopo è stata perciò rivolta in questi ultimi tempi l'attenzione dei tecnici. Conseguentemente si è dovuto studiare il modo anche di favorire il raffreddamento. Così il peso del raddrizzatore per watt ha potuto essere ridotto del 60 %. Le unità raddrizzatrici così costruite raggiungono un rendimento del 65 %, mentre per i gruppetti di conversione esso non raggiunge il 40 %. L'impiego principale di questi raddrizzatori è quello della carica delle batterie di accumulatori. Questi raddrizzatori costituiscono oggi indubbamente il mezzo più semplice ed economico per ottenere corrente continua per impianti ausiliari e di potenza limitata. *Tt.*

K. Maier — **Novità nel campo dei raddrizzatori al selenio.** (E. T. Z., N. 9, del 1 marzo 1934, pag. 221-222, con 4 fig.). **10 d**

I campi di applicazione dei raddrizzatori a secco si sono in questi ultimi anni molto ampliati. Il raddrizzatore al selenio è, come tutti i raddrizzatori a secco, costituito da diverse piastre insieme riunite: a seconda della tensione continua richiesta si fa poi il collegamento delle piastre in parallelo o in serie. In questi ultimi tempi sono stati raggiunti notevoli progressi nella costruzione di questo tipo di raddrizzatore, per cui si può ora giungere a costruire unità aventi una potenza di 100 watt per dm^3 con un peso di 1,5 kg. La durata di questo raddrizzatore può essere ora valutata in 15.000 ore; con qualche interruzione nel servizio si può contare anche su un aumento del 5 % di tale durata. Il principale vantaggio offerto dal raddrizzatore al selenio consiste in questo, che esso non richiede trasformatore di alimentazione, ma può essere collegato direttamente alla rete a corrente alternata. Si raggiungono rendimenti dall'80 al 90 % anche a carico ridotto. *Tt.*

Schmitt — **Convertitore di frequenza da 4000 kVA per la ferrovia della Wiesental nel Baden.** (E. T. Z., N. 3 del 18 gennaio 1934, pag. 65-66). **10 c**

L'A. riferisce sul lavoro preparatorio di studio compiuto dalla Reichsbahn germanica per l'ordinazione di un convertitore di frequenza e di fase, a vapore di mercurio, da corrente trifase a frequenza industriale in corrente monofase a 16 2/3 per/sec per la ferrovia della Wiesental nel Baden. L'unità deve entrare in servizio alla fine del 1934. Essa è destinata ad essere installata vicino a Basilea e a ricevere energia trifase a 45 kV, 50 per/sec, da convertire direttamente in energia monofase a 17 kV, 16 2/3 per/sec. L'energia elettrica monofase ottenuta avrà una curva di tensione perfettamente sinusoidale. Nell'articolo vengono elencate le principali condizioni di fornitura e le caratteristiche tecniche a cui l'unità deve soddisfare: viene poi messa in evidenza la convenienza dell'adozione di una tale unità per il servizio particolare al quale è destinata. *Tt.*

J. Markous — **Raddrizzatori a vapore di mercurio per le stazioni di emissione della rete francese di radiodiffusione.** (Rev. Electr. Mec., luglio-agosto 1934, pag. 29-33, con 5 fig.). **10 c**

Il Ministero francese delle P. T. T. sta realizzando un piano di rete nazionale di radiodiffusione che comprende la creazione di 7 stazioni diffondenti della potenza di antenna da 60 a 120 kW. Queste nuove stazioni, insieme ad alcune altre già esistenti, costituiranno il gruppo delle stazioni dette regionali e impiegheranno onde da 200 a 545 metri, mentre la stazione ora detta nazionale (già Radio-Parigi) impiega onde di 1650 metri. Gli emettenti delle stazioni regionali e di quella nazionale saranno collegati fra loro da una rete di cavi telefonici speciali per permettere la trasmissione di uno stesso programma a tutte le stazioni. In vista dell'elevata tensione di oltre 20.000 V a corrente continua necessaria per alimentare le lampade di emissione, e la potenza relativamente elevata richiesta, si sono adottati raddrizzatori a vapore di mercurio in ampolla di vetro. Ogni stazione comprenderà 3 gruppi trasformatori-raddrizzatori (di cui uno di riserva) della potenza, secondo i casi, di 240 kW o di 420 kW, a 12.000 V; due gruppi potranno essere messi in serie per ottenere una tensione di circa 25.000 V in corrente continua; è anche prevista la possibilità di realizzare 36.000 V coi 3 gruppi in serie. Ogni raddrizzatore è costituito da 2 ampolle trianodiche montate in serie ed è alimentato da un trasformatore col secondario disposto a doppia stella e il primario a zig-zag speciale; il gruppo costituisce un insieme esafase; con facili artifici, nel caso dell'accoppiamento di 2 gruppi in serie, si ottiene un insieme dodecafase. La tensione raddrizzata è regolata per il valore massimo mediante le prese supplementari del trasformatore e inoltre mediante le griglie di regolazione. L'A. descrive alcuni dettagli di installazione. *Ri.*

Guery — **Sviluppi del raddrizzatore e dell'ondulatore a vapori di mercurio.** (R. G. E., 23 giugno 1934, pag. 857-67). **10**

L'A. svolge un rapido quadro degli sviluppi e del perfezionamento del raddrizzatore a vapori di mercurio sino all'introduzione delle griglie di controllo polarizzate e delle griglie anodiche a accensione ritardata. E' stata resa così possibile una regolazione amplissima che si effettua sul raddrizzatore stesso e pur presentando qualche inconveniente dal punto di vista dell'assorbimento di energia reattiva, apre il campo a numerose applicazioni. La regolazione si estende sino alla inversione della tensione raddrizzata cosicchè l'apparecchio da raddrizzatore diventa ondulatore permettendo la trasformazione della corrente continua in polifase. Questa proprietà può essere utilizzata in trasmissione, con la creazione di reti ad altissima tensione a corrente continua, e in trazione, per la conversione in luogo delle frequenze (doppia trasformazione con intermediario della corrente continua) e per il recupero dell'energia.

La reversibilità del raddrizzatore a vapori di mercurio conferisce all'apparecchio proprietà simili a quelle delle macchine a collettore. Tale reversibilità richiede però lo sviluppo in grande dei tipi bipolari e l'adozione di alcuni accorgimenti relativi sopratutto all'annullamento delle armoniche. Questa nuove tecnica del raddrizzatore a vapori di mercurio è legata a condizioni di carattere economico di particolare gravità che rendono per ora il problema di difficile soluzione. *G. Cc.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

Galmiche — **Le vibrazioni nelle macchine elettriche e i sopporti elastici.** (R. G. E., 2 giugno 1934, pag. 739-55). **11 a**

Nell'intento di studiare la possibilità di isolare acusticamente il macchinario mediante sopporti elastici l'A. calcola come le vibrazioni si attenuino trasmettendosi attraverso un mezzo elastico sia con ammortimento trascurabile, sia con ammortimento intenso. Quindi fa la ricerca del periodo di oscillazione del sistema nel caso più generale in cui l'attacco ai sopporti non è simmetrico; per questo scrive l'equazione del movimento ed esprime le coppie derivanti dalle forze in gioco, escluse quelle perturbatrici (elettromagnetiche ed alternative) e giunge all'integrazione del sistema di equazioni in base al [illegible] determinare le linee nodali, quelle cioè i cui punti si trovano in riposo nel movimento corrispondente alle oscillazioni libere. La trattazione analitica si chiude con un breve cenno al modo come i risultati possono essere utilizzati nelle applicazioni per sopporti elastici a base di gomma o di molle, indicando anche i limiti che in pratica possono essere tollerati nelle oscillazioni. L'A. chiude con un duplice esempio e in appendice svolge il calcolo dei termini giroscopici e studia l'influenza delle forze proporzionali al quadrato delle elongazioni dato che questi termini erano stati trascurati nell'espressione delle forze di richiamo. *G. Cc.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Ch. Kasper — **Il deposito del cromo da soluzioni di sali cromici e cromosi.** (Bur. of Stand. Jour. Res., ottobre 1933, pag. 515-526). **13 b**

Tutti gli impianti commerciali di cromatura vengono eseguiti in bagni di acido cromico, in cui il cromo funziona da esavalente. E' abbastanza difficile ottenere depositi brillanti e il rendimento dei bagni è piccolo; ciò si ritiene sia dovuto al fatto che la deposizione avviene da un elevato stato di ossidazione, e perciò si pone il problema se non si possano ottenere migliori risultati partendo da stadi di ossidazione più bassa. L'A. ha appunto studiato sperimentalmente tale possibilità e riferisce i risultati raggiunti. La letteratura tecnica esistente circa l'impiego di bagni con sali di cromo trivalente è alquanto contradditoria. La chimica del cromo trivalente è assai complessa e non esiste nessuna teoria che spieghi in modo soddisfacente la elettrodeposizione da tutti i composti possibili. Le esperienze furono condotte dapprima con una soluzione di fluoborato cromico che è estremamente solubile. La durata utile di tale bagno è risultata assai corta ed i risultati ottenuti nei tentativi di elettrodeposizione non diedero a sperare di poter ottenere vantaggi. Analoghi risultati si ottennero con bagni di solfato cromico e solfato sodico. Dal punto di vista teorico potrebbero sembrare più opportuni i sali cromosi, sia perchè la energia richiesta è minore, sia perchè lo strato catodico può raggiungere una minore concentrazione in ioni idrogeno senza che avvenga la precipitazione dell'idrosido. Vennero eseguite esperienze con soluzioni cromose, ma anche esse non diedero risultati soddisfacenti. Altrettanto può dirsi di bagni contenenti composti molto complessi del cromo. Tutte le esperienze eseguite dimostrarono che non vi è nessuna possibilità che si trovi un bagno di cromo bivalente o trivalente che dia risultati più soddisfacenti di quelli del cromo esavalente. *Ri.*

L. Cordebas — **Contributo sperimentale alla teoria della pila Leclanché.** (R. G. E., 26 maggio 1934, pag. 709-720). **13 b**

La pila Leclanché presenta tuttora diversi enigmi. La bassa tensione dopo l'erogazione e la rigenerazione spontanea in riposo, l'influenza del grado di purezza dei materiali sulla conservazione e la

capacità degli elementi; di questi fatti l'A. cerca dare spiegazione attraverso ricerche sperimentali. Esse hanno messo in evidenza che si può fare una pila con un elettrodo di biossido di manganese in contatto con la grafite e che tale elemento ha una forza elettromotrice di circa 750 mV. Nell'interno di una pila Leclanché si trovano numerosissimi di tali elementi in corto circuito e da essi dipende la depolarizzazione dell'elemento di pila funzionante; la loro azione cessa al cadere della erogazione. Il meccanismo di tale azione riposa sulle proprietà di superficie della grafite e sul suo variare di posizione nella serie di Volta al variare dello stato di ossidazione. I fenomeni di produzione di corrente sono in stretta dipendenza con lo stato superficiale degli elettroni, funzione a sua volta dello stato anteriore della pila. Le teorie come quella termodinamica della reversibilità, che è basata su relazioni relative allo stato massico dei corpi e non a quelle superficiali sono in disaccordo con l'esperienza. Non bisogna fare una emulsione della grafite nel $Mn\,O_2$ nè comprimere alla pressa idraulica la massa attiva. Si deve realizzare per quanto possibile una eguaglianza approssimativa della superficie di contatto fra grafite ed elettrolito e fra pirolusite e elettrolito, e rendere entrambi queste superficie le più grandi possibile. Queste considerazioni conducono a consigliare come più conveniente un rapporto di 4 a 1 tra il peso di $Mn\,O_2$ e di grafite. *G. Cc.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

L. BOUTHILLON — **A proposito del progetto di un vocabolario di acustica.** (Bull. Soc. Franc., luglio 1934, pag. 670-696). **14 d**

L'A. prende le mosse dalla pubblicazione di un Progetto di Vocabolario Acustico sulla Revue d'Acoustique, compilato da F. Canac sulla base di analogo lavoro pubblicato da apposito Comitato in America. L'A. esamina e critica le espressioni proposte, molte delle quali sono già entrate nell'uso corrente; trova ad esempio strano che si ricorra ad esprimere il rapporto di grandezze mediante i loro logaritmi; critica l'uso di unità e di espressioni come la seguente: «livello di potenza di 3 bell» invece di potenza di un watt e così «affievolimento di 10 decibel» invece di rendimento di un decimo ecc. Trova singolarissimo che per esprimere un numero aritmetico come è, un logaritmo non si dica ad esempio soltanto «il tale logaritmo è uguale a 2,5» ma invece «il tale logaritmo è uguale a 2,5 nepers». Osserva che si potrebbe allora invece di dire $y = \text{seno}\ x = 0{,}5$, dire ad esempio $y = 0{,}5$ eulero o qualunque altro nome di scienziato che si volesse ricordare. Gli elettrotecnici che hanno tanto spesso occasione di adoperare unità e rapporti di unità non possono disinteressarsi di questi nuovi modi di esprimersi. Vengono a tale riguardo ampiamente discussi i diversi modi [illegible] i rapporti di grandezze. Altre critiche vengono mosse ad alcune espressioni relative alle oscillazioni e l'A. si mostra contrario sia all'uso di periodo invece di periodo per secondo, sia all'introduzione del nome di hertz. Passa poi a criticare alcune espressioni trasportate in acustica prendendole dal vocabolario dell'eletrotecnica e qui specialmente insiste sulla necessità che gli elettrotecnici intervengano a garantire l'esattezza delle espressioni. Nemmeno le definizioni di ordine puramente acustico sfuggono alla critica dell'Autore, il quale insiste sulla opportunità di una revisione generale della terminologia acustica. *Ri.*

E. FERMI — **Radioattività prodotta da bombardamento di neutroni.** (Nuovo Cimento, luglio 1934, pag. 430-441). **14 b**

I fenomeni di disentegrazione artificiale dei nuclei atomici per effetto del bombardamento con particelle pesanti possono dar luogo a prodotti di disentegrazione radioattivi, che possono subire una disentegrazione successiva con vita media relativamente lunga. L'A. riferisce sui risultati ottenuti mediante bombardamenti con neutroni. La sorgente era un tubetto di pochi millimetri di diametro e di lunghezza, contenente polvere di berillio ed emanazione di radio. La sorgente emette anche una radiazione γ assai dura, ma appare improbabile che i fenomeni osservati siano ad essa dovuti. La attivazione delle sostanze bombardate veniva rivelata con un contatore a filo di Geiger-Müller. Si è potuto constatare che numerosi elementi in seguito al bombardamento acquistano la proprietà di emettere elettroni. Il fluoro è quello che ha rivelato la vita media più breve, essendo risultato di circa 9 secondi il periodo di dimezzamento. L'alluminio si attiva intensamente e si ottiene un primo prodotto con riduzione a metà in 12 minuti e un secondo in circa 15 ore, che sembra dovuto alla formazione di un isotopo del magnesio. Il silicio si attiva pure con notevole intensità, dando luogo ad un isotopo radioattivo dell'alluminio. Il fosforo che pure si attiva con grande intensità dà due vite medie, una di circa 3 ore (dovuta ad un isotopo del silicio) ed una di 3 minuti. Altri risultati analoghi vengono citati per il cloro, il ferro, il cobalto, l'argento e l'iodio. L'A. espone anche considerazioni teoriche sul meccanismo di disintegrazione per gli elementi pesanti, rilevando tuttavia come allo stato attuale di incertezza delle conoscenze sul nucleo sia prematuro emettere una teoria definitiva. *Ri.*

C. G. FOUND — **Principi fisici fondamentali che governano la scarica nelle lampade a vapore di sodio.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1934, pagine 269-277). **14 c**

L'energia elettrica, che alimenta la lampada, provoca lo staccarsi di elettroni (che chiameremo primari) dal catodo, i quali, muovendosi verso l'anodo, comunicano la loro energia cinetica agli atomi che incontrano sul loro cammino. Se l'urto fra gli elettroni primari e gli atomi è elastico, l'atomo non subisce trasformazioni. Se l'urto è invece anelastico, il che avviene quando l'energia cinetica dell'elettrone è più elevata, gli atomi si eccitano, senza però liberare, in generale, elettroni, a meno che questi atomi eccitati non vengano poi urtati da altri elettroni primari, il che avviene nel caso in cui il loro numero diventi molto grande. Se invece l'energia cinetica dell'elettrone primario è ancora più elevata, essa provoca la ionizzazione dell'atomo urtato, fenomeno che è accompagnato da liberazione di elettroni, chiamati elettroni secondari, ai quali gli elettroni primari comunicano parte della loro energia cinetica. Gli elettroni secondari, la cui energia cinetica è sempre inferiore a quella posseduta in origine dagli elettroni primari, continuando il loro movimento, urtano, a loro volta, altri atomi e, a seconda della quantità di energia in gioco, l'urto risulta elastico o anelastico, ossia senza o con eccitazione e ionizzazione di questi atomi.

Ora nel caso della lampada a vapori di sodio gli elettroni primari emessi dal catodo hanno maggiore probabilità di urtare, sul loro cammino verso l'anodo, atomi di neon, anzichè atomi di sodio, per il fatto che il numero degli atomi di neon contenuto nel bulbo è circa 20.000 volte maggiore di quello degli atomi di sodio. In seguito alle collisioni, l'atomo di neon libera un elettrone secondario la cui energia cinetica (o potenziale elettrico) è in generale molto inferiore ai 16,1 volt necessari per la eccitazione degli atomi di neon, alla quale è dovuta la produzione dell'effetto luminoso. L'emissione di luce da parte degli atomi di sodio avviene invece al potenziale di 2,1 volt e poichè l'elettrone secondario è quasi sempre a potenziale superiore a 2,1 volt, si ha l'eccitazione dell'atomo di sodio e l'emissione della caratteristica luce gialla. La funzione del riempimento gassoso di neon consiste nel facilitare l'urto fra gli elettroni secondari e gli atomi di sodio, poichè, in assenza degli atomi di neon, il passaggio di un elettrone dal catodo all'anodo avverrebbe secondo il percorso più breve, mentre, in seguito agli urti cogli atomi di neon, il percorso resta notevolmente allungato e quindi la probabilità di incontrare atomi di sodio resta aumentata. Da quanto esposto appare evidente che nelle lampade a vapore di sodio l'emissione di luce è causata principalmente dagli elettroni secondari e dall'energia potenziale da essi posseduta. Poichè il valore di quest'ultima è eguale alla differenza fra l'energia posseduta dagli elettroni primari, emessi dal catodo, e quella spesa per la ionizzazione degli atomi di neon, è evidente che la luce emessa dipende, in ultima analisi, dalla maggiore o minore intensità della emissione elettronica del catodo. *C. G. E.*

S. DUSHMANN — **Lampade a scarica in gas a bassa pressione.** Parte I (Elec. Eng., agosto 1934, pag. 1204-1212, con 7 fig.). **14 c**

Come è noto la emissione luminosa, in lumen per unità di area di una sorgente luminosa è data da $L = 621 \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} V_\lambda\ E_\lambda\ d\lambda$ dove V_λ indica il fattore di visibilità per una data lunghezza d'onda, 621 è il massimo equivalente luminoso per watt di energia radiata (corrispondente a una lunghezza d'onda $\lambda = 5.500$ Å), e $E_\lambda\ d\lambda$ rappresenta l'energia radiata per cm^2 nell'intervallo λ a $(\lambda + d\lambda)$; per l'occhio normale i limiti possono essere assunti $\lambda_1 = 4100$ Å e $\lambda_2 = 7200$ Å. Il rendimento luminoso di una sorgente qualunque può essere definito dalla relazione $L_s = L/W = (621 \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} V_\lambda\ F_\lambda\ d\lambda) / \int_0^\infty E\ d\lambda$. Per ogni sorgente luminosa esiste un rendimento optimum L_0 che rappresenta il rendimento di una sorgente fittizia avente la stessa distribuzione energetica nel campo visibile e che non emettesse affatto fuori di tale campo; si avrebbe quindi $L_0 = L/W_L = L/\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_\lambda\ d\lambda$; esso esprime il massimo possibile rendimento per una luce di data distribuzione energetica nel campo visibile. L'A. chiama rapporto di utilizzazione energetica il rapporto $\eta = L_s/L_0 = W_L/W$. In una tabella sono riportati i valori L_0, L_s, η per il corpo nero e per molte sorgenti luminose diverse. Impostati questi concetti fondamentali, l'A. si addentra nella esposizione della teoria dell'origine delle linee spettrali mettendo in evidenza l'importanza delle diverse forme di collisioni fra particelle e della conseguente ionizzazione o eccitazione degli atomi. La teoria viene in particolare applicata al caso dei vapori di sodio. Passa poi a trattare dell'assorbimento luminoso per risonanza da parte di gas a vapori, della ionizzazione cumulativa e degli stati metastabili; in ultimo accenna alla eccitazione e ionizzazione di origine termica. *N.*

H. BURGHOFF — **La deviazione magnetica dell'arco.** (E. u. M., N. 5, 4 febbraio 1934, pag. 49-53, con 7 fig.). **14 b**

Lo spostamento rapido dell'arco lungo gli elettrodi fra i quali si è formato è condizione fondamentale per evitare il deterioramento rapido degli elettrodi stessi. Il problema di determinare la condizioni che influiscono sullo spostamento dell'arco è particolarmente importante per lo studio del comportamento del raddrizzatore di Marx, nel quale l'arco si stabilisce nell'aria fra elettrodi opportunamente foggiati. Le prove su cui riferisce l'A. furono appunto eseguite su di un tale raddrizzatore in collegamento monofase, con elettrodi raffreddati a circolazione d'acqua e provvisti ciascuno di un elettromagnete. Lo spostamento dell'arco lungo gli elettrodi venne studiato al variare della corrente, del campo magnetico, della distanza fra gli elettrodi e della natura di questi ultimi. Lo esame dell'arco, spostantesi con velocità fino a 60 m/sec, venne eseguito mediante un disco stroboscopico rotante in sincronismo con la frequenza della rete di alimentazione del raddrizzatore. E' stato riscontrato che la velocità di spostamento dell'arco è in stretta dipendenza con la natura e le caratteristiche del metallo costituente gli elettrodi. Se questi sono perfettamente speculari, qualunque sia il metallo, il sostegno anodico dell'arco si sposta sempre più velocemente del sostegno catodico. Dopo un certo tempo di servizio, si nota sempre la formazione

di uno strato di ossido sulla superficie degli elettrodi, il quale non pregiudica la conservazione dei medesimi se essi sono sufficientemente raffreddati e se l'arco si sposta con sufficiente velocità. La struttura dello stato di ossido è molto diversa da metallo a metallo e dipende dalla polarità dell'elettrodo. Con la formazione dello strato di ossido, varia pure, la velocità dell'arco. Con elettrodi di ottone o di argento, la velocità anodica supera sempre quella catodica; le due velocità sono pressochè identiche con elettrodi di alluminio o di cromo; con eletrodi di rame, la velocità catodica supera quella anodica quando il campo magnetico è debole; con campi più forti, le due velocità tendono a diventare eguali. *V. D. Ma.*

W. Jacksen — **Un riassunto dei lavori recenti sul comportamento anomalo dei dielettrici liquidi.** (J. I. E. E., Londra, LXXV, 451, luglio 1934, pag. 93-110, con 13 fig.). **14 b**

Il rilievo dell'intensità della corrente attraverso un isolante dall'istante in cui viene applicata la tensione fino al raggiungimento del valore costante, ha messo in evidenza alcuni fenomeni difficilmente spiegabili sebbene aderiscano alla teoria della conducibilità ionica dei liquidi. Col nome di *corrente anomala* si intende la corrente residua che resta togliendo dalla corrente totale attraverso l'isolante, la corrente di capacità fra gli elettrodi e quella di regime. La corrente anomala ha un modo di variare diverso a seconda che si considera la carica o la scarica delle armature fra le quali viene applicata la tensione; essa dipende dalla polarizzazione del dielettrico e dagli ioni liberi nello spessore isolante. Queste due componenti della corrente anomala si possono separare perchè la polarizzazione è indipendente dalla polarità della tensione applicata agli elettrodi (componente reversibile) mentre la conducibilità ionica prende valori diversi a seconda della polarità applicata agli elettrodi (componente reversibile). La conducibilità ionica dipende in prevalenza dalle impurità (sali sciolti in acqua) ma si trova anche in sostanze chimicamente pure ottenute per isteresi, quali l'esano, il benzene ed il clorobenzene.

La distribuzione del campo fra due elettrodi piani e paralleli immersi in un liquido non è mai uniforme; il gradiente elettrostatico diminuisce a partire dagli elettrodi verso la zona centrale del liquido; probabilmente la causa va ricercata nella formazione di una carica spaziale come nel caso dei dielettrici gassosi. Il fenomeno della polarizzazione è spiegabile in due modi o con la teoria dei dipoli molecolari o con l'ipotesi della non omogeneità del liquido rivelata dalla diversità elettrica del liquido, misurati in punti diversi. In entrambi i casi l'applicazione della tensione fra gli elettrodi immersi nel liquido isolante produce un perturbamento temporaneo dell'equilibrio elettrico delle molecole fino al raggiungimento di un nuovo assetto stabile a cui corrisponde una corrente di conduzione costante.

Se il dielettrico è sottoposto ad un campo elettrico alternativo esso presenta perdite che sono variabili con la frequenza a causa della corrente anomala. La potenza perduta per ogni ciclo è nulla per frequenza nulla ed infinita, passando quindi per un massimo in corrispondenza di un valore della frequenza calcolabile in funzione della costante di tempo della corrente anomala (pendenza del diagramma rappresentativo). Considerando poi un condensatore isolato con un liquido si noterà una capacità reale sempre maggiore di quella risultante dalle dimensioni geometriche delle armature, ciò che potrebbe essere attribuito ad una variazione della costante dielettrica in funzione della frequenza. Maggiori complicazioni nascono quando si vuol prendere in esame l'influenza della temperatura sui vari elementi ora considerati; la teoria dei dipoli elettrici e quella della non omogeneità del mezzo si dimostrano insufficienti a spiegare tutti i fenomeni che avvengono nell'isolante liquido quando è sottoposto ad un campo elettrico variabile. *I. L.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

A. Van Niekerk — **Rappresentazione analitica di una curva di magnetizzazione.** (Elec. Eng., agosto 1934, pag. 1186-1888, con 2 fig.). **15 a**

Come è noto le curve di magnetizzazione dei materiali o dei circuiti magnetici delle macchine possono essere rappresentate soltanto per via grafica rilevandole sperimentalmente. Riesce tuttavia opportuno in molti casi di calcolazioni poter disporre di una espressione analitica di tale funzione, in base al minor numero possibile di parametri. L'A. ha appunto elaborato una espressione analitica a tale scopo che contiene un solo parametro. Facendo la derivata seconda (per via grafica) della curva di magnetizzazione si riconosce che essa è esprimibile con una funzione esponenziale; integrando due volte tale funzione si ottiene la rappresentazione analitica della curva di magnetizzazione. Tale espressione conterrebbe tuttavia quattro costanti ma l'A. dimostra come si possa ridurle ad una sola, eliminando le altre in base ad alcune considerazioni abbastanza ovvie. La espressione proposta è del tipo $y = kx + 1 - (3x^2/2 + 2x + 1)\ e^{-3x}$. Il parametro k che entra nella equazione può essere pure determinato eseguendo alcune operazioni grafiche sulla curva rilevata sperimentalmente e che si vuole esprimere in via analitica. L'A. indica il procedimento da seguire in pratica anche quando si debbano considerare inversioni di campo. *N.*

F. Niethammer — **Autoeccitazione di motori asincroni e di altre macchine.** (E. u. M., N. 6, 11 febbraio 1934, pag. 61-63, con 5 fig.). **15 a**

L'autoeccitazione di una maschina elettrica è praticamente possibile soltanto con l'impiego di un collettore o di un condensatore. Come esempio tipo di macchina a collettore suscettibile di autoeccitarsi, l'A. cita la dinamo in derivazione, della quale studia le condizioni di autoeccitazione, dimostrando che quest'ultima è possibile se la velocità supera un determinato valore critico e se la resistenza del campo scende al disotto di un valore critico ben definito. I due valori critici sono funzione del traferro e della sezione attraversata dal flusso magnetico in corrispondenza del traferro. Con criterio analogo, sono studiate le condizioni di autoeccitazione di un motore asincrono compensato: una eguaglianza esprime il valore critico della capacità in funzione degli elementi costruttivi del motore e della frequenza della rete cui è applicato ossia il valore che dev'essere superato dalla capacità del condensatore affinchè il motore possa autoeccitarsi. Lo studio dei due casi elementari (dinamo e motore asincrono) è seguito da quello di due casi più complessi: motore trifase a collettore e motore sincrono. *V. D. Ma.*

W. Volkers — **Modello meccanico dimostrativo per fenomeni dei circuiti elettrici non lineari con bobina saturata.** (E. u. M., N. 5, 4 febbraio 1934, pag. 56-57, con 1 fig.). **15 b**

E' noto che collegando in serie una bobina con ferro ad un condensatore ed applicando ai capi del circuito così formato una tensione alternata lentamente crescente, la corrente nel circuito cresce dapprima lentamente aumentando poi bruscamente in corrispondenza di un determinato valore della tensione applicata. Il fenomeno è dovuto alla saturazione del ferro della bobina al crescere della corrente, ossia alla diminuzione dell'induttanza della medesima. Ne consegue che, col crescere della corrente nel circuito, la frequenza propria del circuito oscillante formato dalla bobina e dal condensatore aumenta fino a raggiungere il valore della frequenza della tensione applicata. Si verifica allora la risonanza e quindi un aumento rapido della corrente limitata soltanto dalla resistenza ohmica del circuito. Affinchè il fenomeno possa verificarsi, è necessario che a bassa tensione ed a bassa saturazione della bobina, la frequenza propria del circuito non lineare sia inferiore a quella della tensione applicata. Il fenomeno è importante agli effetti delle conseguenze che può avere nelle grandi trasmissioni di energia ad alta tensione; esso viene peraltro anche utilizzato per la costruzione di relais sensibilissimi, caratterizzati da qualità meccaniche pregevoli. Un modello meccanico può servire a studiare il comportamento del circuito non lineare, ove si sostituisca al circuito stesso un pendolo di lunghezza veriabile, convenientemente comandato. L'analogia del fenomeno elettrico e di quello meccanico è messa in evidenza dell'A. *V. D. Ma.*

T. Brownlee — **Calcolo di circuiti contenenti elementi di tirite. (Parte II.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1934, pag. 218-223). **15 b**

Poichè la resistenza della tirite varia con la tensione applicata, la forma d'onda della corrente non è simile a quella della tensione che la genera. Tuttavia si possono calcolare separatamente i valori istantanei e poi combinarli per ottenere l'onda della corrente. Il metodo può essere applicato a qualsiasi forma d'onda di tensione. Da rilievi oscillografici si è trovato che, applicando ad un elemento di tirite una tensione sinusoidale, l'onda della corrente, sebbene simmetrica, contiene un terza armonica molto pronunziata. Essa inoltre non può contenere armoniche di ordine dispari in fase con l'onda della tensione applicata. L'ampiezza di tali armoniche e i valori istantanei della corrente e della potenza sono determinabili per mezzo di formole che l'A. indica.

Per la risoluzione di circuiti a corrente alternata comprendenti delle combinazioni di elementi di tirite con induttanze, resistenze e capacità è preferibile ricorrere a rilievi oscillografici allo scopo di evitare soluzioni matematiche estremamente lunghe e molto laboriose. Come esempio l'A. considera il caso di un circuito a ponte di Wheatstone, nel quale due rami sono costituiti da elementi di tirite e gli altri due da resistenze ohmiche.

Aumentando la tensione di alimentazione la corrente nella diagonale prima aumenta, poi diminuisce, passa quindi per lo zero e poi si inverte. Nella zona di corrente massima la corrente si conserva abbastanza costante per una variazione di tensione piuttosto ampia. Tale particolarità è molto interessante ed è suscettibile di trovare diverse applicazioni in pratica. *C. G. E.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

S. H. Hibben — **Alcuni aspetti teorici dell'incandescenza.** (Elec. Eng., agosto 1934, pag. 1201-1204, con 4 fig.). **16 b**

L'A. definisce come incandescenza la luminosità dei solidi e dei liquidi portati ad alta temperatura, con uno spettro di emissione continuo; pochi sono i solidi che facciano eccezione a questa regola mentre d'altra parte si conoscono soltanto 2 gas i quali alle temperature raggiungibili in laboratorio sono capaci di emettere radiazioni nello spettro visibile per effetto di incondescenza. Come corpo nero si definisce una sostanza capace di assorbire tutte le radiazioni incidenti nello spettro ultravioletto, visibile e infrarosso, fra le lunghezze di onda di 300 a 3.000.000 A°. Il nero fumo di avvicina al corpo nero teorico pel 99 %. Nessuna sostanza può, a una data temperatura, emettere più radiazione di una certa lunghezza d'onda di quanto faccia il corpo nero; un corpo non può emettere quelle radiazioni per le quali esso è trasparente o per le quali è uno specchio perfetto; se un corpo è capace di emettere certe radiazioni esso è capace di assorbire le stesse radiazioni quando sia da esse colpito, ma può inoltre essere capace di assorbirne anche altre. Un maggior potere emissivo non vuol dire senza altro migliore sorgente di luce, dovendosi tener conto della diversa sensibilità dell'occhio alla diverse frequenze e dello spettro di emissione delle diverse sostanze. Attualmente il miglior materiale come sorgente illuminante è il tungsteno; il rendimento medio delle lampade varia fra 10 e 20 lumen/watt, mentre teoricamente una sorgente luminosa perfetta

dovrebbe dare 670 lumen/watt. Attualmente i progressi e gli studi sono rivolti verso lo studio della forma più efficiente dei filamenti. L'A. indica come limite massimo teorico di rendimento per lampade a incandescenza con filamento di tungsteno, quello di 50 lumen/watt. *N.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

C. Palestrino — **Caratteristiche degli alternatori in relazione alle moderne esigenze dei grandi impianti.** (L'En. Elettr., agosto 1934, pag. 651-657, con 12 fig.). **17 b**

L'A., dopo aver esposto alcune considerazioni circa le nuove esigenze che gli esercenti di impianti elettrici vantano nei riguardi del macchinario e sulle difficoltà che i costruttori incontrano nel soddisfare tali esigenze, illustra l'importanza pratica del rapporto β fra l'ampiezza polare e il passo polare nei riguardi di una quantità di risultati relativi alle caratteristiche dei generatori elettrici. Col crescere della potenza dei generatori aumentano le preoccupazioni relative alle correnti di corto circuito; riducendo il rapporto di corto circuito coll'aumento di reazione delle controspire, si verifica una facilità di autoeccitazione in caso di messa in tensione di lunghe linee. Tale pericolo si può eliminare aumentando l'intraferro oppure agendo sul rapporto β. Il valore di β può variare fra 0,6 e 1; questo caso limite massimo è teoricamente ammesso per le macchine a rotore liscio come nei turboalternatori. Se con un forte intraferro la reattanza di avvolgimento tende a diminuire, aumentando β si compensa tale diminuzione, e la corrente di corto circuito iniziale non può più raggiungere valori intollerabili; aumenta però la corrente di corto circuito permanente; nello stesso tempo si ottiene una macchina meno suscettibile di autoeccitazione. Col crescere di β aumenta la reattanza trasversale e la macchina diventa più stabile come angolo massimo, ma il valor massimo della coppia diminuisce e la macchina nel complesso perde di stabilità. Per illustrare queste considerazioni l'A. riporta le curve caratteristiche di molte macchine elettriche, commentandone le proprietà. In appendice dell'articolo espone un metodo semplice per la determinazione grafica dei kVA capacitivi che può fornire una macchina di cui si conoscano le caratteristiche a vuoto e in corto circuito. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

G. Re — **Il funzionamento a regime variabile e la tensione normale di esercizio delle lampade elettriche a filamento metallico.** (Riv. Catasto, novembre-dicembre 1934, pag. 249-270, con 4 fig.). **19 d**

Vengono richiamate anzitutto le caratteristiche dei fenomeni di emissione luminosa delle lampade ad incandescenza ed è messa in evidenza l'importanza delle curve caratteristiche che dànno, in funzione della tensione, i diagrammi dell'intensità di corrente, della resistenza, della potenza assorbita, del flusso luminoso, dell'efficienza in lumen/watt, del consumo unitario in watt/candele, e della durata in ore. Tracciando su un medesimo diagramma le curve corrispondenti in valori percentuali, tutte queste curve, per lampade ben costruite, si incontrano in un punto in corrispondenza della tensione normale. Facendo funzionare una lampada a tensione superiore al normale si avrà una minore spesa di energia per unità di luce emessa e una maggiore spesa di ammortamento per più frequenti ricambi; deve esistere quindi un valore della tensione per il quale la somma dei 2 elementi di costo diventa minima. Illustrati questi principi l'A. passa ad esporre i fenomeni dell'incandescenza luminosa, riferendo le varie caratteristiche tecniche ad un parametro indipendente rappresentato dalla temperatura assoluta del filamento. Come conclusione di tale esame viene data una tabella di orientamento dei valori assoluti delle temperature del filamento per vari tipi di lampade e viene poi dimostrato come si possa in base alle nozioni esposte passare alla calcolazione del filamento, all'esame del comportamento delle lampade, ed anche alla determinazione della rispettiva tensione normale. Alcuni esempi numerici illustrano il metodo. *Ri.*

S. Dushman — **Produzione di luce mediante la scarica nei gas.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1934, pag. 260-268). **19 d**

Come è noto, l'equivalente luminoso dell'energia elettrica è 621 lumen per watt. Per calcolare il rendimento delle varie sorgenti luminose si deve però tener conto del colore della luce; infatti, non tutte le radiazioni di energia nello spettro visibile hanno la stessa visibilità. Per questo motivo l'equivalente luminoso dell'energia è stato stabilito per la lunghezza d'onda di 5550 Angstrom, per la quale si ha la massima visibilità; essa corrisponde alla luce giallo-verde. Si giunge in tal modo alla definizione di rendimento di una sorgente luminosa, il quale dipende dalla composizione cromatica della luce che essa emette.

Secondo recenti vedute, l'emissione di luce nelle lampade a scarica nel gas è dovuta alla collisione fra gli elettroni, che si staccano dal catodo e vanno verso l'anodo, con gli atomi del gas contenuto nel bulbo. In seguito a questi urti una parte dell'energia cinetica degli elettroni viene comunicata agli atomi del gas di riempimento determinandone la eccitazione o la ionizzazione. Il ritorno dell'atomo eccitato allo stato normale è accompagnato da irradiazione di luce. Perchè l'eccitazione e l'emissione di luce avvengano, è necessario che l'elettrone comunichi al gas una minima quantità di energia che dipende dalla natura dell'atomo.

Si può prendere come misura di questa energia il potenziale che si deve comunicare all'elettrone perchè esso sia capace di eccitare l'atomo. Esso è eguale a 2,1 volt per il sodio, mentre per il mercurio e per il neon è rispettivamente di 6,86 e 18,7. Naturalmente soltanto una parte di questa energia viene trasformata in radiazioni luminose (per gli elementi menzionati sopra, circa 2 volt).

Il rendimento delle lampade a vapore di sodio è superiore a quello delle lampade a vapore di mercurio, mentre queste ultime hanno, a loro volta, un rendimento più elevato di quello delle lampade al neon. *C. G. E.*

W. Sturrock e J. H. Walker — **Effetto riscaldante dell'illuminazione artificiale.** (Tr. Ill. Eng. S., gennaio 1934, pag. 23-45, con 11 fig. e 3 tab.). **19 v**

Si parla della quantità di calore prodotto negli impianti d'illuminazione artificiale e degli effetti conseguenti, tanto negli ambienti comuni come in quelli dotati di impianto di refrigerazione. Secondo gli AA., per una lampada ad incandescenza nel gas da 300 a 500 W con vetro chiaro, si avrebbe: luce 11 %, radiazioni infrarosse 70 %, calore disperso per conduzione dai supporti del filamento e dai reofori 3 %, calore disperso per convezione e conduzione del gas 8 %, calore irradiato dal palloncino 8 %. Una lampada nel gas chiara emetterebbe quindi circa il 90 % dell'energia sotto forma radiante. Quando poi le lampade sono poste negli apparecchi d'illuminazione entra in gioco il coefficiente di assorbimento dei materiali che costituiscono gli apparecchi stessi. Così, quando le lampade sono contenute in globi di vetro diffondente, il 35-40 % dell'energia totale è dissipata per conduzione e convezione. Nel calcolo degli impianti di refrigerazione giova però ricordare che soltanto una quota parte del calore prodotto dalle sorgenti luminose costituisce un carico; infatti parte di tale calore viene evacuato attraverso le finestre e parte viene disperso attraverso i muri del locale. Gli AA. hanno istituito una serie di prove per studiare questa parte del problema, pervenendo alla conclusione che — a seconda del sistema d'illuminazione e, specialmente, a seconda dell'altezza dei locali — dal 50 al 90 % dell'energia luminosa può diventare carico per l'impianto refrigerante. Gli AA. descrivono pure alcuni sistemi di ventilazione forzata di apparecchi d'illuminazione parlando dei risultati con essi ottenuti e, infine, espongono alcune considerazioni economiche in base alle quali appare che l'adozione della ventilazione forzata per gli apparecchi d'illuminazione può trovare giustificazione soltanto in quei locali dove si hanno grandi intensità d'illuminazione. *G. Co.*

C. W. Owings — **La pratica dell'illuminazione nelle miniere degli Stati Uniti.** (Tr. Ill. Eng. S., gennaio 1934, pag. 47-63, con 5 tab.). **19 b**

Negli Stati Uniti, il problema dell'illuminazione delle miniere è stato completamente trascurato fino a pochi anni fa. Di conseguenza, allo stato attuale le lampade da minatore in uso, che l'A. descrive, sono quasi sempre insufficienti per assicurare condizioni d'illuminazione soddisfacenti dal punto di vista della prevenzione degli infortuni. L'A. stima infatti che oltre un terzo degli infortuni nelle miniere siano da imputarsi alla illuminazione insufficiente. Ciò potrebbe essere evitato generalizzando e migliorando i sistemi d'illuminazione elettrica adatti per le miniere, sistemi che presentano, rispetto a quelli che fanno uso di altri illuminanti, gli innegabili vantaggi che vengono esposti dall'A. *G. Co.*

A. W. Beuttell — **Una base analitica per un Codice dell'illuminazione.** (J. G. Light, gennaio 1934, pag. 5-11, con 2 tab.). **19 b**

L'A., dopo aver ricordato che la facile percezione degli oggetti in lavorazione dipende da molti fattori (contrasto fra oggetto e sfondo, grandezza degli oggetti, stato di quiete o di moto e tempo di esposizione degli oggetti, presenza o no di fenomeni di abbagliamento, di colori, di ombre, ecc.) espone un metodo di calcolo dell'intensità d'illuminazione sufficiente per ogni lavorazione. Con questo metodo, nel caso in cui i suaccennati fattori siano tutti favorevoli, la illuminazione sufficiente per compiere con facilità e sicurezza un dato compito è quella considerata dall'A. come minima (10 Lx). Invece se uno o diversi dei detti fattori sono sfavorevoli ne risulta una diminuzione nella facilità di lavoro a cui si può ovviare aumentando l'intensità d'illuminazione. Per il calcolo dell'intensità d'illuminazione adatta ad ogni caso determinato l'A. assegna a ciascuno dei suddetti fattori dei valori (che sono raccolti in tabelle nell'articolo) variabili con la grandezza dei fattori stessi; moltiplicando fra loro questi valori dei fattori e moltiplicando il prodotto ottenuto per l'intensità d'illuminazione ritenuta come minima dall'A. si ha il valore dell'illuminazione cercato. L'A. mostra l'applicazione del metodo, che ha dato luogo ad una lunga discussione riportata nello stesso numero della rivista, a qualche caso particolare. *G. Co.*

F. Born e H. Knauer — **Sulla misura dello splendore col pirometro.** (Licht, dicembre 1933, pag. 247-248, con 1 fig. e 3 tab.). **19 f**

I pirometri presentano uno splendore che è in relazione con la temperatura a cui sono portati. Possono essere quindi utilizzati vantaggiosamente, come dimostrano gli AA., a scopo fotometrico, e precisamente per la determinazione dello splendore di quelle sorgenti luminose, come le lampade ad incandescenza ed i proiettori, le quali non presentano una superficie di splendore uniforme. *G. Co.*

L. C. Porter — **Luce per vedere, per favorire la crescita di piante e per decorazione.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1934, pag. 239-242). **19 v**

La crescita delle piante viene notevolmente favorita per mezzo dell'illuminazione artificiale, quando con questo mezzo si anticipi il sorgere del sole o si ritardi il tramonto. Questo sistema è già stato adottato commercialmente in diverse serre e si ritiene destinato ad un sempre maggiore sviluppo. Ma anche entro le pareti della casa la illuminazione artificiale delle piante può essere molto utile. Generalmente le piante vengono tenute vicino alla finestra, perchè possano approfittare della luce naturale per la loro crescita. Si costruiscono oggi apparecchi d'illuminazione destinati ad un triplice scopo: illumi-

nare, favorire la crescita delle piante e contribuire alla decorazione della casa. In tal modo si possono rendere attraenti molti angoli oscuri della casa e si ottengono effetti tanto originali ed interessanti che si è persino costruito un apparecchio di illuminazione per fiori recisi. Anche fuori della casa, nel giardino, la illuminazione delle piante dà dei risultati assai notevoli ed originali. L'articolo è illustrato da figure e contiene dati molto interessanti. *C. G. E.*

F. Born e H. Knauer — **Su alcuni artifizi impiegati nella fotometria dei proiettori.** (Licht, dicembre 1933, pag. 245-247, con 4 fig.). **19 f**

Gli AA. descrivono un metodo fotoelettrico che consente una buona approssimazione nella determinazione dell'intensità luminosa media presentata da un proiettore entro un determinato angolo d'apertura. Riassumono poi quanto pubblicato qualche anno fra su una rivista francese in merito ad un metodo sperimentale per accertare rapidamente la deviazione dalla forma parabolica della superficie riflettente dei proiettori. *G. Co.*

G. Laurent — **I proiettori codice a splendore nullo.** (Lux, gennaio 1934, pag. 7-9, con 5 fig.). **19 b**

Sono così denominati i proiettori antiabbaglianti per automobili nei quali lampada, riflettore e vetro di chiusura del proiettore risultano, per costruzione, mascherati completamente all'occhio di un osservatore situato al disopra di un certo livello. Questo risultato di invisibilità completa può ottenersi attenendosi ad uno dei cinque schemi costruttivi di proiettori che sono illustrati dall'A. nell'articolo, che contiene pure alcuni interessanti raffronti fra questi proiettori ed i proiettori antiabbaglianti. *G. Co.*

W. Arndt e A. Dresler — **Sulla visione in luce monocromatica.** (Licht, dicembre 1933, pag. 231-233, con 5 fig.). **19 d**

In continuazione di altre ricerche sulla visione in luce di lampade a vapori di sodio e delle quali è stata fatta relazione sulla medesima rivista (*Licht*, marzo 1933), gli AA. hanno effettuato uno studio di carattere sperimentale per accertare l'influenza di diverse luci di lunghezza d'onda ben determinata sulla acuità visiva e sulla velocità di percezione. Di queste esperienze — che furono eseguite con gli stessi mezzi e con le stesse modalità impiegati nelle ricerche sopra accennate — gli AA. danno conto dettagliato nell'articolo e, inoltre, riferiscono su alcuni confronti fra sorgenti luminose pratiche. In base ai risultati di questi confronti è interessante rilevare che, se si indica con 100 la potenza richiesta da un impianto d'illuminazione con lampade ad incandescenza, le potenze assorbite da impianti realizzati con lampade al neon a catodo caldo, con lampade a vapori di sodio e con lampade a vapori di mercurio ad alta pressione — presupposto lo stesso compito visivo nel locale illuminato — sono, rispettivamente 60, 18 e 13. *G. Co.*

Progressi in illuminazione. (J. G. Light, novembre 1933, pag. 267-271). **19 v**

Nella consueta rassegna annuale dei progressi verificatisi nel campo dell'illuminazione, il Technical Committee della Ill. Eng. Soc. inglese, segnala, per quel che riguarda le sorgenti luminose, il continuo miglioramento della fabbricazione delle lampade ad incandescenza (è da notare, fra l'altro, che si sono ridotti i casi di mortalità prematura delle lampade e che si è migliorato il coefficiente di costanza del flusso luminoso) e gli importanti progressi pratici fatti nella fabbricazione e nell'applicazione delle lampade a luminescenza a bassa tensione (sono messe in rilievo le applicazioni delle lampade a vapori di sodio e delle lampade a vapori di mercurio ad alta pressione all'illuminazione stradale, e si parla dei vari tentativi fatti per ottenere luce simile a quella diurna con l'accoppiamento di sorgenti luminescenti di caratteristiche cromatiche diverse). Si ricorda l'avvenuta pubblicazione delle nuove Norme britanniche sulle lampade elettriche per segnalazioni ferroviarie e di quelle per le lampade di bordo e per i segnali luminosi di traffico, e si enumerano i perfezionamenti dei materiali e degli apparecchi per illuminazione. Infine, si passano in rassegna gli sviluppi avutisi nei vari campi di applicazione ponendo in evidenza il crescente diffondersi dei sistemi luminosi di regolazione del traffico (è stato anche introdotto il sistema elettromatico) tanto in Gran Bretagna che nei Dominions e nelle Colonie dell'Impero, il rapido incremento della pubblicità luminosa, della illuminazione con proiettori (per la quale sono state anche utilizzate le lampade a luminescenza e bassa tensione), ecc. *G. Co.*

H. J. Helwig — **Sulla determinazione del flusso luminoso in base alla curva di distribuzione delle intensità luminose.** (Licht, dicembre 1933, pag. 243-245, con 4 fig.). **19 d**

Partendo dalla relazione che lega flusso luminoso ed intensità luminosa, l'A. dimostra analiticamente la possibilità che si ha, in certi casi, di ottenere il valore del flusso luminoso di una sorgente di luce in base alla curva fotometrica della sorgente stessa, più semplicemente e più rapidamente di quando si ricorre al metodo grafico di Rousseau. A conforto di questa tesi l'A. considera alcuni casi particolari. *G. Co.*

IMPIANTI.

A. Nouguier — **Le risorse geotermiche di Hamman-Meskoutine.** (R.G.E., 12 e 19 maggio 1934, pag. 653-61 e 695-702). **20 f**

Le sorgenti termiche in esame si trovano in Algeria nel dipartimento di Costantina e forniscono circa 500 l/sec alla temperatura di 94°-96°. Una caduta di temperatura sino a 40° libererebbe circa 20.000 cal/sec equivalenti teoricamente a una potenza disponibile di 83.200 kW. Il rendimento massimo secondo il ciclo di Carnot sarebbe del 10,87 %. Supponendo un rendimento globale di una centrale termoelettrica impiantata sul luogo del 5-6 % si potrebbero sempre ricavare circa 5000 kW. L'A. nel suo studio, di carattere puramente teorico, immagina di fare una presa sotterranea in ambiente chiuso, dove l'acqua ha presumibilmente una temperatura di 110° e di utilizzare la prima vaporizzazione parziale che verrebbe a prodursi. L'acqua residua di questa «caldaia primaria» avente la temperatura di 85-95° potrebbe alimentare una «caldaia secondaria» per produrre una seconda vaporizzazione a pressione e temperatura inferiore. Esaminata l'influenza della stagione sulla produzione di vapore, l'A. accenna unicamente dal punto di vista termodinamico alle turbine, al condensatore, all'impianto di refrigerazione dell'acqua di circolazione, che in questo caso converrebbe fare a ventilazione forzata e infine tratta dell'estrazione dei gas non condensabili presenti nelle acque termali (CO_2 — N — H_2S). Con una doppia vaporizzazione, nelle ipotesi sovraccennate si potrebbe sperare di ottenere in regime medio circa 4150 kW ai morsetti dell'alternatore, riducibili in estate a 3000 kW. *G. Cc.*

Il nuovo impianto elettrico della Bober in Germania. (E. T. Z., N. 8 del 22 febbraio 1934, pag. 185, con 2 fig.). **20 i**

È in via di ultimazione in Germania il nuovo impianto elettrico della Bober che comprende due centrali, una di punta a Deichow, e una di compenso a Crossen. La centrale di Deichow è alimentata attraverso un bacino di 4 milioni di m³, e comprende tre gruppi turbina Kaplan-alternatore, da 22.000 kW ciascuno, utilizzanti ciascuno 100 m³ d'acqua al secondo, nonchè un gruppo motore-pompa per ulteriore alimentazione del bacino di accumulazione nelle ore di basso carico in modo da poter contare di poter sempre far fronte, anche nella stagione invernale, ai carichi di punta previsti. Per assicurare poi un deflusso regolare delle acque di scarico della centrale nell'Oder, di cui la Bober è affluente, è stato costruito a Crossen un bacino di compenso, pure di 4 milioni di m³; esso alimenta un'altra centrale che può sviluppare una potenza variabile da 500 a 2400 kW. *Tt.*

H. A. Davis — **Un impianto a 60 atmosfere per produzione di energia e di vapore per industria.** (Power, maggio 1934, pag. 225-228, con 4 figure). **20 f**

Nella grande fabbrica di gomma della Goodyear Tire and Rubber Co. ad Akron (Ohio S. U.) è stato recentemente rinnovato l'impianto di produzione di vapore e di energia. L'impianto preesistente produceva vapore a 14 atmosfere e 280°; circa la metà del vapore generato veniva usato per produzione di energia, mentre l'altra metà (da 75 a 140 tonnellate per ora) veniva impiegato, alla pressione di 7 atmosfere, per servizi industriali. Il nuovo impianto doveva trovar posto negli stessi locali del vecchio. Si decise di togliere 4 delle vecchie caldaie, sostituendole con una nuova ad alta pressione e di installare un gruppo turboalternatore a contropressione. Gli studi condotti dimostrarono che la maggior convenienza si otteneva adottando una pressione di vapore di 56 atmosfere ed una temperatura di 400°. La caldaia ha una superficie di circa m² 2200 e può produrre oltre 150 tonnellate di vapore all'ora; il surriscaldatore ha una superficie di m² 320 e il preriscaldatore d'aria m² 3400. La caldaia può anche funzionare a tiraggio naturale, senza preriscaldatore d'aria, con un carico di circa il 50 %. La caldaia è servita da 4 bruciatori di polverino di carbone, disposti 2 sulla faccia anteriore e 2 su quella posteriore della camera di combustione. Ogni paio di bruciatori è servito da un polverizzatore capace di 11 tonn/h di polverino. Vi sono 2 pompe di alimentazione ciascuna delle quali capace dell'intiero servizio. La regolazione della combustione è automatica in funzione della richiesta di vapore; il dispositivo produce anzitutto una regolazione della velocità del ventilatore di tiraggio indotto e successivamente una regolazione della quantità di combustibile. La turbina da 7700 kW a 3600 giri/min può scaricare 75 tonnellate/h di vapore a 14 atmosfere per alimentare a pieno carico, quando occorra, le vecchie turbine; quando non si fa l'estrazione a 14 atmosfere, tutto il vapore viene scaricato a 7 atmosfere per alimentare i servizi. Tutti i comandi dell'impianto sono centralizzati su un quadro. *Ri.*

La Centrale di Schenectady. (Power, giugno 1934, pag. 328-330, con 2 fig.). **20 f**

L'impianto combinato a vapor d'acqua e vapore di mercurio di Schenectady della General Electric Co. fornisce energia e vapore alle officine locali ed immette anche energia nella rete di distribuzione. L'impianto, che ha una potenza, per ora, di 26.000 kW, è caratteristico, oltrechè per l'impiego del ciclo a vapore di mercurio, anche perchè rappresenta il primo esempio del cosidetto tipo all'aperto. Il vapore di mercurio generato alla pressione di circa 9 atm e 510° si espande in una turbina a vapore di mercurio fino al condensatore dove regna la pressione atmosferica corrispondente ad una temperatura di 250° circa. Col calore di condensazione del mercurio si produce vapor d'acqua a 32 atm, il quale surriscaldato a circa 400°, si espande in una turbina fino alla pressione di circa 16 atm per venire poi utilizzato per servizi industriali e per riscaldamento. La parte del ciclo che funziona a mercurio produce 20.000 kW e genera 120 tonnellate/h di vapor d'acqua a 30 atm. Per ottenere la stessa potenza, con la stessa disponibilità di vapor di acqua pei servizi, in un ciclo a solo vapor d'acqua si sarebbe dovuto ricorrere a pressioni superiori alla critica ed a temperature di oltre 550°. Tenuto conto del ricupero di calore per i servizi, il consumo di energia termica risulta di circa 1125 calorie per kWh netto; se il vapor d'acqua venisse impiegato tutto in una buona turbina a condensazione il consumo salirebbe a circa 2370 calorie per kWh. L'impianto contiene una caldaia

a vapore ed una a mercurio, la quale è formata da parecchi corpi cilindrici paralleli muniti di tubi radiali nella loro parte inferiore. Fra i corpi cilindrici sono disposti i preriscaldatori del mercurio liquido proveniente dai condensatori. La parte inferiore della caldaia e della camera di combustione è a pareti d'acqua, la parte più alta a pareti a tubi di mercurio. Sopra i corpi cilindrici stanno 2 collettori trasversali, da cui si parte la tubazione di presa del vapore di mercurio e sopra a questi il surriscaldatore di mercurio, a convezione. La caldaia a mercurio produce circa 1500 tonnellate di vapore all'ora. Il ciclo a vapore d'acqua impiega circa 160 tonn/h di vapore, di cui 45 circa prodotte nelle pareti raffreddanti della caldaia a mercurio. La caldaia a vapore può a sua volta da sola produrre 160 tonn/h di vapore. La turbina a mercurio è una unità a doppio flusso ed a 5 stadi, a 900 giri al minuto. Il mercurio condensato viene restituito alle caldaie con una pompa centrifuga ad asse verticale a 1800 giri al minuto. La turbina a mercurio coi suoi condensatori e quella a vapore da 6000 kW, sono installate all'aperto, opportunamente protette; così pure la parte superiore delle caldaie, i ventilatori di tiraggio, i preriscaldatori d'aria, il surriscaldatore del vapore ed altre parti dell'impianto. *Ri.*

J. M. LENONE — **Impianto di polverizzazione, nuove caldaie, e turbine, ammortizzati in 5 anni.** (Power, aprile 1934, pag. 184-187, con 3 fig.). **20 f**

L'eccessivo costo di manutenzione dell'impianto di Chicago della Wilson and Co. Inc. ha indotto a rinnovare completamente l'impianto. Precedentemente si spendevano 110.000 dollari all'anno per energia elettrica con una potenza impiegata di 3500 kW; vi erano 9 caldaie funzionanti a 10,5 atmosfere, con una produzione media di circa 90 tonnellate all'ora di vapore in inverno e 75 tonnellate all'ora in estate. Il nuovo impianto consiste di 3 caldaie da circa m² 1200 di superficie riscaldata, producenti vapore a 26 atmosfere e 285°. Esse sono servite con carbone polverizzato, con focolare a tubi d'acqua. Le caldaie possiedono economizzatori e preriscaldatori d'aria. Gli economizzatori sono di circa m² 500 e i preriscaldatori d'aria di circa m² 1400. Il vapore alimenta 3 nuovi gruppi turbogeneratori rispettivamente da 3125-2500 e 1875 kVA con fattore di potenza 90 %. Le turbine a contropressione scaricano circa 50 tonnellate/ora di vapore a 11 atmosfere, col quale vengono alimentati i vecchi gruppi generatori preesistenti, e inoltre forniscono 20 tonnellate/ora di vapore a 6 atmosfere per servizi inerenti all'industria. Altre 20 tonnellate/ora circa di vapore vengono scaricate a 0,7 atmosfere e si uniscono ad altre 50 tonnellate/h di vapore pure a 0,7 atm, che vengono scaricate dai vecchi gruppi e servono per altri servizi. Il piano finanziario previsto considera che precedentemente occorrevano circa 88.000 tonnellate di carbone all'anno, mentre col nuovo impianto si prevede di ridurre il consumo a 70.000 tonnellate. Questa economia si aggiunge a quella della spesa precedentemente occorrente per l'acquisto dell'energia elettrica dall'esterno. Notevoli economie si sono anche realizzate nella mano d'opera riducendo di 16 unità il numero degli operai addetti. Tutto considerato si ritiene che il nuovo impianto possa venire completamente ammortizzato entro 5 anni. *Ri.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

J. T. LUSIGNAN e H. L. RORDEN — **Un nuovo laboratorio per prove a alta tensione.** (Elec. Eng., settembre 1934, pag. 1255-1259, con 8 fig.). **23**

La necessità sempre più impellente di disporre di installazioni di prove per tensioni elevatissime e con onde di impulso, rende difficile e costosa la costruzione di impianti in ambiente chiuso e rende preferibile ricorrere a tipi di impianti sperimentali all'aperto. Gli AA. descrivono infatti un nuovo laboratorio americano per tensioni di impulso fino a 3000 kV e per tensioni a frequenza industriale fino a 2000 kV, nel quale gran parte delle installazioni sono all'aperto. Esso è caratteristiso pel fatto che i diversi elementi che possono occorrere per le esperienze (tralicci di sostegno, schermi, ecc), sono montati su carrelli e lasciati generalmente all'aperto; i carrelli permettono, con appositi binari, di portare i singoli elementi occorrenti, volta per volta, nella posizione voluta entro la sala coperta, delle esperienze. Il generatore di impulsi è pure trasportabile potendo servire al coperto fino a 2000 kV, mentre quando si voglia esperimentare a 3000 kV, bisogna operare all'aperto aggiungendo al generatore un'altra sezione; esso è del solito tipo a batterie di accumulatori a carica in parallelo e scarica in serie. Sono impiegati 42 elementi ciascuno per 75 kV, 0,33 μF disposti due a due in serie. Il trasformatore di carica anzichè avere, come si fa spesso una estremità connessa al punto di mezzo del primo gruppo di condensatori, ha una estremità a terra; con questa disposizione l'isolamento del trasformatore viene assai meno sollecitato ed esso può quindi essere di costruzione meno costosa. Gli AA. descrivono con qualche dettaglio il generatore di impulsi e riportano anche qualche oscillogramma di scariche. Il generatore si presta anche per ottenere elevate correnti di impulso potendosi raggiungere 100.000 A a 150 kV. Per le prove a frequenza industriale (60 per/sec) si dispone di 3 trasformatori da 700 kV che disposti opportunamente in serie permettono di ottenere una differenza di potenziale di circa 2000 kV verso terra; essi possono essere anche impiegati all'aperto. Per studi speciali è disponibile un generatore di oscillazioni d'alta frequenza capace di generare treni d'onde a frequenze da 50.000 a 100.000 per/sec a tensioni fino a 750 kV; anche questo generatore è trasportabile su carrello. *N.*

MATERIALI.

J. B. WHITEHEAD e E. W. GREENFIELD — **Proprietà dielettriche della carta di cellulosa.** (Elec. Eng., ottobre 1934, pag. 1389-1396, con 14 fig.). **26 f**

Precedenti studi sull'isolamento con carta impregnata hanno messo in evidenza che sui risultati influiscono non soltanto le proprietà degli oli isolanti ma anche quelle della carta da impregnare. Gli AA. hanno condotto a questo proposito una serie di studi sperimentali su carte ricavate da polpa di legno specialmente per quanto riguarda le variazioni delle sue proprietà elettriche in relazione al contenuto di umidità e alle variazioni di resistenza. I risultati vengono ampiamente riassunti e permettono di ricavare alcune conclusioni interessanti. Un essiccamento a 100° produce condizioni stabili di umidità e di proprietà elettriche; dopo l'essiccamento il contenuto di umidità, alla pressione atmosferica, risulta di circa 0,26 %, e a pressione di 0,25 mm di mercurio si riduce a 0,05 % del volume totale del campione in prova. La capacità totale di un campione varia approssimativamente con una funzione esponenziale del contenuto di umidità; la componente della capacità attribuibile all'acqua occlusa varia proporzionalmente al contenuto di umidità; la componente della capacità dovuta all'assorbimento dielettrico, il fattore di potenza totale e la componente di assorbimento del fattore di potenza variano con legge esponenziale col contenuto di umidità; la componente di conduzione del fattore di potenza varia con legge esponenziale soltanto finchè il contenuto d'umidità è piccolo mentre per valori più elevati di esso varia con legge più rapida. A 100° e alla pressione di 1 mm di mercurio una buona carta da cavi contiene 0,07 % in volume di acqua la quale ha la maggiore influenza sulle perdite dielettriche, il fattore di potenza e la capacità della carta, misurati prima della impregnazione. *N.*

MISURE.

VASILESCO — **Un analizzatore armonico di curve periodiche.** (R. G. E., 9 giugno 1934, pag. 773-79). **28 c**

Il calcolo dei coefficienti della serie di Fourier derivante dallo sviluppo di una funzione $y = f(t)$ può ridursi alla misura delle quantità di elettricità fornite da una corrente rispondente alla relazione $i = k\,f\,(t)$ sen $n\,\omega\,t$ oppure $i = k\,f\,(t)$ cos $n\,\omega\,t$. Tale corrente può essere prodotta con un dispositivo schematicamente costituito da un circuito che comprende una resistenza in serie con un galvanometro balistico avente resistenza e induttanza shuntato da una resistenza variante secondo una legge sinussoidale. Agli estremi del circuito viene applicata una differenza di potenziale $V = a\,f\,(t)$. Per ottenere questa differenza di potenziale l'A. ha ideato un cilindro isolante che porta un certo numero di reostati disposti secondo le generatrici, le cui estremità sono connesse a due corone metalliche montate sulle basi del cilindro. Ciascun reostato possiede un piccolo cursore collegato a una lamella di un collettore calettato sull'asse del cilindro isolante. Una spazzola appoggia sul collettore, l'altra sulla superficie del cilindro in una posizione corrispondente all'asse della curva da analizzare la quale è tracciata sul cilindro stesso. I cursori vengono spostati in modo da trovarsi sulla curva in esame; applicando alle corone metalliche una differenza di potenziale costante si raccoglie allora tra le due spazzole, quando il cilindro ruota uniformemente, una differenza di potenziale variabile molto prossima a $V = a\,f\,(t)$. L'A. descrive la realizzazione meccanica di questo complesso e il modo come si può ottenere una resistenza variabile secondo una legge sinussoidale (si realizza una resistenza virtualmente negativa nel semiperiodo corrispondente invertendo il senso della corrente nel galvanometro), ed illustra l'impiego dell'apparecchio e le principali cause di errore. *G. Cc.*

I. L. MILLER, I. E. L. ROBINSON — **La costruzione e l'uso di un oscillografo a raggi catodici ad alta velocità.** (J. I. E. E., Londra, LXXIV, 450, giugno 1934, pag. 511-519 e discuss. fino a pag. 535, con 14 fig.). **28 c**

Gli oscillografi a raggi catodici destinati a fissare il diagramma dei fenomeni elettrici transitori rapidissimi sono sempre alimentati con una tensione anodica che può raggiungere i 50 kV mentre l'emissione elettronica del catodo viene attivata mediante un filamento incandescente. Per la ripresa fotografica o si mettono le lastre sensibili nell'interno della camera di scarica (e si provvede a fare il vuoto ogni volta) oppure si applica al fondo della camera un disco di vetro di 120 mm di diametro e 0,12 mm di spessore (rinforzato da una reticella metallica) dietro al quale si dispongono le lastre od il film fotografico. Questo secondo metodo è certamente più comodo del primo ma dà diagrammi meno chiari anche se il vetro è reso fluorescente mediante l'applicazione di tungstato di calcio.

Gli AA. hanno studiato un tipo di oscillografo che si presta ad eseguire fotografie tanto all'interno quanto all'esterno. Esso si compone di un tubo di scarica nel quale si generano i raggi catodici, un primo diaframma seguito da una camera contenente due piastrine cariche elettricamente (esse servono a deviare i raggi sopra uno schermo quando non si vuole impressionare la lastra), un secondo diaframma, un tubo circondato da un solenoide percorso da corrente avente lo scopo di concentrare i raggi lungo l'asse dell'apparecchio, un terzo diaframma, la camera contenente le due coppie di elettrodi che regolano il movimento dei raggi catodici sulla lastra. L'impulso che si vuol registrare si applica sempre alla coppia di elettrodi superiori che hanno una minore estensione, mentre alla coppia inferiore si applica una tensione variabile col tempo, di solito secondo una legge esponenziale (scarica di un condensatore). Gli impulsi elettrici ad elevato potenziale devono prima essere ridotti al valore che può essere sopportato dall'oscillografo a mezzo di un riduttore elettrostatico; la sorgente dell'impulso deve agire in sincronismo con la scarica del condensatore che comanda le piastrine del tempo e con le piastrine deviatrice che normalmente trattengono i raggi catodici. E' così possibile utilizzare al massimo l'area della lastra fotografica.

Discussione. — L'energia portata dai raggi catodici è circa il 2,5 per cento dell'energia necessaria per eccitare la scarica nell'oscillografo. Un inconveniente degli oscillografi rapidi è il loro ingombro im-

posto dalla necessità di avere sempre pronta una pompa pneumatica per fare il vuoto nell'interno del recipiente; il loro impiego è quindi piuttosto limitato negli impianti elettrici ad alta tensione, mentre si potrebbero ricavare dei dati molto utili dal loro uso per meglio comprendere certi casi di interruzione del servizio prodotti dalle onde di sovratensione vaganti. Per la concentrazione dei raggi catodici la spirale di eccitazione deve avere da 1400 a 2600 amperspire quando la tensione anodica varia da 20 a 60 kV. Una tensione anodica troppo elevata può anche essere la causa della formazione di raggi X dannosi per gli operatori ed anche per il materiale fotografico senza che sia possibile individuare subito da quale punto provengono; occorre dare al tubo di scarica una forma adatta e controllare che da esso non escano altre radiazioni oltre i raggi catodici. *I. L.*

N. Rohats — **Generatore di corrente per prove ad impulso.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1934, pag. 296-300). **28 c**

Per prove con elevate correnti di impulso viene usato nei laboratori della G. E. Co. un generatore che può produrre correnti dell'ordine di 100.000 ampere; tale elevato valore viene raggiunto scaricando un grande condensatore statico attraverso un circuito a bassa resistenza. Il condensatore consta di quattro gruppi di unità, ognuno del valore di 36 μF e può essere caricato sino a 10 kV: i quattro gruppi in parallelo danno perciò 144 μF. Con tale collegamento l'induttanza minima del circuito è di 0,58 μH e la minima resistenza è di 0,0173 ohm.

Uno schema elettrico dell'apparecchio, riprodotto nell'articolo, mostra le varie parti componenti ed i relativi collegamenti. Gli impulsi di corrente generati con tale disposizione sono stati sottoposti all'oscillografo, e si è constato che è possibile ottenere un oscillogramma fedele della corrente prodotta solo se lo shunt di misura impiegato sia una pura resistenza; altrimenti l'onda viene distorta proporzionalmente all'induttanza dello shunt stesso. Col generatore ad impulsi costruito è stato possibile ottenere le più svariate onde di corrente, tanto oscillatorie che unidirezionali. A completamento delle ricerche sviluppate sulle possibilità dell'apparecchio, l'A. riporta diagrammi atti a stabilire le ampiezze delle correnti generate, in funzione dei valori delle resistenze inserite nei circuiti, e a favorire l'interpretazione degli oscillogrammi. *C. G. E.*

Ch. Snow — **La attrazione fra le bobine nella bilancia di Rayleigh.** (Bur. of Stand. Jour. Res., novembre 1933, pag. 681-690). **28 c**

La misura assoluta di una corrente elettrica mediante certi tipi di bilancia richiede il calcolo della forza esercitantesi fra 2 bobine coassiali, nelle quali circolano correnti, quando le bobine sono distanziate in modo da rendere massima tale forza. L'A. considera dal punto di vista teorico il caso di 2 bobine parallele coassiali a sezione rettangolare ed elabora una formula per il calcolo della forza di attrazione, da cui deriva poi l'espressione della forza massima. Le dimensioni della sezione trasversale degli avvolgimenti sono molto piccole rispetto ai raggi medi delle bobine, cosicchè si possono trascurare nel rapporto relativo i termini di ordine superiore. Il termine principale nell'espressione della forza corrispondente a 2 correnti lineari circolari nelle posizioni medie delle bobine; termini successivi tengono conto della sezione finita degli avvolgimenti, del coefficiente di riempimento della sezione stessa e della non uniforme distribuzione della corrente sulla sezione del filo. Questi 2 ultimi termini possono venire eliminati, quando si proceda per via elettrica alla misura del rapporto fra i raggi medi delle bobine. L'A. riporta per esteso la teoria dell'argomento. *Ri.*

STATISTICA.

I. Bonati — **Lo sviluppo delle applicazioni elettrodomestiche ed elettroagricole nel territorio del Governatorato di Roma.** (L'En. Elettr., ottobre 1934, pag. 808-813, con 4 fig.). **36**

Dal 1930 è stata svolta una attiva propaganda per facilitare il diffondersi delle suddette applicazioni, elaborando anche speciali tariffe. Mentre alla fine del 1929 erano installati in Roma soltanto poche centinaia di scaldacqua, alla fine del 1933 si avevano per le applicazioni elettrodomestiche 8813 utenti, che rappresentavano una potenza installata di 13.506 kW ed una erogazione di energia nell'annata di 16.759.620 kWh. Le utilizzazioni annue medie delle cucine risultano di 1500 ore circa, se riferite alla punta massima diurna, e di 2100 ore se riferite alla punta massima serale; il consumo medio giornaliero risulta di poco più di 1 kWh per persona. Si tratta di dati medi rilevati in uno stabile a tipo economico. L'esame dei diagrammi di carico dimostra che coll'elettrificazione per usi domestici di un 10 % della utenza luce per cucina e di un 15 % per gli scaldacqua si può all'incirca triplicare il consumo di energia per l'illuminazione. L'A. prevede tra qualche anno il collocamento in Roma di un centinaio di milioni di kWh per usi elettrodomestici. Nella trasformazione dell'agro romano ha avuto notevole importanza la diffusione dell'energia elettrica, per la quale in pochi anni vennero costruiti 541 km di linee e 8400 V, 394 km di linee a bassa tensione e 326 cabine.

La superficie servita è di 180.000 ha, con una potenza impegnata di circa 2800 kW per irrigazione e di 850 kW per vari usi agricoli; le rispettive utilizzazioni annue sono risultate di 1300 ore e di 600 ore. Vengono riportate in dettaglio le tariffe usate per le utenze agricole. Non sembra sia possibile sperare di aumentare sensibilmente le ore di utilizzazione di tale utenza. Va rilevato che non si è ancora diffusa l'aratura elettrica. Molto notevoli risultano le perdite di distribuzione, che raggiungono il 27 % rispetto all'energia immessa nei centri di alimentazione della rete a 8400 V. *Ri.*

CRONACA TECNICA

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

10 b **Un gruppo convertitore** destinato ad assicurare lo scambio di energia fra una rete a 50 Hz ed una a 16 2/3 Hz verrà installato nella sottostazione di Collegno delle FF. SS. Il gruppo comprende: una macchina asincrona da 7100 kW, 480/510 giri/min, 6400 volt, 50 Hz; una macchina sincrona da 9500 kVA a cos φ = 0,75, 480/510 giri/min, 3650/420 V, una machina Scherbius ed un gruppo convertitore di frequenza. (*Revue B. B.*, n. 1-2 gennaio-febbraio 1934). *V. D. M.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

14 b **Lo spostamento delle cariche elettriche e la propagazione delle onde elettromagnetiche** sono posti in relazione da Prunier (*R. G. E.* 28 aprile 1934, pagg. 559-566) il quale in una lunga trattazione di carattere puramente analitico constata la perfetta convergenza dei risultati ottenuti secondo le due diverse concezioni. *G. Cc.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

15 a **Un effetto paradossale di induzione elettromagnetica** è indicato in *R. G. R.* del 5 maggio 1934 (pagg. 605-608) da Pomey: un conduttore immerso in un sistema cilindrico di densità uniforme è sede di una f.e.m. indotta sebbene il campo magnetico sia nullo. L'A. suppone poi che il conduttore sia percorso da una corrente alternativa semplice e calcola le correnti indotte che si verificano nel l'involucro cilindrico. Per spiegare il fenomeno prende in considerazione le azioni individuali delle correnti che percorrono le diverse generatrici del cilindro, correnti che agiscono simultaneamente per le loro variazioni come altrettante sorgenti. *G. Cc.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

17 a **Un alternatore da 40.000 kVA** costruito per la centrale di Serrans sulla Truyère è descritto in *Rev. Electr. Mec.*, luglio-agosto 1934, pag. 34. La centrale, disposta ai piedi di una grande diga alta m 105 e che forma un bacino di 300 milioni di metri cubi, comprende 3 gruppi ad asse verticale con turbine Francis da 30.000 kW, con 80 metri di salto; con salto di m 87,50 la potenza di ogni macchina arriva a 35.000 kW. Gli alternatori da 40.000 kVA, fattore di potenza 0,9, a 50 per/sec, 214 giri al minuto, hanno un PD^2 di 1.500.000 kg m^2. Il peso totale dell'alternatore senza eccitatrici è di 264 tonnellate. La carcassa, in 3 pezzi, disposta sul piano inferiore della sala macchine, porta la crociera superiore (prevista per un carico di 380 tonnellate) al di sopra della quale si trovano il perno e le eccitatrici. Il rotore è costituito da 3 volanti elementari giustapposti, costituiti ciascuno da dischi di acciaio laminato riuniti con bulloni. L'alternatore può essere frenato a pressione d'olio e con lo stesso mezzo si può sollevare leggermente il rotore per facilitare lo smontaggio. La ventilazione si effettua in circuito aperto. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 b **L'illuminazione con lampade al sodio sulla strada nazionale Parigi Versailles** offre lo spunto di una serie di interessanti osservazioni poichè un altro tronco della stessa strada è illuminata per mezzo di un normale impianto a incandescenza. Come descrive M. Croix in *R. G. E.* (5 maggio 1934, pagg. 613-619) il tronco è alimentato da quattro raddrizzatori a 700 V. Le lampade sono spaziate di 37 metri e consumano ciascuna 100 W con un consumo di 6035 W per km contro 10.920 dell'illuminazione a incandescenza. E tuttavia il flusso luminoso per le lampade al sodio è di 244.000 lumen per km contro 189.500. L'articolo illustra pure lo schema di montaggio e particolari costruttivi delle lampade. *G. Cc.*

19 b In *Lux* dell'ottobre 1933 si dà notizia di un **nuovo dispositivo automatico per l'illuminazione nelle voltate** nel quale si fa uso di due proiettori antiabbaglianti fissati uno a destra e l'altro a sinistra del radiatore delle automobili ed inclinati, rispettivamente di 30° verso destra e di 25° gradi verso sinistra (questa differenza d'orientamento è motivata dal fatto che le voltate verso destra vengono prese all'interno della curva mentre quelle verso sinistra vengono prese all'esterno). I proiettori sono comandati da un commutatore tripolare (un polo comune e gli altri due corrispondenti ai proiettori) chè è fissato sull'asse o, nelle vetture a ruote indipendenti, sul carter del motore. Le cose sono disposte in modo tale che in una voltata si stabilisce automaticamente il contatto fra il polo comune e quello corrispondente al proiettore situato dalla parte interna della curva, proiettore che si spegne appena la vettura torna a marciare in linea retta. *G. Co.*

IMPIANTI.

20 e **L'apparecchiatura corazzata a 132 kV** dell'impianto inglese di Tonglad è illustrata da Gerardin (*R. G. E.* 12 maggio 1934, pagg. 661-665) il quale mette in evidenza specialmente le camere di sezionamento, di un tipo speciale che permette di trasformare una stazione normale in un impianto del tipo corazzato utilizzando i trasformatori esistenti. *G. Cc.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

23 **Sul lavoro di interesse scientifico svolto dal Laboratorio centrale di elettricità di Parigi** sono esposte molte notizie nel *Bull. Soc. Franc*, luglio 1934, pag. 633, per il periodo che corre dal 1904 al 1934. Vengono infatti riportati larghi estratti delle relazioni annuali presentate dalla Direzione del laboratorio. Il lavoro si svolge soprattutto nei riguardi delle unità e dei campioni delle grandezze elettriche e fotometriche. Per l'anno 1932 sono specialmente ricordate le misure di confronto delle forze elettromotrici in funzione dei campioni dell'ohm, compiute in accordo con altri laboratori internazionali, che hanno dimostrato una buona concordanza per le pile campione. Per il 1933 vengono in particolare ricordati gli studi nei riguardi della fotometria e la determinazione dello splendore del corpo nero alla temperatura di solidificazione del platino. Inoltre è stato iniziato un accurato lavoro per la determinazione, quanto più possibile esatta, dei valori delle unità internazionali per l'ohm e l'ampere in funzione delle unità assolute derivate dal sistema C. G. S. Ricordando che il valore di una resistenza si può dedurre dalla conoscenza di un induttanza e dalla misura di un tempo, è stata intrapresa la costruzione e la determinazione di estrema precisione di un nuovo campione di induttanza. I lavori sono tuttora in corso. *Ri.*

MISURE.

28 d **La localizzazione dei guasti nei cavi sotterranei** può farsi efficacemente secondo Isaacson (*R. G. E.* 21 aprile 1934, pagg. 505-508) utilizzando in connessione al ponte di Wheatstone un montaggio potenziometrico con un voltmetro provvisto di una valvola termoionica: una bigriglia avente la tensione di placca di 18 V. L'A. illustra il funzionamento dell'apparecchio e il suo campo di applicazione: esso è particolarmente consigliabile quando il guasto da localizzare coinvolge la presenza di una resistenza elevata. *G. Cc.*

MOTORI PRIMI.

30 d La *Revue B. B.* del gennaio-febbraio 1934 accenna ad un particolare **gruppo elettrogeno con motore ad esplosione.** Si tratta di un gruppo con motore da 1,4 kW a 2800 giri/min, a due cilindri, a 4 tempi ed a raffreddamento naturale: esso è ritenuto particolarmente adatto per l'alimentazione dei servizi elettrici di fattorie, case insolate, capanne in montagna, cantieri, gallerie, cinema ambulanti ecc. e per la illuminazione di soccorso di teatri, alberghi, ecc. *V. D. Ma.*

TARIFFICAZIONE E VENDITA.

37 **Uno studio dell'influenza della tariffa sul consumo e sul guadagno** in un impianto di distribuzione è compiuto con ricchezza di elementi da E. Genissieu il quale, in *R. G. E.* (21 e 28 aprile 1934, pagg. 529-549 e 569-583), stabilisce per tre zone francesi aventi differenti sviluppi industriali, tecnici, ed agricoli, una serie di grafici indicanti il consumo annuale per abitante in funzione del prezzo di vendita. Su queste basi egli svolge una lunga discussione sia in relazione all'andamento delle spese fisse e di quelle d'esercizio, sia in relazione alla tariffazione per forza motrice e luce e alla tassazione fiscale. Lo studio è diviso in due parti per le distribuzioni a bassa tensione e ad alta tensione e sebbene gli elementi della trattazione abbiano un preciso riferimento alle peculiari condizioni del mercato francese, pure le conclusioni a cui l'A. arriva sembrano avere un certo carattere di generalità, come appare anche dal confronto con alcuni dati ricavati da grandi impianti esteri. *G. Cc.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

38 c **Le oscillazioni libere in un cavo telefonico** formano oggetto di studio di Mario Marro il quale in *R. G. E.* del 14 aprile 1934 (pagine 491-93), riprendendo e completando una sua precedente trattazione, esamina il caso della propagazione di un'onda libera in un cavo telefonico originata dall'introduzione brusca di una induttanza. Messo in equazione il problema risulta che l'induttanza provoca una onda stazionaria oscillatoria o aperiodica a seconda della legge di decremento col tempo dell'onda stessa. I risultati sono stati verificati sperimentalmente con la determinazione della lunghezza critica del cavo, funzione delle costanti r, g, L, C, della linea. *G. Cc.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 a **Per l'esercizio sulle linee suburbane di Madras (India),** sono stati ordinati sette treni articolati, costituiti ciascuno da un'automotrice intermedia e da due rimorchiate di comando di estremità. Oltre ai due carrelli esterni, il treno articolato comporta due carrelli intermedi, comuni ciascuno all'automotrice e ad una rimorchiata. Ciascun carrello intermedio è equipaggiato con due motori da 88 kW; i carrelli estremi sono portanti. Quattro treni comportano soltanto posti di 3ª classe (194 posti a sedere); gli altri tre comportano tre classi distinte (184 posti a sedere). Il treno di terza classe pesa 64 t; quello misto 64,3 t. La lunghezza totale di ciascun treno fra i respingenti è di 46 m. (*El. Bahnen,* febbraio 1934). *V. D. Ma.*

41 a **L'elettrificazione ferroviaria in Polonia** forma oggetto di un decreto che autorizza le ferrovie dello Stato ad elettrificare le linee del nodo di Varsavia e le diramazioni verso Demblin, Skierniewice e Brest, per un complesso di 200 km di linea. Lo stesso decreto approva un contratto tra le ferrovie dello Stato e due ditte inglesi per un prestito a lunga scadenza di 120 milioni di lire. (*El. Bahnen,* marzo 1934). *V. D. Ma.*

41 a Alcune notizie sul **primo battello a comando Diesel-elettrico costruito in Svizzera** sono riportate dalla *Revue Brown Boveri* del gennaio-febbraio 1934. L'impianto moto-proulsore comprende: due motori Diesel a 6 cilindri da 390 kW, 400 giri/min, direttamente accoppiati a due dinamo principali da 360 kW a 650 V; due dinamo ausiliarie da 35 kW a 65 V e due motori elettrici da 345 kW a 650 V, ciascuno dei quali comanda un albero di proulsione attraverso un riduttore di velocità. I motori sono in collegamento Léonard. Tutte le manovre del battello sono eseguite dal capitano direttamente dal ponte di comando. *V. D. Ma.*

41 a In **Romania sono in esercizio a trazione elettrica** alcuni tronchi i quali hanno una importanza praticamente trascurabile. E' progettata l'elettrificazione della linea a forte traffico Kunpina-Kronstadt. (*El. Bahnen,* febbraio 1934, pag. 60). *V. D. Ma.*

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Sviluppo della trazione elettrica negli Stati Uniti d'America nel 1933. — Nel 1933 i lavori di elettrificazione ferroviaria negli Stati Uniti d'America furono limitati alla prosecuzione del programma già iniziato dalla Pennsylvania Railroad Company sulle linee tra New York e Washington. Dal 16 aprile 1933 tutto il servizio tra New York, New Brunswick, Philadelphia, Wilmington e Paoli viene assicurato elettricamente con locomotori (fig. 1) e con automotrici a controllo multiplo. I treni diretti New York-Washington cambiano il locomotore elettrico a Wilmington, dove viene sostituita la locomotiva a vapore, e quelli diretti da New York verso l'ovest fanno il cambiamento a Paoli. Come è noto, per questa elettrificazione è stato adottato il sistema monofase a 25 per/sec.



Fig. 1. — Locomotore del tipo 2 C 2, a controllo multiplo, per corrente monofase 11.000 volt, 25 per/sec, equipaggiato con 3 motori doppi.

Nel campo della trazione con automotrici diesel-elettriche merita menzione un treno completamente metallico, costituito da tre unità articolate a profilo aerodinamico, ultraleggere ed ultrarapide, il quale è stato di recente messo in servizio sulle linee della Chicago, Burlington and Quincy Railroad fra Kansas, Omaha e Lincoln nello Stato di Nebraska (vedi figura 2). La prima vettura contiene l'equipaggiamento generatore, costituito da un motore Diesel da 450



Fig. 2. — Treno diesel-elettrico costituito da tre unità a profilo aerodinamico, ultraleggere ed ultrarapide.

kW a due tempi e otto cilindri, e da una dinamo. La seconda vettura comprende un salone ristorante e il bar, mentre la terza vettura è provvista di due file di poltrone. In questo treno è pure stata fatta l'installazione di un impianto per il condizionamento dell'aria. Grazie alla ben studiata linea aerodinamica del profilo delle carrozze, possono essere raggiunte velocità assai notevoli con un consumo di combustibile inferiore a quello dei treni ordinari di pari composizione. Il centro di gravità è stato tenuto assai basso, a soli m 1,30 dal piano di ferro. Un treno analogo è stato studiato anche per la Union Pacific Railroad (fig. 3).

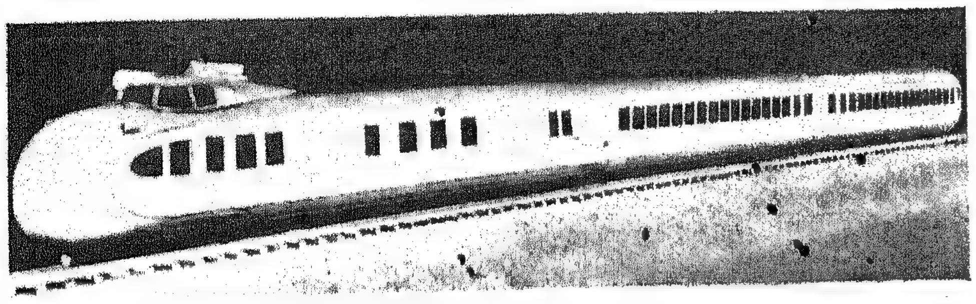


Fig. 3. — Automotrice diesel-elettrica a profilo aerodinamico della Union Pacific Railroad.

Nel campo delle comunicazioni urbane l'Azienda Tranviaria di Indianapolis mise in servizio nel 1933 un gruppo di 50 nuove vetture tranviarie leggere (fig. 4) del tipo con un solo agente, ed 80 vetture filoviarie (fig. 5).

Tutte queste vetture, come quelle precedentemente ricordate, hanno equipaggiamento elettrico della G. E. Co.

Per ciò che riguarda la trazione benzo-elettrica su autoveicoli, merita menzione un tipo di autocarro per consegna a domicilio di latte; esso ha la particolarità di avere i motori di trazione, in numero di due, sistemati sull'asse anteriore, di guisa che la parte centrale dello chassis potè essere notevolmente abbassata in relazione alle necessità del servizio cui l'autocarro è destinato. Un altro autocarro, con motore a benzina, è provvisto invece di unità refrigerante azionata da un impianto elettrico comandato dal motore principale a benzina.

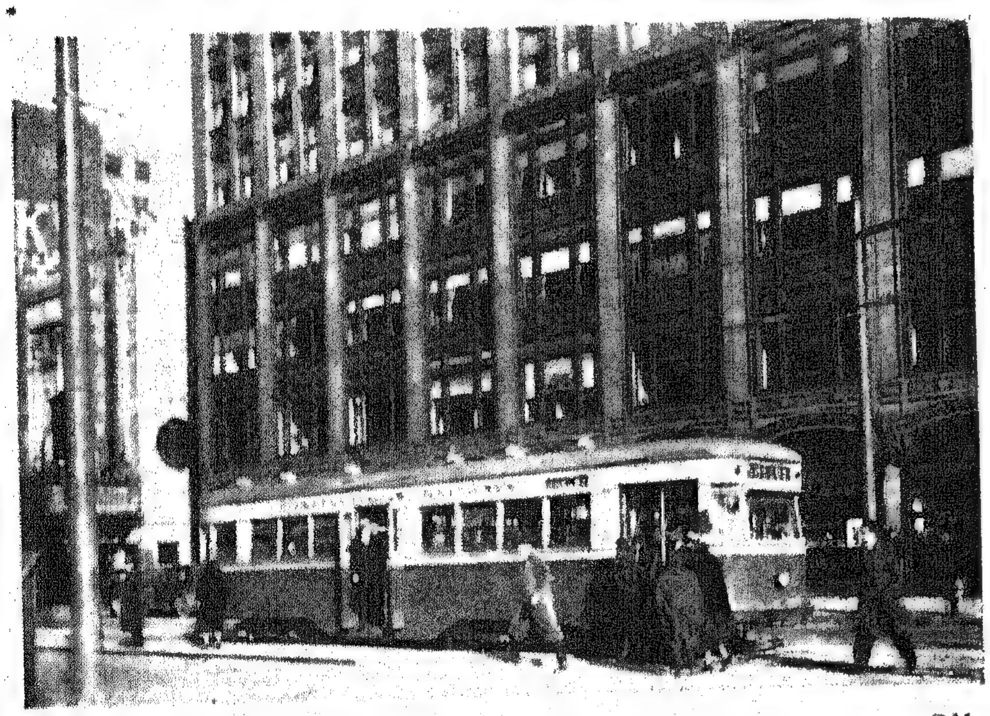


Fig. 4. — Vettura tranviaria ultraleggera con comando automatico PCM, adottata dall'Azienda Tranviaria di Indianapolis.

Ricordiamo poi l'applicazione di un sistema di telefonia induttiva impiegato per comunicare fra la testa e la coda di lunghi treni merci, oppure fra treni vicini, oppure fra un treno e una stazione.

Gli apparecchi riceventi e trasmittenti (vedi fig. 6) per comunicazioni fra locomotiva e carro di coda vengono installati sia sulla locomotiva sia nella cabina del carro di coda. Una trasmissione efficace su distanze relativamente lunghe può essere assicurata collegando ogni rotaia, a distanze di circa 300 metri, con una linea aerea qualsiasi, telegrafica o telefonica, che fiancheggi la ferrovia, attraverso condensatori di accoppiamento (vedasi schema fig. 7).

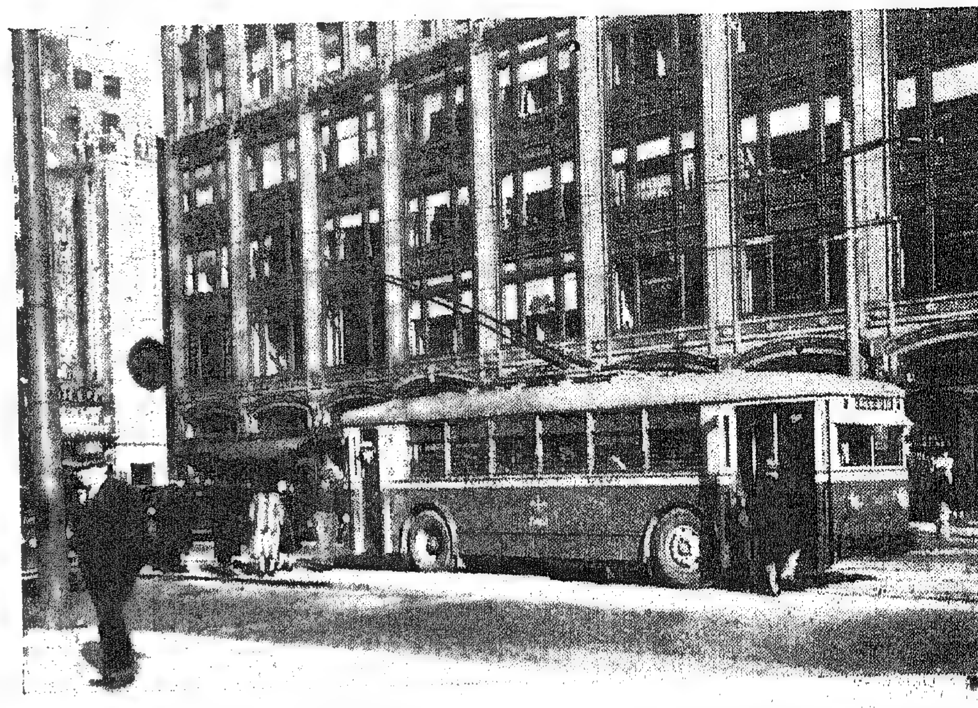


Fig. 5. — Vettura filoviaria con comando automatico PCM, adottata dall'Azienda Tranviaria di Indianapolis.

Le oscillazioni generate dal trasmettitore vengono indotte nel sistema di trasmissione e poi raccolte per mezzo di bobine d'induzione sistemate sia sulla locomotiva sia sul carro di coda a piccola distanza dalle rotaie.

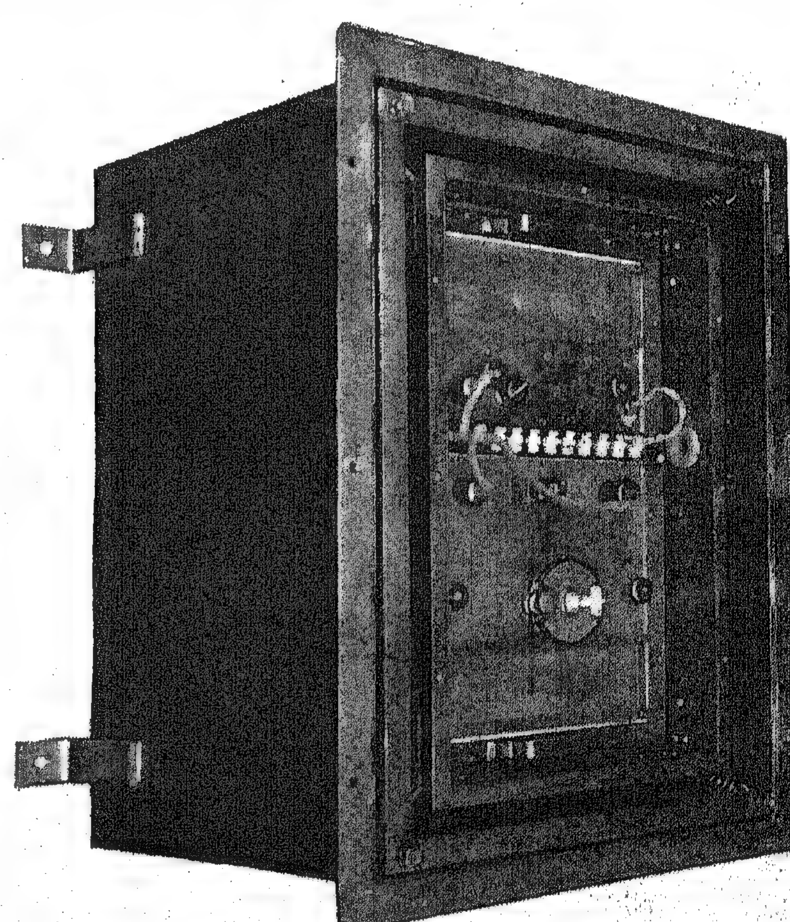


Fig. 6. — Apparecchio trasmittente-ricevente per telefonia a sistema induttivo.

Le oscillazioni si propagano fino ad una certa distanza, entro la quale possono essere ricevute in qualsiasi punto mercè l'impiego di un'altra coppia di bobine d'induzione collegate con un apparecchio ricevente.

Per stabilire la comunicazione fra un treno in moto e una sta-

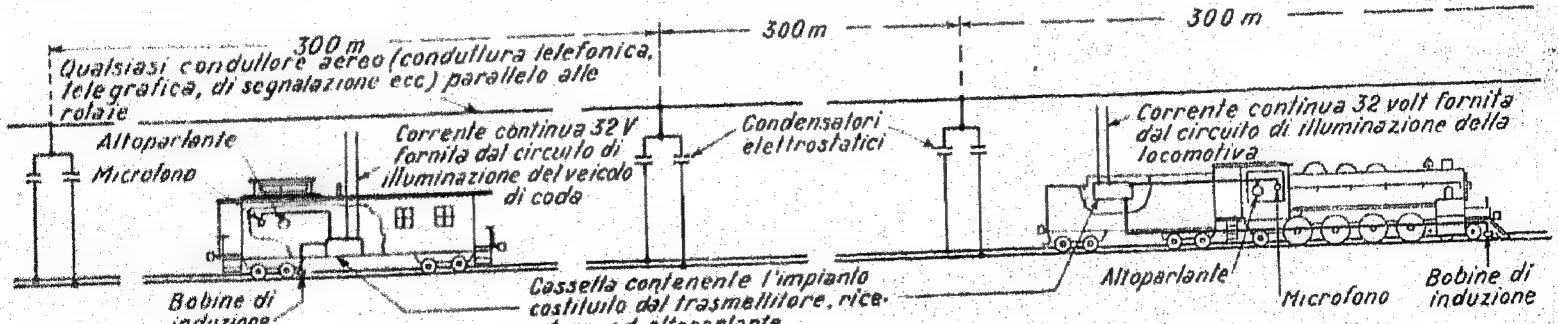


Fig. 7. — Schema di connessione nel sistema di telefonia induttiva.

zione, servono i collegamenti già accennati fra le rotaie e una linea parallela alla ferrovia.

L'apparecchio trasmettitore impiegato è a tre valvole, mentre il ricevitore è a cinque valvole ed è pure munito di altoparlante.

Per la compensazione delle variazioni nell'intensità dei segnali il ricevitore è munito di regolatore automatico di volume.

La trasmissione può effettuarsi fino a una distanza di 8 km per rotaie con giunti ben connessi elettricamente.

La potenza richiesta dalle bobine induttrici è dell'ordine di 10 watt; si possono però ottenere risultati soddisfacenti anche colla potenza di 1 watt soltanto.

La potenza complessiva richiesta per ogni apparecchio è dell'ordine di 160 watt, alla tensione di 32 volt, e l'energia occorrente viene fornita dal gruppo generatore per l'illuminazione del treno per l'impianto installato sulla locomotiva, e da una batteria di accumulatori per l'impianto installato sul carro di coda.

Tutti i suddetti equipaggiamenti sono pure di costruzione G. E. Co.

*

Fulguriti. — In un recente studio pubblicato su « Natura », (volume XXV, 1934) il Prof. G. Rebora riferisce circa esperienze dirette a tentare la produzione artificiale di fulguriti. Si designano con questo nome tracce di minerali fusi, che la scarica naturale lascia in molti luoghi sulle sabbie e su alcune rocce.

Sulle sabbie si tratta di corpi in forma tubulare caratteristica; cavi all'interno, del diametro di circa $1 \div 3$ cm costituiti da materiale in gran parte fuso e vetroso.

Varianti di aspetto esterno, non sostanziali però, quali la superficie più o meno rugosa, sono specialmente dovute alla qualità della sabbia attraversata dalla scarica del fulmine, ed a modalità della scarica stessa.

Altro tipo di traccia della scarica del fulmine si riscontra su alcune rocce, sotto forma di segni di fusione.

L'origine di questi prodotti, furono sempre attribuiti al fulmine, ma la loro formazione presentava qualche incognita e sopratutto nessuno aveva tentato di produrli in laboratorio.

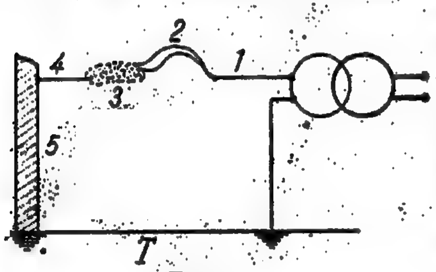


Fig. 1.

Nella prima disposizione sperimentale usata nelle prove per la formazione delle fulguriti nella sabbia l'attrezzamento non permetteva di riprodurre le supposte caratteristiche elettriche del fulmine. Tuttavia i risultati furono soddisfacenti (fig. 1).

Un trasformatore monofase capace di un carico continuo di 80 kVA e di 200 kVA per 1 ora con un rapporto 300/350.000 V eff., 42 periodi/sec viene alimentato dalla rete cittadina attraverso un regolatore ad induzione.

Un polo ad alta tensione del trasformatore è a terra; per l'altro polo (1) il circuito è chiuso da un arco (2) che raggiunge il materiale soggetto alla prova (3), il conduttore (4), la parete di muro (5) ed infine ancora la terra. Le caratteristiche della scarica prodotta da tale schema devono essere ancora studiate.


Fig. 2.

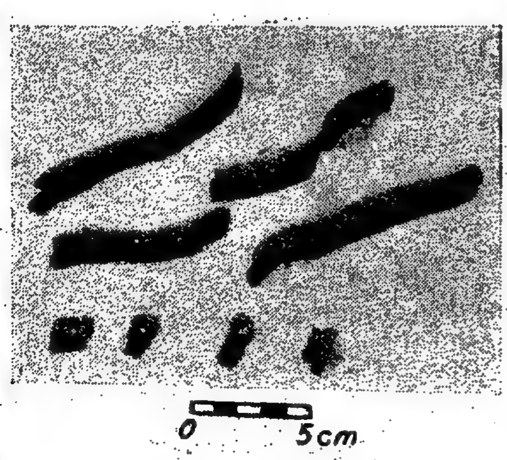


Fig. 3.

Elevando gradatamente la tensione, leggere scintille crepitanti si manifestano e ben presto si stabilisce un arco nutrito, luminoso, mobile e in seno alla sabbia si forma un corpo fuso tubulare (fig. 2-3).

I materiali in polvere sui quali fu eseguito un primo gruppo di prove sono: 1°) Sabbia silicea ordinaria, più o meno lavata; 2°) Sabbia del Deserto Libico; 3°) Polvere di marmo (saccaroide), bianca, impalpabile; 4°) Silice pura al 99,4 % di silice, in uso nelle vetrerie; 5°) Allumina pura in polvere di colore grigio-perla impiegata per la fabbricazione dell'alluminio; 6°) Dolomite naturale in polvere impalpabile.

Come prima conclusione si è constatato che i materiali non atti ad essere fusi non davano fulguriti.

Così sulla polvere di dolomite e di marmo l'arco non fa che produrre un foro nella massa, non lasciando alcun residuo apparente. Nella sabbia silicea, nell'allumina, nella silice pura si ha la formazione della fulgurite.

Nelle diverse prove la sabbia era semplicemente ammucchiata su una lastra di ebanite oppure contenuta in un tegolo di cartone o trattenuta da un anello pure di cartone del diametro di 170 a 180 mm e di altezza variabile tra 60 e 180 mm. I due poli 1-4 (fig. 1) erano grossi fili di rame di 9 a 10 mm di diametro. La distanza tra i poli 1-4 è variata tra 180 e 300 mm con una distanza tra 60 e 200 tra estremità del polo 1 e la superficie del materiale in prova.

Valori medi ed estremi degli elementi caratteristici delle prove: Tempo di applicazione dell'arco, in media: $15 \div 20$ sec ($1,5 \div 60$ secondi). Potenza totale consumata dall'intero circuito, in media: 42 kW ($30 \div 60$ kW). Corrente nel circuito, in media: 0,43 A ($0,4 \div 05$). Tensione applicata, in media: 96 kV ($75 \div 116$ kV).

La formazione delle fulguriti nelle condizioni sopra indicate dipende dalla qualità del materiale assoggettato all'arco, dallo spessore dello strato, e dalla durata della applicazione.

Per quanto le caratteristiche di scarica non corrispondessero precisamente a quella del fulmine i risultati furono gli stessi. Così ad una scarica assai rapida con altissimi valori di corrente fu qui sostituito una piccola corrente per un tempo relativamente assai lungo.

Per abbozzare una spiegazione sulla particolare formazione della fulgurite si può dire che la scarica tende in un primo tempo a scavare un foro nella massa allontanando dal suo asse le particelle di sabbia, il calore sviluppato fonde e vetrifica le particelle stesse più vicine, e la dilatazione termica fa gonfiare il tubo solido già prodottosi.

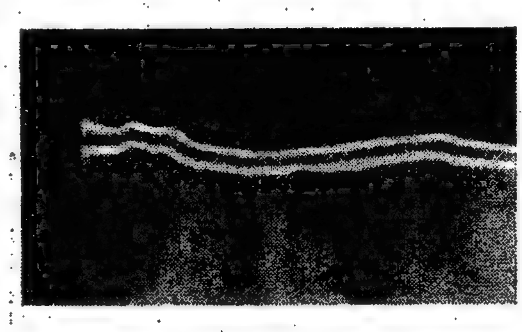
Se la sabbia contiene impurità la fulgurite, mal fusa, è fragile e si distrugge dopo qualche tempo. Se la silice è pura si ottiene un tubetto perfettamente fuso, resistentissimo, con un foro assiale ben calibrato.

Con dispositivo capace di fornire energiche scariche ad impulso fu condotta qualche prova studiando l'azione di una scarica ad impulso su materiale isolante ma fusibile.

A questo tipo potrebbero essere assimilate certe rocce.

Una lastra di vetro ordinario delle dimensioni di $235 \times 320 \times 2,5$ mm è stata sottoposta ad una scarica ad impulso (kV 250 c. c.) applicando gli elettrodi A, B, come in fig. 5.

Si ebbe una traccia stabile che ha intaccato nettamente la superficie come appare in fig. 4 con fusione e sgretolamento.


Fig. 4.

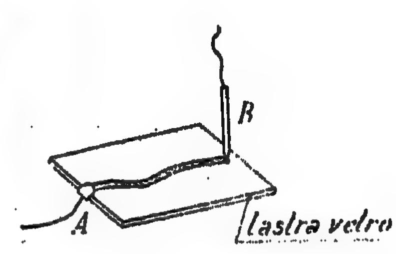


Fig. 5.

La traccia è di circa 250 mm di lunghezza, su 8 mm di larghezza. I bordi un po' sfumati, si vedono netti nella fotografia.

Applicando lo stesso tipo di scarica sulla sabbia silicea il risultato fu nullo. Si osservarono solo leggerissime tracce assai fragili e non paragonabili sia pure in scala ridotta alle fulguriti.

Il risultato negativo, dato proprio da una scarica di tipo assai prossimo a quella naturale è secondo l'A., da attribuirsi alle speciali condizioni sperimentali.

Le prove ed i risultati descritti confermano la possibilità di riprodurre in laboratorio le fulguriti, nelle due forme descritte.

*

Corso di Perfezionamento per Ingegneri Elettricisti. — Presso il Politecnico di Milano sono aperte le iscrizioni al consueto Corso di perfezionamento, il quale è diviso in due sezioni: *industriale*, diretta dal Prof. A. Barbagelata e *radiotecnica*, diretta dal Prof. F. Lori. Oltre agli allievi normali per i quali il corso durerà dal 1° febbraio al 30 giugno, saranno quest'anno ammessi *per concorso sei allievi interni* (quattro per la sezione industriale, due per la radiotecnica) i quali dovranno impegnarsi a frequentare i laboratori dal 1° febbraio a tutto il dicembre 1935 — con l'interruzione dei mesi di agosto e settembre — e riceveranno, ciascuno, un assegno di *lire seimila* in undici mensilità posticipate. Tali allievi interni, oltre a seguire nei primi mesi le lezioni del corso, parteciperanno all'attività normale dei rispettivi laboratori e dovranno sviluppare un lavoro di ricerca teorico-sperimentale.

Per maggiori informazioni rivolgersi alla Segreteria del Politecnico.

*

Una nuova rivista « Sapere ». — Col 15 gennaio 1935 si inizierà la pubblicazione di un nuovo periodico di divulgazione scientifica intitolato « Sapere ». Esso si propone di avvicinare il pubblico colto alla conoscenza dei più recenti risultati delle ricerche scientifiche e delle arti applicate, di illustrare in modo facilmente accessibile le nuove teorie e le vedute più moderne che si vanno sviluppando nei più svariati campi di studio.

« Sapere », uscirà i giorni 16 e ultimo di ogni mese in fascicoli di 32 a 40 pagine stampate in rotocalco, con abbondanti illustrazioni. Ogni fascicolo costerà due lire.

La nuova rivista ha raccolto già l'appoggio e il consenso di molti autorevoli nomi della scienza e della tecnica italiana. A giudicare dai sommari dei primi numeri, quali risultano da alcuni saggi di copertine favoriteci dall'Editore U. Hoepli, gli argomenti trattati saranno di grande attualità e di vero interesse, data anche la competenza degli Autori.

Auguriamo di cuore a « Sapere » il migliore successo intrinseco e larga diffusione.

*

La prossima **Fiera Primaverile di Lipsia 1935** si svolgerà nella settimana che corre da domenica 3 marzo alla successiva domenica 10 marzo 1935.

Le varie manifestazioni però, pur avendo tutte inizio lo stesso giorno di domenica 3 marzo, avranno termini di chiusura differenti.

La *Fiera Campionaria Generale* si chiuderà sabato 9 marzo a mezzogiorno, mentre la *Grande Fiera Tecnica ed Edile* resterà aperta ancora tutta la giornata di domenica 10 marzo fino a sera.

Uno svolgimento più breve avranno: la *Fiera Tessile* che si chiuderà mercoledì 6 marzo a sera, mentre la *Fiera del mobilio*, la *Fiera delle forniture d'ufficio* e la *Fiera degli articoli sportivi* resteranno aperte a tutto il giovedì 7 marzo.

La *Fiera delle Macchine Grafiche*, nota sotto il nome di « Bugra », durerà fino a sabato 9 marzo a mezzogiorno.

La *Fiera speciale ottico-foto-cinematografica* che aveva finora sede nella palestra « Turnhalle am Frankfurter Tor », viene aggregata alle esposizioni tecniche ed ospitata nella « Halle 12 », e si svolgerà dal 3 al 10 marzo a sera come la Grande Fiera Tecnica ed Edile.

* *

PERLE. — Ricaviamo, tal quale, da un importante quotidiano dell'Italia settentrionale:

Fulmini artificiali generati nei laboratori bolscevichi. — L'Istituto elettrotecnico di Karkov è riuscito, finalmente, a costruire un generatore di corrente elettrica della *potenzialità* di tre milioni di volt, vale a dire *quanta è la forza normale di un fulmine.*

Trattandosi di un generatore mobile, i sovietici sono, così, *in grado di scatenare la pioggia* allorquando essa sarà necessaria alle colture agricole.

LA NOSTRA INDUSTRIA

*In questa rubrica vengono pubblicate a titolo **assolutamente gratuito** ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.*

Voltmetro a valor massimo, a tubo elettronico

(costruito dalla Soc. Allocchio, Bacchini & C.).

In serie ad un galvanometro dotato di alta sensibilità, è posta (fig. 1) una resistenza di valore elevato (alcuni megaohm). Galvanometro e resistenza sono connessi in derivazione con un raddrizzatore di corrente.

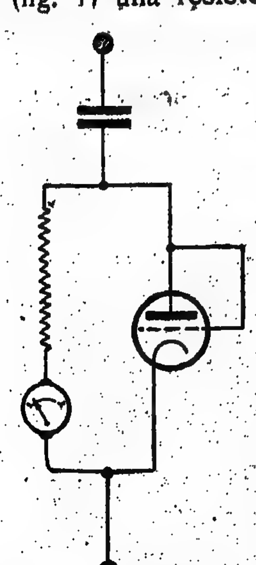


Fig. 1.

Come raddrizzatore è usato un triodo normale in cui si è connessa la griglia direttamente alla placca in modo che funzioni come diodo.

In serie a questi rami derivati è un condensatore, della capacità di alcuni microfarad.

La resistenza del diodo nel senso che, internamente al tubo, va dal catodo all'anodo, è elevatissima, praticamente per il nostro scopo possiamo ritenerla infinita; nel senso opposto essa è funzione della tensione applicata al tubo. La fig 2. è un grafico relativo al tubo usato. In ascisse è portata la tensione dell'anodo rispetto al catodo, in ordinate la corrente; alla tensione di 1 volt corrisponde una corrente di 0,13 mA per cui la resistenza interna del tubo è di 7700 ohm. Questa resistenza è meno di mezzo millesimo del valore di quella in serie al galvanometro. Si può quindi ammettere, con ottima approssimazione, che la carica della capacità si effettui solo attraverso il raddrizzatore e la scarica unicamente attraverso la resistenza del galvanometro.

La costante di tempo del circuito di scarica è, anche nel caso più sfavorevole di tensione bassa, alcune centinaia di volte più grande della costante del circuito di carica, perciò a regime il condensatore si carica alla tensione massima della semionda che viene raddrizzata.

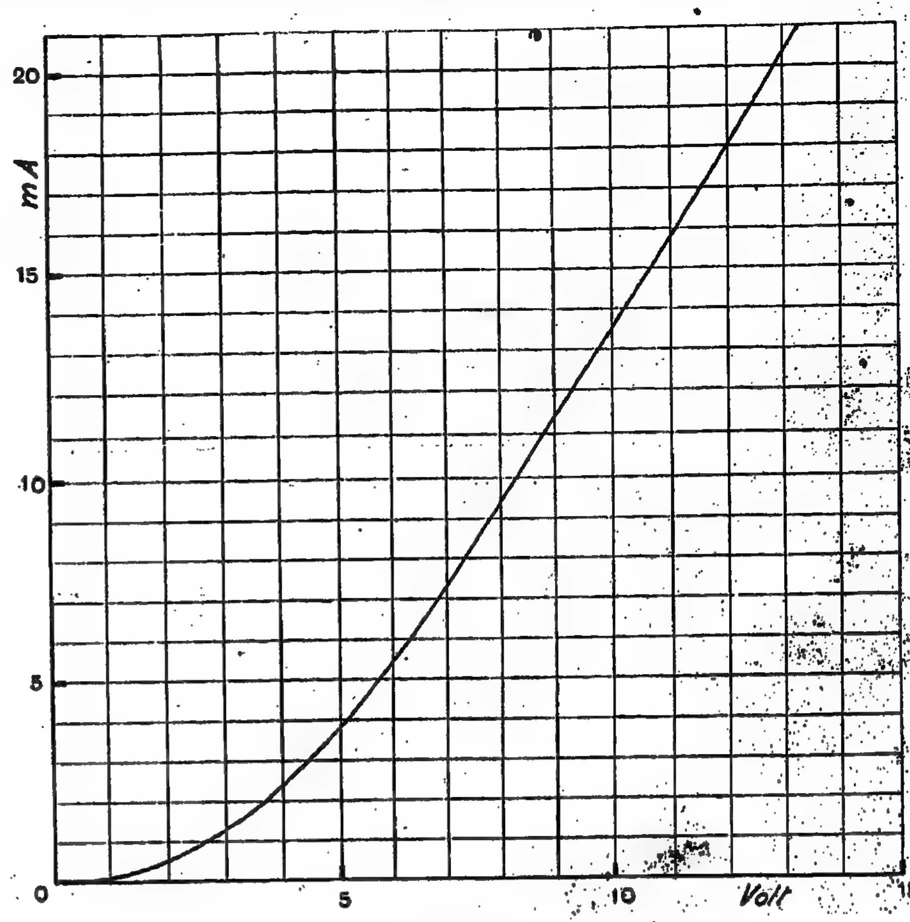


Fig. 2.

Se per esempio (fig. 3) la carica avviene mentre agisce la tensione della semionda inferiore (negativa) il condensatore si carica

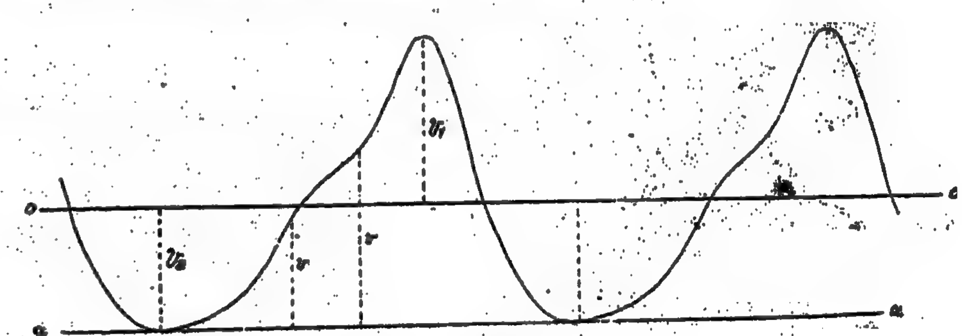


Fig. 3.

al valore V_2, e, data la esigua corrente di scarica, si mantiene carico a tale tensione.

La tensione v agente sul tratto di circuito comprendente la resistenza ed il galvanometro, è perciò data dalle ordinate della curva

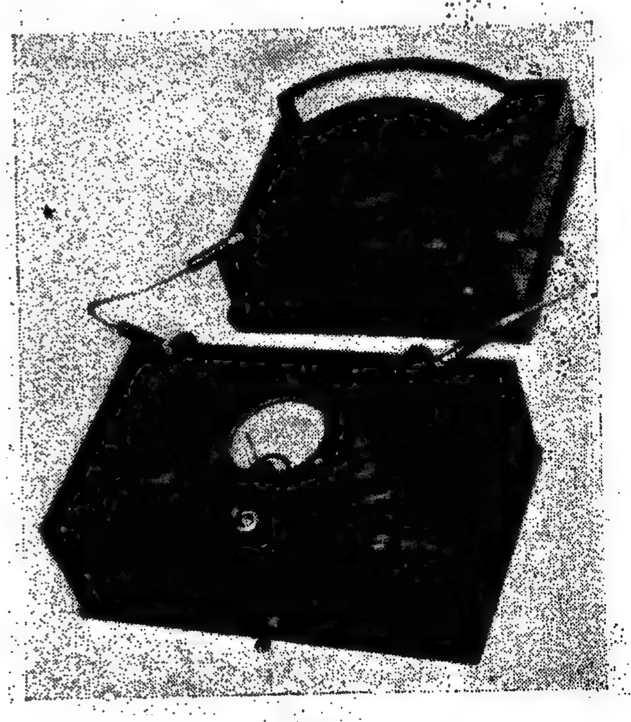


Fig. 4.

di tensione applicata, valutate dall'asse $a\,a$ tangente nel vertice alle semionde inferiori.

La corrente nel galvanometro, in ogni istante proporzionale a v, ha quindi per valor medio V_2 e la deviazione dell'indice dello

strumento sarà proporzionale a V_2 cioè al valor massimo della semionda negativa.

L'apparechio comprende ancora alcuni elementi non segnati nella fig. 1, e cioè un reostato ed un voltmetro per il controllo dell'accensione del tubo elettronico; un commutatore mediante il quale si possono inserire resistenze di valore corrispondente a diverse portate dello strumento, ed un commutatore invertitore per cui è possibile raddrizzare l'una o l'altra delle semionde ed effettuare rapidamente le misure dei due valori massimi.

Grande pregio del dispositivo è la stabilità della taratura dovuta al fatto che le variazioni di corrente d'accensione del tubo non hanno influenza apprezzabile sull'indicazione dello strumento.

Oltre alle ordinarie applicazioni come voltmetro da laboratorio, l'apparecchio, permettendo di confrontare i valori massimi delle due semionde di una tensione alternata, torna assai utile per controllare la distorsione di complessi amplificatori.

NOTE LEGALI

Giurisprudenza sul tema di energia elettrica.

Fallimento.

« L'obbligo che l'utente di energia elettrica assume, per contratto, di pagare il prezzo di un minimo di consumo, non può considerarsi isolatamente, ma deve mettersi in relazione con la controprestazione che sta a carico della fornitrice come presupposto logico ed essenziale.

L'utente è tenuto a quel prezzo in quanto abbia la possibilità di usare dell'energia elettrica corrispondente, messa a disposizione.

Venuta meno tale possibilità col fallimento che altera la posizione del fallito di fronte alla fornitrice ed alla massa dei creditori, cessa nella prima l'obbligo della fornitura con la facoltà di disporre a favore di altri, e nella seconda l'obbligo della prestazione del canone minimo ».

(A. Genova 30-12-1932 - Rep. Foro Ital. 1933 c. 531-N).

Furto.

« Risponde del reato di furto colui il quale clandestinamente attacca il filo del suo impianto elettrico per illuminazione alla conduttura della energia industriale esistente fuori la strada o attraversante la casa in cui viene commesso il reato, trattandosi di impossessamento di cosa, di cui non si ha il possesso nè la disponibilità.

Risponde di truffa chi abbia invertito o fatto invertire i fili delle due correnti sull'allacciamento, ponendo in tal caso in essere un artificio, con cui procura a sè stesso un ingiusto profitto con danno della società.

Chi abbia già il possesso e la disponibilità della corrente industriale per determinato uso e illegittimamente invece se ne serve anche per illuminazione, risponde di appropriazione indebita, mancando in tal caso la contrectatio, cioè l'impossessamento dell'energia elettrica, che invece era già nella materiale disponibilità dell'imputato ».

(A. Lecce - 8-6-1933 - Rep. Foro Ital. 1933 c. 623-C).

« Se nella imputazione è contestato il fatto di aver sottratto energia elettrica mediante falsificazione dei piombini di chiusura del contatore bene il giudice tiene conto, applicando le disposizioni del nuovo codice, dell'aggravante di cui al n. 2 dell'art. 625 c. p. ».

(C. Cassazione 5-4-1933 - Rep. Foro It. 1933 c. 624-D).

Giurisdizioni speciali.

« Il Collegio arbitrale di cui all'art. 4 D. L. 4 marzo 1926, n. 681, per la revisione dei prezzi dell'energia tra venditori e utenti, è un organo di giurisdizione speciale, e la sua decisione è solamente impugnabile col ricorso alle Sezioni Unite della Corte di Cassazione, ai sensi dell'art. 3 n. 3 L. 31 marzo 1877, n. 3761, sui conflitti di attribuzione ».

(A. Catania 30-12-1932 - Rep. Foro It. 1933 c. 430-F).

Imposta.

« L'imposta sul consumo dell'energia elettrica che grava sul fabbricante è un tributo indiretto, ed è perciò assistito da privilegio speciale.

Il diritto di rivalsa che spetta al fabbricante verso il consumatore non è assistito da privilegio ».

(T. Bologna 22-12-1932 - Rep. Foro Ital. 1933 c. 556-A).

Registro.

« A norma dell'art. 46 all. D, del R. D. 30 dicembre 1923, numero 3269 sulla tassa di registro sono soggetti all'aliquota del 0,20 per cento i contratti di somministrazione di energia elettrica, tanto se il contratto sia interceduto tra il produttore o concessionario e il consumatore diretto, quanto se il contratto sia interceduto tra il produttore e il concessionario, il quale provvede poi alla distribuzione dell'energia ai privati utenti ».

(C. Cassazione 28-6-1934 - Mass. Foro Ital. 1934 c. 425 n. 2343).

Risarcimento da parte dell'utente.

« Nel caso di fornitura di energia elettrica, l'utente, che sia venuto meno alla clausola di esclusività, deve risarcire al fornitore non solo l'utile netto che questi avrebbe percepito dall'utente, ma anche quella parte di spese di produzione dell'energia, che sarebbero state rimborsate dall'utente stesso ».

(A. Torino 27-5-1933 - Rep. Foro Ital. 1933 c. 430-C).

F. L.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

Jul H. West. — *Industrielle Kosten-Berechnung.* (Stoccarda - Verlag für Wirtschaft und Verkehr. - Forkel und Co., 1933. Un volume di cm 21 × 30 di 428 pagine. — Prezzo, rilegato, 28 marchi).

In questo volume l'Autore espone le proprie vedute circa il calcolo dei prezzi di fabbricazione di prodotti industriali. L'argomento, della cui importanza fondamentale per l'andamento di ogni industria sarebbe superfluo parlare, è svolto con grande ampiezza e ricchezza di dettagli.

L'A. espone in gran parte idee proprie e vedute originali, spesso in contrasto con i metodi di valutazione generalmente seguiti e sui quali espone una critica talore vivace e polemica.

Senza entrare nel merito delle vedute esposto dall'A, è indubitato che il libro contiene una quantità di idee e di notizie assai interessanti, che lo rendono assai pregevole e di grande utilità per quanti debbano occuparsi di problemi di questo genere.

L'A. che dimostra di avere una larga competenza nel campo di molte svariate industrie, ha raccolto in questo libro i frutti della sua personale esperienza, moltiplicando gli esempi pratici e riportando anche una quantità di moduli, di tabelle ecc., che sono raccolti in un grosso fascicolo allegato al volume.

Segnaliamo volentieri l'opera all'attenzione dei competenti.

*

Transactions of the World Power Conference - Sectional Meeting - Scandinavia 1933.

Abbiamo sott'occhio alcuni volumi dei Rendiconti della Riunione Scandinava dello scorso anno della Conferenza Mondiale dell'Energia e li segnaliamo volentieri all'attenzione dei nostri lettori.

Si tratta di massicci volumi di cm 15 × 24 di chiara ma fitta composizione, di circa 700 od 800 pagine, presentate in ottima veste tipografica e che contengono una massa veramente ricca di notizie, di informazioni e di studi spesso di vero valore e di grande interesse.

Il volume I (pag. 762) contiene, oltre alla cronaca della riunione, alla descrizione dei preparativi tecnici ad essa relativi, e al testo dei discorsi pronunciati alla Seduta inaugurale, i Rapporti generali delle 9 Sezioni in cui la Conferenza era divisa. Esso presenta così un quadro riassuntivo completo dei lavori svolti.

Il volume II (pag. 702) è dedicato alla Sez. 1ª) « Energia Elettrica » e contiene i testi di 41 rapporti e di una comunicazione, nonchè i resoconti delle discussioni avvenute. Ogni rapporto, pubblicato in francese, inglese o tedesco è accompagnato da un riassunto nelle altre due lingue. Il volume, come tutti gli altri, si apre con un Rapporto generale che riassume sostanzialmente tutti quelli presentati su l'argomento.

Il volume V (pag. 691) è dedicato alla Sez. 4 « Industria del ferro e dell'acciaio » con 11 rapporti, oltre quello generale, alla Sez. 5 « Riscaldamento elettrico » che comprende 8 rapporti e alla Sez. 6 « Trasmissione e applicazione della forza motrice alle macchine industriali » cui si riferiscono 12 rapporti e una comunicazione. Per ciascuna delle Sezioni trattate sono riportate le discussioni avvenute.

Il volume 6 comprende la Sez. 7 « Ferrovie elettriche » e la Sez. 8 « Traffico urbano e suburbano »; la prima con 22 rapporti e la seconda con 10. Anche qui sono ampiamente riportate le discussioni.

Questi volumi, a cui hanno collaborato specialisti di tutte le Nazioni, sono senza alcun dubbio del massimo interesse pei tecnici.

*

Ministero dei Lavori Pubblici. — *La direttissima Bologna-Firenze.* (Roma 1934. - Un volume di cm 21 × 31 di 89 pagine con molte figure e 6 tavole fuori testo. Senza indicazione di prezzo).

La grandiosa opera, che giustamente viene considerata una delle più importanti realizzazioni del Regime nel campo dei lavori pubblici, meritava di essere ampiamente illustrata ed assai opportuna è stata perciò l'iniziativa della Direzione Generale delle Nuove Costruzioni Ferroviarie, per la pubblicazione di questo volume.

In esso è esposta la storia dell'importante opera dai primi studi al successivo sviluppo dei lavori fino al compimento totale. In successivi capitoli sono poi descritti, nella loro consistenza e nella loro esecuzione, i singoli lavori e i molteplici servizi dei quali la direttissima risulta costituita e provvista.

Una abbondante serie di tavole inserite nel testo danno una visione completa dell'opera nelle sue singole parti durante l'esecuzione ed a lavori compiuti. Riesce così più facile apprezzare la vastità e l'importanza di essi.

Parecchie tavole fuori testo sono allegate per riportare l'andamento e i profili della linea, lo studio geologico dei terreni, l'organizzazione dei cantieri, le caratteristiche della grande galleria e la nuova stazione di Prato.

La veste tipografica è in tutto degna del soggetto trattato.

*

MINISTERO DEI LL. PP. - CONSIGLIO SUPERIORE - SERVIZIO IDROGRAFICO. — *Il trasporto solido nei corsi d'acqua italiani.* — Fasc. I.: *Alto bacino del Savio.* (Roma 1934, Istituto Poligrafico dello Stato - Un volume cm. 17×25 di 48 pagine con 10 tavole fuori testo. - Prezzo L. 10).

Con questo volume si inizia una nuova Pubblicazione, la quindicesima, del benemerito Servizio Idrografico. Non meno delle precedenti essa risponde ad un problema di grande importanza ed utilità pratica. A questa importanza fa purtroppo riscontro, nella maggior parte dei casi, una desolante scarsità di notizie, dipendente dalla stessa difficoltà dei rilievi e dalla complessità del fenomeno. E' chiaro perciò che la nuova Pubblicazione è destinata a trovare fra i tecnici degli impianti elettrici lo stesso favore di cui godono tutte le altre del Servizio.

Il presente volume si riferisce al lago di Quarto sul Savio, (che sottende un bacino di 15 km²) e contiene i risultati di numerosi rilievi e di accurate osservazioni. Il testo è corredato da molti grafici, planimetrie, diagrammi, ecc. *N.*

*

MINISTERO DEI LL. PP. - CONSIGLIO SUPERIORE - SERVIZIO IDROGRAFICO. — *Dati caratteristici dei corsi d'acqua italiani.* (Roma 1934, Istituto Poligrafico dello Stato - Un volume di cm. 17×25 di 330 pagine con molte figure. - Prezzo L. 20).

La attività veramente ammirabile e altamente lodevole del Servizio Idrografico trova in questa pubblicazione una nuova eccellente conferma.

E' ben noto quale messe di materiale, di osservazioni e di rilievi, sia contenuta negli Annali Idrologici che il Servizio viene pubblicando periodicamente; ma la stessa abbondanza della materia rendeva ormai difficile e laboriosa la consultazione.

Molto opportuno riesce quindi questo volume che costituisce come una sintesi di quanto di più importante risulta dagli Annali, la cui consultazione continuerà naturalmente ad essere necessaria per chi voglia avere notizie dettagliate.

Qui invece si è cercato di raccogliere in piccola mole un quadro pressochè completo delle caratteristiche di un gran numero di corsi d'acqua italiani. Per ciascuno di essi sono riportate le portate medie mensili e annuali, i contributi chilometrici del bacino, gli afflussi meteorici medi, mensili e annuali, le perdite apparenti, i coefficienti di deflusso e la durata delle altezze idrometriche e delle portate. Non mancano indicazioni sulle portate massime, sulla permeabilità dei bacini, sulla estensione delle aree glaciali e lacuali, ecc.

Il volume, costituito essenzialmente da una serie di tabelle numeriche, rappresenta il risultato di una enorme mole di lavoro e sarà largamente apprezzato da una grande schiera di tecnici.

*

P. LERTES. — *Elektrische Musik.* — T. Steinkopff, Dresden u. Leipzig 1933. — Un volume di 207 pagine, con 169 figure. — Prezzo M. 9.

Si tratta di un lavoro di carattere elementare, che informa il lettore non specializzato dei recenti progressi nel campo della musica elettrica, dopo averlo condotto, con una trattazione chiara e corretta, alla conoscenza dei principi dei nuovi strumenti.

Dopo la prima parte, che contiene una breve esposizione introduttiva, la seconda è dedicata ai fondamenti acustici della musica, la terza alla generazione elettrica di toni e suoni. Le ultime 50 pagine del testo trattano degli strumenti musicali elettrici, la cui descrizione particolareggiata è preceduta da un'ampia introduzione storica circa il loro sviluppo.

Vi figurano così gli strumenti elettrici puri: oscillatori a battimenti (*strumento a onde eteree* di Theremin), oscillatori a bassa frequenza a reazione (*sferofono* di Mager), oscillatori a rilasciamento (*emicon* di Langer-Halmàgyi). L'*hellertion* di Helberger e Lertes ed il *trautonium* di Trautwein rappresentano in questo campo gli strumenti più perfezionati, che consentono, con opportuni mezzi, variazioni di tono, di intensità e di colore e offrono possibilità di notevoli effetti musicali.

Gli strumenti elettromeccanici, invece, trasmettono attraverso un sistema microfono-amplificatore-altoparlante i suoni generati con i comuni strumenti a corda: si hanno il *superpiano* di Spielmann, l'*elettrocordo* di Vierling, il *piano neo-Bechstein* di Nernst, l'*elettrocello* di Vierling.

Un'accurata bibliografia ed un elenco di brevetti chiudono il volume. In esso, della musica elettrica, viene esposto e trattato il solo aspetto tecnico: per altro, dalla serietà delle Case che hanno già costruito alcuni di questi nuovi apparecchi, si può arguire come essi promettano di presentare interesse artistico e possibilità di nuovi sviluppi. *G. Sac.*

AEI Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI TRENTO

Il 20 novembre 1934, sono convenuti nella Sala della Società Industriale Trentina, gentilmente concessa, i soci dell'Associazione, Sezione di Trento, per discutere il seguenze

ORDINE DEL GIORNO:

1º) Comunicazioni del Presidente.
2º) Rinnovo delle cariche sociali.
3º) Attività della Sezione.
4º) Varie ed eventuali.

L'assemblea era convocata per le ore 20,30 e nel caso che il numero dei Soci non avesse raggiunto quello prescritto per la validità della votazione, l'Assemblea sarebbe stata rinviata allo stesso giorno alle ore 21, in seconda convocazione e le delibere prese sarebbero state valide in ogni caso.

Il numero dei Soci non raggiunse quello richiesto e pertanto alle ore 21 il Presidente Conte Sardagna dichiarò aperta la seduta in seconda convocazione.

Il Segretario Ing. Fincati, scusa la sua assenza, essendo fuori città per impegni presi e il Presidente chiama a fungere da Segretario l'Ing. Chinatti.

Prima di incominciare la discussione sull'ordine del giorno, il Presidente invita i presenti a rivolgere un mesto pensiero ai cari Soci scomparsi nel decorso trennio e cioè all'Ing. Riccobono e all'Ing. Tommazzolli. I Soci si alzano e in silenzio commemorano i due Soci, troppo presto venuti a mancare alle loro famiglie e alla nostra Associazione.

Il Presidente passa quindi al primo punto dell' o. d. g. e espone i fatti più salienti verificatisi nel periodo in cui egli ebbe la Presidenza della Sezione. Tratta pure la situazione di Cassa e dà la parola al Cassiere Candotti, che fa la relazione dei bilanci e dà ai Soci gli schiarimenti desiderati.

Esaurita la discussione del primo punto, il Presidente passa al secondo punto dell' o. d. g. al rinnovo, cioè delle cariche sociali. L'Assemblea elegge quindi i seguenti Soci

Presidente: Dott. Ing. Prof. Giuseppe Pippa.
Vice Presidente: Dott. Ing. Massimo Boschetti.
Segretario: Dott. Ing. Carlo Chinatti.
Cassiere: Dott. Ing. Vittorio Romanese.
Consiglieri: Comm. Dott. Ing. Gio. Battista Dalla Valle; Dott. Ing. Alessandro Montagna; Dott. Ing. Carlo de Riccabona; Dott. Ing. Tomaso Stolcis.
Consiglieri Delegati presso l'Ufficio Centrale: Dott. Ing. Leo Heren; Dott. Ing. Ciro Montagni.

Dopo la votazione il nuovo eletto Presidente Ing. Pippa ringrazia il Conte Sardagna per quanto egli ha fatto per l'Associazione e ringrazia pure i Soci per la fiducia in lui riposta, augurandosi, che con la collaborazione di tutti, egli possa portare la Sezione alle più alte mete.

Il Presidente Conte Sardagna passa quindi al terzo punto dell'o. d. g. sull'attività della Sezione. I Soci presenti espongono il loro punto di vista, per una più attiva unione con le Sezioni più vicine, per gite sociali e per conferenze e viene deciso di pregare l'Ufficio Centrale, considerando i mezzi limitati di cui dispone la Sezione, di inviare qualche conferenziere per indire delle serate per le quali tutti i Soci abbiano una forte attrattiva ad intervenire e renderli quindi meglio compresi degli scopi ai quali tende l'Associazione.

Non domandando più nessuno la parola, alle ore 22,30 il Presidente Conte Sardagna dichiara tolta la seduta.

IL LIBRO D'ORO DELL'A. E. I.

ELENCO DEI SOCI SOSTENITORI PER IL 1935, al 10 Gennaio 1935

(Secondo le deliberazioni dell'Assemblea di Gardone del 24 Settembre 1934-XII)

Sezione ADRIATICA

Jazzarelli Dott. Ing. Cav. Gino
Pantoli Ing. Pio

Sezione di BOLOGNA

Sartori Ing. Prof. Gr. Uff. Giuseppe
Righi Ing. Aldo
Spani Ing. Comm. Filippo
Veronesi Augusto
Marchesi Ing. Gr. Uff. Gaetano
Grandi Ing. Antonio
Bartoli Ing. Corrado

Sezione di CATANIA

Patané Ing. Giuseppe

Sezione di FIRENZE

Corradi Ing. Corradino
Masoni Paolo
Soc. Elettrica del Valdarno

Sezione di GENOVA

Ricci Cav. Uff. Eolo
Profumo Ing. Dario
Rossi Ing. Baldassare

Sezione di LIVORNO

Danieli Ing. Ausonio
Ge Ing. Aldo

Sezione di MILANO

Fungioli Ing. Waldemar
Molinari Ing. Cav. Carlo A.
Barbagelata Ing. Prof. Comm. Angelo
Bauchiero Ing. Giuseppe
Piva Ing. A. C.
Emanueli Ing. Comm. Luigi
Vannotti Ing. Ernesto
Cavadini Ing. Gio. B.
Pugno Vanoni Ing. Prof. Enzo
Banfi Ing. Comm. Enrico
Norsa Ing. Gr. Uff. Renzo
San Nicolò Ing. Renato
Mina Ing. Prof. Carlo
Salmoiraghi Ing. Sen. Cav. Gr. Cr. A.
Redaelli Ing. Cesare
Rovelli Ing. Cav. Aldo
Chinelli Cav. Uff. Paolo
Fogliani Ing. Gian Luigi
Clerici Ing. Comm. Carlo
Colombo Ing. Cav. Uff. Vitaliano
Bovone Ing. Cav. Uff. Edoardo
Silva Ing. Prof. Giovanni
Ricci Ing. Leandro
Gavioli Leopoldo
Rapizzi Gaetano
Forti Ing. Angelo
Broggi Ing. Cav. Uff. Silvio
Gavazzi Ing. Gr. Uff. Giuseppe
Gasparoni Ing. Cav. Luigi
Turrinelli Ing. Gr. Uff. Gino
Barletta Ing. Silvio
Monti Ing. Carlo
Semenza Ing. Cav. Marco
Osiatinsky Ing. Leone
Scotti Ing. Gr. Uff. Luciano
Jarach Ing. Cav. Aldo
Bellaschi Ing. Pietro
Banfi Ing. Camillo
Bottani Ing. Prof. Ercole
Forzani Ing. Lorenzo Vittorio
Ratti Ing. Comm. Natale
Pattavina Ing. Franco
Sesini Ing. Cav. Enrico
Trotto Ing. Paolo
Usigli Ing. Bruno
Amodei Ing. Salvatore
Falck Ing. Cav. Gr. Cr. Giorgio E.
Goisis Gr. Uff. Lodovico
Comboni Ing. Giuseppe
Palazzoli Comm. Federico
Malerba Ing. Franco Emilio
Crivellari Ing. Gino
**Società Italiana Ernesto Breda
**Ufficio Idrografico del Po
**Società Ceramica Richard Ginori
**Soc. Lombarda per Distrib. Energia Elettrica
**Soc. Italiana Pirelli
**Soc. An. Acciaierie e Ferriere Lombarde Falck

Sezione di NAPOLI

Cangia Ing. Comm. Giuseppe D.
Pistilli Ing. Giuseppe
Brun Ing. Stefano
Eller Vainicher Ing. Cav. Luigi
Melazzo Ing. Prof. Giovanni
Cassitto Ing. Cav. Umberto
Cenzato Ing. Comm. Giuseppe
S. E. Giordani Prof. Francesco

Sezione di PALERMO

Romagnoli Ing. Mauro

Sezione PUGLIESE

Lucifero Ing. Carlo

Sezione di ROMA

Neri Ing. Prof. Filippo
Lombardi Prof. Gr. Uff. Luigi
Allievi Ing. Gr. Uff. Lorenzo
Bordoni Ing. Prof. Ugo
De Felice Ing. Marco Tullio
Frigo Ing. Angelo
Calzolari Ing. Prof. Uff. Giorgio
†*Silva Ing. Comm. Angelo
*Del Buono Ing. Gr. Uff. Ulisse
*Celeri Ing. Gr. Uff. Ferruccio
Fornari Ing. Comm. Lorenzo
**Soc. Industriale « Interamna »
**Ministero della Marina - Direzione Gener. Armi Armamenti Navali

Sezione SARDA

Mohrhoff Ing. Federico
Doneddu Ing. Sebastiano
**Soc. Elettrica Sarda

Sezione di TORINO

*S. E. Vallauri Prof. Ing. Gr. Uff. Giancarlo
*Selmo Ing. Luigi
*Dalla Verde Ing. Prof. Agostino
Treves Ing. Abramo
Ricotti Ing. Paolo
Garavoglia Edoardo
Lutz Ing. Hans Gustavo
Soleri Ing. Prof. Gr. Uff. Elvio
Palestrino Ing. Comm. Carlo
S.A.R. Ferdinando di Savoia Duca di Genova
Morelli Ing. Prof. Comm. Ettore
Lombardi Ing. Paolo
Errera Ing. Comm. Luigi
Zampini Salazar Ing. Cav. Uff. Enrico
Ferraris Ing. Prof. Comm. Lorenzo
**Società Idroelettrica Piemonte
**Società Elettrica Alta Italia
**Società Piemonte Centrale di Elettricità
**Soc. Tel. Interregion. Piemontese e Lombarda
**Soc. An. Ing. V. Tedeschi & C.
**« Ovesticino » An. Distribuzione Energia Elettrica
**Soc. Nazionale Officine di Savigliano
**Azienda Elettr. Municipale di Torino

Sezione di TRENTO

Baumgartner Ing. Oscar
Pippa Ing. Prof. Giuseppe

Sezione di TRIESTE

Rutelli Ing. Giovanni
Catalani Luigi
de Antonellis Ing. Edoardo

Sezione VENETA

Ricci Dott. Ing. Raniero
Musoni Ing. Giovanni
Someda Ing. Prof. Giovanni

* *Ha già versato quattro annualità.*
** *Socio collettivo.*

NB. — I nomi sono elencati secondo l'ordine di arrivo delle adesioni.

PERSONALIA

Come venne già annunciato dalla stampa quotidiana e pubblicato nel Bollettino Ufficiale del 6 dicembre u. s., l'Ing. Prof. **Giuseppe Sartori**, già Presidente Generale dell'A.E.I., Direttore del R. Istituto superiore di ingegneria di Bologna, su proposta di S. E. il Capo del Governo e di S. E. il Ministro delle comunicazioni, è stato nominato Grande Ufficiale della Corona d'Italia.

All'Illustre consocio le più vive e cordiali congratulazioni per il meritato e onorifico riconoscimento.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

11 e *18 Gennaio* - ore 21,15. — Treves Prof. Ing. Scipione: « Misure telefoniche ».

25 Gennaio - ore 21,15. — Romagnoli Mosca Dott. Ing. Giuseppe: « Centrali sotterranee ».

SEZIONE DI TORINO (Piazzetta Madonna degli Angeli, 2)

15 Gennaio - ore 18 (presso la Scuola Elettrotecnica G. Ferraris). — Inizio del corso monografico: « Tubi elettronici e loro applicazioni » che verrà tenuto dal Prof. Dott. Gino Sacerdote.

Prof. Angelo Barbagelata, *Direttore responsabile.* Ind. Graf. It. Stucchi - Milano.

Vol. XXII (XXXIX degli Atti) — 25 Gennaio 1935 - Anno XIII — N. 2

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

AMMINISTRAZIONE: Ufficio Centrale dell'A.E.I.: Via S. Paolo, 10 - Milano (2/2) - Telefoni N. 13-713 - 82-086 - C/C Postale 3/1189 - Milano

SOMMARIO

Il tema della prossima Riunione Annuale.

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche, a cui per legge spetta di approvare i temi dei congressi scientifici organizzati in Italia, ha recentemente comunicato alla Presidenza Generale dell'A.E.I. la sua approvazione al tema scelto per la riunione del 1935 e che riguarda, come è stato annunciato a Gardone, le « misure ».

La vastità dell'argomento e la sua importanza così nel campo scientifico come in quello delle applicazioni è senz'altro evidente. La prossima Riunione promette così di riuscire, come e forse più delle precedenti, una manifestazione veramente pratica ed utile, capace di notevoli ripercussioni tecniche e scientifiche, degna della serietà e della autorità della nostra Associazione.

È necessario però che la collaborazione dei Soci sia, come sempre, effettiva e volonterosa. Tutti coloro che sono in grado di portare un contributo tratto dalle proprie ricerche e dalla propria esperienza professionale devono sentire l'impegno morale di comunicare i risultati del proprio lavoro alla grande famiglia dei consoci dell'A.E.I. acciocchè dalla reciproca buona volontà venga il massimo frutto e il massimo vantaggio pel progresso della tecnica.

La Presidenza, che ha già assicurato alla Riunione numerose importanti Memorie, attende dai Colleghi che sono in grado di farlo, l'annuncio dei temi, specialmente di carattere particolare o riguardanti ricerche o studi originali, che intendono trattare.

L'attività e l'autorità del Comitato Elettrotecnico Italiano.

Durante la riunione di Gardone, in Consiglio Generale e nell'Assemblea dei Soci si è più volte parlato di un recente perfezionamento dei rapporti fra il Consiglio Nazionale delle Ricerche — che è il supremo organo tecnico dello Stato — la nostra A.E.I. ed il Comitato Elettrotecnico italiano. Siamo lieti di poter pubblicare oggi il testo completo della convenzione che precisa tali rapporti, recentemente e definitivamente approvata dal Direttorio del C.N.R. Nel darne notizia alla Presidenza dei due Enti, il Presidente della 1ª Sezione del C.N.R. Conte Cozza esprime l'augurio, al quale cordialmente ci associamo, che si rinsaldino sempre più « i già forti vincoli di cordiale colleganza che uniscono i tre Enti ».

Questo nuovo riconoscimento dell'autorità del C.E.I. da parte del C.N.R., il quale allo stesso C.E.I. aveva già deferito l'incarico di predisporre le Norme interessanti l'elettrotecnica (vedasi *L'Elettrotecnica* 5 sett. 1934, pag. 583), riconoscimento che si aggiunge a quello altrettanto recente ed autorevole da parte del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici, costituisce il più ambito dei compensi per tutti i colleghi che ai lavori del Comitato danno la loro opera autorevole e disinteressata con una attività che ormai non conosce più soste. Sono appena passati i tre mesi di pubblico esame degli schemi di Norme per gli isolatori di vetro, di porcellana e per i conduttori di rame non isolati; è prossimo al suo termine l'analogo periodo per l'esame delle nuove Norme per gli impianti negli edifici monumentali, nei cantieri e nelle lavorazioni agricole, e già oggi altri due schemi vengono pubblicati (in allegato al presente fascicolo). È questa volta il Sottocomitato per il materiale di trazione che sottopone ai colleghi ed al pubblico due nuovi importanti capitoli di norme riguardanti le linee aeree di contatto ed i raddrizzatori a vapore di mercurio. Ci auguriamo che moltissimi colleghi vogliano prendere in attento esame i due schemi e ripetiamo ancora una volta che i membri del C.E.I. sono tanto più lieti quanto più grande è il numero delle osservazioni, costituendo esse la prova tangibile dell'interesse suscitato dai loro lavori.

Acustica ed elettrotecnica.

Durante gli ultimi anni l'acustica ha subito un'importantissima evoluzione. Non vogliamo qui porre in particolare rilievo i progressi che tale branca della fisica è venuta man mano segnando, al pari — si può dire — di tutte le altre branche sorelle. Sibbene ci appare, in questa sede, degno di particolare rilievo il carattere dell'evoluzione stessa. La quale si è effettuata non tanto nelle teorie fondamentali quanto nell'applicazione, ai problemi propri dell'acustica, di metodi ed apparecchi presi da altre discipline; e la messe è stata larga ed abbondante nel campo dell'elettrotecnica.

Mentre le teorie fondamentali dei fenomeni sonori sono rimaste quelle classiche, ed opere scritte da oltre un cinquantennio — quale la « Theory of Sound » di Lord Rayleigh — fanno tuttora testo come rigorose presentazioni delle basi teoriche, molte nuove conoscenze si sono affiancate ad esse, integrando il quadro dell'acustica in un tutto più vasto. In questo quadro gli elettrotecnici trovano non poche parti di loro competenza e l'« elettroacustica » in sè, con le estesissime applicazioni tecniche, è scienza che li interessa direttamente. A queste applicazioni poi, come

bene si può rilevare dalla conferenza del Prof. BERNINI sui metodi e dispositivi per misure di energia sonora, lo studioso di acustica fa ricorso assai di frequente: non soltanto per le indagini sulle trasformazioni di energia sonora in elettrica e viceversa, ma anche per misure prettamente acustiche, per le quali il tramite delle dette trasformazioni riesce fecondo di molti vantaggi.

Confidiamo che i lettori troveranno interessanti, nel lavoro che pubblichiamo, lo sguardo d'insieme ai metodi di misura e la rapida rassegna delle grandezze acustiche, materia pur non ancora completamente definita in modo esauriente con norme e convenzioni che siano accettate dalla generalità degli studiosi.

Sistemi di unità.

La questione delle unità di misura elettromagnetiche e della scelta del « sistema » più conveniente, che tanto interesse aveva acceso due anni fa in seno ad alcune sezioni della A.E.I., poteva forse sembrare assopita ai nostri lettori che, salvo i due recenti scritti del Prof. GIORGI (pag. 765 e 854 del 1934) non avevano più visto su queste colonne alcun articolo sull'argomento.

In realtà le discussioni amichevoli in prò o contro l'uno o l'altra unità, l'uno o l'altro « sistema » continuarono in seno al competente Sotto-Comitato del C. E. I. in occasione di alcune domande poste dal Comitato Internazionale e sboccarono nelle deliberazioni che figurano nel verbale della seduta plenaria del C. E. I. tenuta a Milano il 22 aprile 1934-XII e pubblicate nel numero 18 del nostro giornale (pag. 420).

L'argomento è ora in discussione in sede internazionale, ed il « memorandum » del Prof. Giorgi pubblicato nel N. 36 del 1934 (pag. 854) è stato scritto, come abbiamo allora riferito, appunto per illustrare il Suo sistema ai membri del Comitato Internazionale.

Mentre stanno maturando le decisioni internazionali riuscirà gradito a molti lettori l'articolo dell'Ing. VAGLIANI che presentiamo in questo numero.

L'Ing. Vagliani si è proposto di esaminare e discutere dettagliatamente i canoni che devono essere tenuti presenti nel fissare un « sistema coordinato di unità di misura ». Egli mette giustamente in evidenza come molte delle confusioni in materia di unità, dipendano dal non aver precisato alcune idee fondamentali e dal non avere stabilito una corretta nomenclatura. Egli propone ad esempio di distinguere le grandezze fondamentali di una particolare disciplina dalle « grandezze base » atte a fornire le unità « base » del sistema di unità che si vuol usare.

L'Ing. Vagliani riassume poi il grande caos che esiste attualmente in fatto di unità, caos che a noi pare esistere più in sede di discussione e di proposte teoriche, che in pratica, poichè molti elettrotecnici, e specialmente i costruttori, senza aspettare sanzioni internazionali, usano soltanto, più o meno consapevolmente, pressochè in modo completo il sistema « Giorgi ».

L'Ing. Vagliani alla fine del suo scritto mette in evidenza come il sistema che più di tutti gode le prerogative per diventare il sistema unico di unità da Lui preconizzato sia quello « Giorgi » e noi non possiamo che formulare l'augurio che presto tale decisione possa venir presa internazionalmente.

Trasformatori per circuiti anormali.

Il problema della conversione di correnti mediante tratti di circuito anomalo è ormai fondamentale per l'elettrotecnica. I trasformatori che alimentano convertitori di questo tipo funzionano in condizioni particolarissime, risultando i singoli avvolgimenti caricati solo in una frazione del periodo della tensione alimentatrice.

L'interessante studio dell'ing. DI PIERI, che pubblichiamo in questo numero, analizza queste condizioni particolari di funzionamento in un caso in cui esse appaiono molto evidenti, cioè per un trasformatore monofase caricato su una semionda. L'interpretazione che il Di Pieri dà dei fenomeni che si presentano, potrà essere utilmente impiegata anche per uno studio approfondito dei trasformatori polifasi che alimentano raddrizzatori.

LA REDAZIONE.

METODI E DISPOSITIVI PER MISURE DI ENERGIA SONORA

A. C. BERNINI

(AEI) *Conferenza tenuta la sera del 16 aprile 1934 presso la Sezione di Genova*

Allo scopo di contribuire alla divulgazione degli studi di acustica applicata, l'Autore, dopo alcune premesse sulle grandezze acustiche più importanti, riferisce sui vari metodi e dispositivi più usati per misure di Intensità energetica sonora, facendo cenno particolare dell'Elettrofonometro, che lo stesso ha concretato e da qualche tempo ha in uso per misure varie nel campo dell'acustica applicata e fisiologica.

I.

E' da poco che i problemi di acustica applicata, per lungo tempo trascurati presso di noi, o più precisamente oggetto di ricerca soltanto da parte di qualche isolato, hanno cominciato a destare anche in Italia un interesse quasi generale.

Non sarebbe difficile rendersi conto del passato disinteresse: ma sarebbe cosa forse poco simpatica, e certamente inutile. Più opportuno può tornare un accenno a qualcuna delle cause, che possono avere consigliato e determinato il presente indirizzo.

a) Escono all'estero, da tempo, a getto continuo non solo opuscoli, ma trattati di acustica di grande mole, dove si trova riassunto un complesso di lavori teorici e sperimentali grandioso. Ma nonostante tutto il materiale raccolto, a cui hanno legato il loro nome tanti fisici e tecnici stranieri, si intravvede che molto e molto ancora vi può essere da fare utilmente e da raccogliere.

b) Da qualche tempo da noi va generalizzandosi rapidamente perfino nelle campagne il telefono, e va acquistando diffusione con crescendo sempre maggiore l'uso della radio. Ora per tutto quanto riguarda i materiali ed istrumenti, sia per gli impianti telefonici, sia per la trasmissione della voce e della musica a mezzo di onde elettromagnetiche, le statistiche hanno segnalato che qui, dove taluno ritiene che abbia avuto col Meucci culla il telefono, e dove per merito del Marconi, come è universalmente riconosciuto, si concretò la prima applicazione delle onde elettromagnetiche, si è tributari della industria straniera per una percentuale addirittura altissima.

d) La grande guerra, durante la quale chi la fece ebbe occasione di capire come l'acustica potesse in molte circostanze venire utilmente sfruttata, aveva colto noi pure su questo campo del tutto impreparati. Dopo la guerra sorse qualche voce a far presente la opportunità di favorire anche le ricerche di acustica applicata per i grandi vantaggi che se ne potevano ricavare sia per la offesa che per la difesa, ma non si ebbe che lo sforzo di qualche isolato. Finalmente una voce si è levata forte a proclamare che tutti i problemi riguardanti la difesa della Nazione devono esser posti al primo piano. Ed ecco quindi la opportunità che si fa sentire dovunque di prendere a cuore anche quelle questioni di carattere tecnico militare, che dalle applicazioni della acustica possono attendere soddisfacente soluzione.

e) Si nota da qualche tempo in Italia una grande importazione di materiali cosidetti antifonici. Ditte straniere costruttrici di tali materiali (un testo inglese recente ne segnala ben 300) battono, per dirla con frase commerciale, le nostre piazze, presentandosi ad enti, a tecnici, a costruttori, con cataloghi e relazioni sui loro prodotti. Detti materiali finiscono coll'interessare per le loro caratteristiche, e col lasciare il convincimento che la cosidetta lotta contro i rumori, ingaggiata con grandi mezzi nelle maggiori città estere e sostenuta da autorità nel campo della medicina e del lavoro, possa venire affrontata con probabilità di successo.

f) Infine per la formazione di una coscienza generale circa la opportunità di sfruttare il progresso e le applicazioni della acustica, oltre ai Corsi che si tengono presso qualcuno dei nostri Istituti superiori, contribuiscono anche gli articoli che ogni tanto compaiono, sia sui giornali quotidiani per quanto riguarda ad es. la correzione acustica degli ambienti e la lotta contro i rumori, sia sulle Riviste militari e tecniche per quanto può riguardare ad es. gli scandagli acustici subacquei, la ascoltazione notturna dei velivoli e la loro individuazione, il cosidetto tiro di artiglierie al suono, ecc.

E servono talvolta le conferenze e le comunicazioni, che su argomenti di acustica si tengono sempre più frequenti anche presso le Sezioni della nostra Associazione, dove già sono moltissimi coloro che mostrano desiderio di aggiornamento in questi campi. Ed io qui mi

lusingo di potere contribuire modestamente al conseguimento di questo fine. Un abbozzo dei metodi di misura di Intensità sonora, illustrato col funzionamento di qualcuno dei dispositivi più recenti concretati allo scopo, mi è parso il miglior modo di andare incontro a chi, forse alquanto digiuno, senta interesse di occuparsi di acustica applicata.

II.

Il campo sonoro può avere caratteristiche differenti a seconda di varie circostanze. Posto per semplicità che la sorgente dia una frequenza unica, si deve distinguere il caso in cui essa è all'aperto, o pure in ambiente chiuso. Nel primo caso si ha a fare solo con onde progressive, la cui forma nelle immediate vicinanze della sorgente dipende dalla forma e dal modo di vibrare di questa. Praticamente si possono considerare sferiche poco lontano dalla sorgente e piane a distanza relativamente grande. Piane possono considerarsi anche le onde che si propagano lungo tubi col loro fronte normale alla direzione del moto, cioè normale all'asse del tubo. Nel caso di frequenze elevate e di sorgente costituita da superficie piana e relativamente grande rispetto alla lunghezza d'onda, l'energia sonora può propagarsi anche a fascio, cioè quasi unidirezionalmente, come accade per gli ultra-suoni prodotti dalle vibrazioni di lastre di quarzo piezoelettrico.

Se la sorgente è in ambiente chiuso, allora il campo viene a complicarsi per la sovrapposizione dovuta alle riflessioni: ed il caso più semplice si ha colla formazione delle cosidette onde stazionarie, in cui le due energie, potenziale e cinetica delle molecole, vengono come a separarsi nel mezzo ambiente, condensandosi nei ventri e nei nodi. Ma se l'ambiente è molto ristretto e le pareti hanno alto potere riflettente, allora può aversi il cosidetto campo *diffuso*, in cui cioè la energia sonora può considerarsi come uniformemente distribuita, analogamente a quanto accade della energia luminosa nella sfera di Ulbrich in uso per lo studio del flusso integrale delle sorgenti luminose.

Nel caso del campo costituito da onde progressive, la grandezza che maggiormente interessa è la cosidetta *intensità energetica sonora* J: cioè la energia che ogni secondo attraversa una superficie unitaria, disposta normalmente alla direzione di propagazione delle onde. Si esprime in erg/cm^2 sec, e quindi le sue dimensioni sono ($M\,T^{-1}$). Interessa conoscerla, quindi misurarla in vari punti del campo, sempre che il suo valore sia superiore a quello necessario, perchè il nostro orecchio possa averne una sensazione. Ricordiamo che la J corrispondente alla soglia della udibilità è diversa a seconda della frequenza. E' dell'ordine di 10^{-6} per la frequenza di 100 Hz, di 10^{-8} sui 1500 Hz, ed ancora di 10^{-6} verso 3200 Hz: mentre per le stesse frequenze si consegue una sensazione dolorosa per intensità energetiche dell'ordine di 10^3, 10^5, 10^3 erg/cm^2 sec.

E' chiaro che nel caso di onde piane la intensità energetica si attenua nella direzione del moto solo per effetto dell'assorbimento del mezzo: mentre nel caso di onde sferiche, indipendentemente dallo assorbimento, essa decresce col quadrato della distanza della sorgente.

Se consideriamo invece il campo diffuso, o quello di onde stazionarie, è evidente che attraverso ad una superficie comunque disposta l'energia passa sia per un senso che per l'opposto, e la somma delle energie considerate col loro segno può essere zero, là dove il suono è intensissimo. In tali campi si considera allora la *densità sonora E*, quella grandezza cioè che è misurata dalla energia che si viene a trovare entro ad un cubo di dimensioni unitarie. La densità sonora può interessare però anche nel campo di onde progressive, poichè ad es. per onde piane, resta legata alla J dalla relazione

(1)...... $E = J/c$ dove c è la velocità del suono. Le sue dimensioni sono evidentemente $[M\,L^{-1}\,T^{-2}]$.

Si intravvede facilmente come dalla misura di una di queste due grandezze la maggior parte dei problemi di acustica applicata possa venir risoluta: ed infatti ad esempio:

a) Poniamo di saper misurare la J a varie distanze dalla sorgente posta all'aperto, e per varie direzioni. I risultati sono sufficienti per darci un giudizio circa la forma delle onde e la distribuzione della energia nel campo.

b) Nel caso di onde sferiche, misurata la J ad una distanza R dalla sorgente, basterà moltiplicare per $4\,\pi\,R^2$ per avere la potenza totale della sorgente: e se si conosce la potenza spesa per mantenere la sorgente in eccitazione, si potrà dal rapporto avere il *rendimento acustico*.

c) Data una sorgente di determinata frequenza all'aperto, e trovata una posizione di ascolto alquanto lontana, per cui la sensazione nostra ad orecchio nudo corrisponda alla soglia, basterà poi misurare la J per una posizione più prossima alla sorgente, per calcolare il valore assoluto della J_0 corrispondente alla soglia. Ed allo scopo si applicherà la proporzione inversa tra le J ed i quadrati delle corrispondenti distanze dalla sorgente.

d) E' ovvio che la misura della J consente di determinare il *potere riflettente* di una parete, cioè il rapporto tra la J_r dovuta alle onde riflesse e la J_i delle incidenti sulla parete: ed ancora il *potere trasmittente* o di *trasparenza* della parete, cioè il rapporto tra la J_t alla uscita da una faccia della parete e la J_i incidente sulla faccia opposta. Ed ancora, per la relazione tra l'energia incidente, riflessa, trasmessa ed assorbita dalla parete, si potrà calcolare il *potere assorbente* della parete stessa. Dati tutti questi che tanta importanza presentano oggi, per le questioni riguardanti la difesa dai rumori di ogni genere.

E' però evidente che le misure energetiche di per sè non sempre bastano. Perchè certi problemi vengano risoluti acusticamente, bisognerà tener conto della relazione che fisiologici e fisici hanno ammesso tra la J, cioè la eccitazione, e la corrispondente sensazione S. Si è detto già che la J_0 relativa alla soglia ha valore differente a seconda della frequenza. Ora, partendo dalla soglia, si è convenuto che le sensazioni variano, grosso modo, come il logaritmo delle intensità energetiche eccitatrici. Per stabilire allora i vari gradini della sensazione, o la unità di sensazione, bisognerà fissare la base dei logaritmi. Ed allora si potrà stabilire che ad es. se per una data posizione rispetto ad una sorgente la intensità energetica varia dal valore J_1 al valore J_2, le due sensazioni conseguenti S_1 ed S_2 restano legate alle intensità dalla relazione

$$(2)\ldots\ldots \qquad S_2 - S_1 = K \log \frac{J_2}{J_1}.$$

Se, come d'uso, si pone $K = 10$, a seconda che per base dei logaritmi prendiamo, come è stato proposto, od il numero 2, od il numero e, oppure il 10, le differenze fra le sensazioni (attenuazioni od amplificazioni) vengono espresse in quelle unità, che son dette decimi di phon di Barkausen, oppure decimi di neper, od infine decimi di bell (nuovi phon). Facile passare pertanto da una scala all'altra: ad es. dai deciphon di Barkausen, si passa ai decibel moltiplicando per 0,64.

Senonchè la Fisica non offre alcuna possibilità di fare misure dirette della J o della E. Ed allora si rende necessario procedere alla ricerca di altre grandezze energetiche, misurabili nel campo, il cui legame colla J sia noto. Quali sono queste grandezze?

Sotto il nome di *azioni ponderomotrici* del suono si intendono da tempo quelle azioni di carattere non vibratorio, che producono effetti ponderomotori, come moti di traslazione dei corpi investiti, specie se questi sono tali da non prestarsi ad entrare in vibrazione per effetto delle onde. Tali azioni possono anche registrarsi a mezzo di adatti manometri. Fino dal 1876 Dvorac notò per primo questi fatti, che vennero poi studiati dal Lebedew e dai suoi allievi, e Lord Rayleigh ne fece anche la teoria. Secondo questa la pressione in parola sarebbe direttamente proporzionale alla J: ed ancora tanto più grande quanto meno trascurabili risultano, nelle equazioni che rappresentano analiticamente le onde, i termini di grado superiore al primo. Ora pei suoni comuni, e cioè non puri, il ricorrere alla misura di questa pressione non è risultato conveniente: e ciò, sia perchè entra in giuoco la forma dell'onda, sia perchè il valore di questa grandezza è relativamente piccolo: e, fatta eccezione dei casi in cui si abbia a fare con ultra-suoni prodotti da potenti trasmettitori, i dispositivi concretati per la sua misura diretta non possono sempre rispondere quanto a sensibilità.

Fenomeni di carattere particolare, detti di *reazione*, sono pur noti da tempo sopra corpi posti in un campo sonoro, quando questi corpi abbiano qualcosa che possa entrare in vibrazione per risonanza. Ad es. un comune risonatore, investito da onde di frequenza corrispondente o quasi alla propria, mostra sempre, cioè qualunque possa essere la sua posizione relativa, una sollecitazione in senso opposto alla bocca. Di questi fenomeni si sono occupati molto il Waetzmann ed i suoi allievi, come Meyer, Hippe, Thomas, i quali ne hanno data anche una interpretazione soddisfacente.

Gli stessi fisici si sono anche occupati per interpretare i cosidetti fenomeni di Schellbach, che apparivano curiosi paradossi. Ad es. una sfera pulsante in un dato mezzo, come l'aria o l'acqua, posta nelle vicinanze di un altro corpo, esercita su questo una attrazione, oppure una repulsione, a seconda che il peso specifico del corpo è in media superiore, od inferiore, a quello del mezzo.

Ma nemmeno la esatta conoscenza ed interpretazione di fenomeni come questi, e di altri pure molto interessanti interpretabili colla formazione di vortici nel mezzo, hanno potuto suggerire o fornire

metodi di studio o di misura della intensità energetica sonora nel caso di campi più comuni e dei problemi che maggiormente interessano. Ed allora si sono dovute prendere altre strade, e cercare altre grandezze, la cui misura potesse servire allo scopo. Vediamo quali.

III.

a) La meccanica insegna che la J è esprimibile colla relazione

(3) $$J = 2\pi c \rho f^2 A^2,$$

dove A è la ampiezza delle oscillazioni, c la velocità del suono, ρ la densità del mezzo ed f la frequenza. Il prodotto $c\rho$ è detto anche *resistenza* acustica del mezzo, e nel caso dell'aria è $c\rho = 43$ unità C. G. S. circa. Basterà dunque misurare A per ricavare la J.

b) A seconda che le A si modificano, diventando per esempio più o meno grandi in relazione al luogo od al tempo, diventano di conseguenza più o meno grandi anche i valori delle velocità U delle molecole (massime od efficaci) nel loro oscillare attorno alla posizione di quiete o di equilibrio. E così accade pure delle variazioni di pressione P, che periodicamente si verificano in un senso o nell'altro rispetto al valore della pressione normale. Ora la meccanica ci insegna che queste due grandezze sono legate dalla relazione

(4) $$P/U = c\rho \cos\varphi,$$

(dove φ ha tal valore che $\operatorname{tg}\varphi = \frac{\text{lunghezza d'onda}}{2\pi R}$, essendo R la distanza dalla sorgente) e che si riduce alla

(5) $$P/U = c\rho$$

quando, per essere la posizione che si considera molto lontana dalla sorgente (cioè R molto grande, quindi $\operatorname{tg}\varphi = 0$, ed ancora $\cos\varphi = 1$), le onde diventano praticamente piane. Dalla meccanica poi si ha ancora pel massimo valore di P

(6)...... $$P_{max} = 2\pi c \rho f A.$$

Dividendo questa espressione per $\sqrt{2}$, onde avere il valore efficace di P, poi elevandola al quadrato, si ricava:

(7)...... $$\overline{P}^2 = 4 c^2 \rho^2 f^2 A^2.$$

Cosicchè dividendo la (3) per la (7) si ottiene la

(8)...... $J/\overline{P}^2 = 1/c\rho$, che lega la $\overline{P}$ alla J.

Ed ecco pertanto come dalla P efficace si possa ricavare la J.

c) Se poi elevata al quadrato la (5) si ricava il valore di P^2 e lo si sostituisce nella (8), si ottiene la

(9)...... $J/u^2 = c\rho$, che lega la P alla J.

Si comprende dunque come anche misure della P o della U, se possibili, e diciamo subito che lo sono, potranno fare al nostro caso.

d) Ma ciò non è tutto. Legate alle variazioni di pressione si hanno naturalmente nel mezzo aria variazioni di densità ρ, e variazioni di temperatura T. Trattandosi indubbiamente di trasformazioni adiabatiche, la termodinamica ci offre le due note relazioni

(10) $p\,\rho^{-\gamma}$ = Costante, dove è $\gamma = C_p/C_v$, e

(11) $$\frac{p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}{T} = \text{Costante},$$

che possono servire per dedurre da variazioni di densità o di temperatura le corrispondenti variazioni di pressione.

Ora, mobilitando le risorse di altri campi della fisica, le misure delle variazioni della ρ e della T sono rese possibili; epperciò anche per queste vie si potrà giungere a determinare i rapporti tra le J per le varie condizioni.

La scelta del metodo, vale a dire il procedere alla misura dell'una piuttosto che dell'altra delle grandezze A, U, P, ρ e T, dipenderà evidentemente dalle particolarità del problema che si presenta da risolvere, non che dalle caratteristiche del campo, dalle dimensioni e dalle altre caratteristiche dell'ambiente, dalla precisione che si vuol conseguire, ecc.

Interessante ora sarebbe, per ciascuna delle strade indicate nel nostro abbozzo, poter mostrare in azione i dispositivi che si sono trovati adatti per le varie misure. Ma ci dovremo accontentare di qualche breve accenno: tanto più che, dopo questi metodi, che si possono dire *oggettivi*, perchè il nostro organo dell'udito non entra affatto nel giudizio, dovremo pure far cenno di altri metodi, che son detti *soggettivi*, i quali, nel campo pratico, hanno grande interesse, specie per la semplicità e la facilità del loro impiego.

IV.

a) Misure delle variazioni della densità.

Le basi del metodo col quale, dalla misura delle variazioni della densità si risale alla J sono dovute a Boltzman. Variazioni di densità provocano nel mezzo aria variazioni nel valore dell'indice di rifrazione, che possono venir messe in evidenza con un dispositivo interferenziale. Ecco come Raps (1) ha proceduto per esperimentare nel campo all'interno di un tubo sonoro chiuso T (fig. 1).

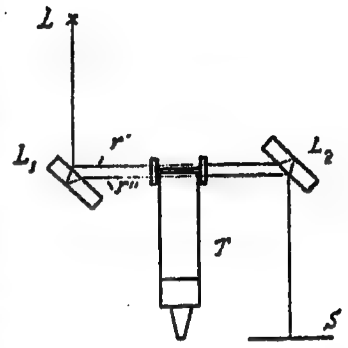


Fig. 1.

Dei due raggi che si vengono a produrre fra le lastre L_1 ed L_2 di un refrattometro interferenziale di Jamin, uno r' viene fatto passare fuori dal tubo, l'altro r'' invece vicinissimo al fondo interno di chiusura, ciò che diventa possibile quando l'ultima porzione del tubo è costituita da sostanza trasparente. La sovrapposizione dei raggi alla uscita della secondo lastra L_2 consente la formazione di frange di interferenza, che possono osservarsi sullo schermo S. Eccitando ora il tubo, nel cui fondo chiuso si forma, com'è noto, un nodo, le variazioni di densità che ne conseguono sono la causa di oscillazioni più o meno ampie delle frange, e queste possono registrarsi a mezzo di film. Si comprende facilmente come poi dai rapporti tra le ampiezze di oscillazioni delle frange si possa risalire ai rapporti tra le pressioni, a mezzo della relazione (10).

b) Misure delle variazioni di temperatura.

I risultati più importanti conseguiti con questo metodo sono quelli di Waetzman e Friese (2). La loro disposizione è particolarmente adatta ad esplorare il campo entro tubi. Un filo di Wollaston, dai 3 ai 5 micron e lungo qualche cm, costituisce uno dei lati di un ponte di Wheatstone, sulla cui diagonale si trova un amplificatore avente la uscita collegata con un oscillografo registratore. Eccitato il tubo sonoro e posto il filo in un nodo, le variazioni di temperatura provocano variazioni di resistenza secondo un rapporto che può venir determinato con taratura. Così dalle ampiezze delle oscillazioni nei grafici si possono determinare i rapporti tra le pressioni nei vari casi.

Il dispositivo può venir usato con successo anche secondo un altro principio, basato sulla possibilità di conoscere la legge secondo la quale il filo a temperatura superiore all'ambiente si raffredda a causa della ventilazione o della agitazione dell'aria ambiente. Disponendo il filo di Wollaston ad es. in un ventre, dopo aver pensato a portarlo a temperatura molto superiore all'ambiente a mezzo di corrente continua costante, le oscillazioni dell'aria provocano nel filo variazioni di temperatura e quindi di resistenza elettrica, che sono registrabili su di un film a mezzo dell'oscillografo. Dalle ampiezze delle oscillazioni registrate per le varie eccitazioni si può, previa taratura, risalire alle velocità delle molecole dell'aria o del mezzo in istudio.

Con opportune avvertenze il metodo può servire anche per lo studio del campo ad onde progressive. In tale caso conviene disporre il filo f alla apertura di un risonatore R (figura 2), accordato col suono che si ascolta. Fu con un dispositivo del genere che già durante la grande guerra il Maggiore inglese Tücher potè registrare da grandi distanze onde di velivoli, e distinguere nei grafici la frequenza dell'elica da quella dei motori.



Fig. 2.

Sarebbe su questa via che taluni pensano che si potrà fare qualche passo avanti, per quanto riguarda la soluzione del problema dell'inseguimento degli aerei di notte.

c) Misure delle ampiezze di oscillazione.

Per misure esatte delle ampiezze A delle oscillazioni delle molecole dell'aria sarebbe necessario poter vedere le molecole stesse, cosa per ora impossibile. Si possono però seguire i movimenti di particelle estremamente leggere sospese nell'aria, es. di licopodio, fortemente illuminate, come hanno fatto Lewis e Farris (4): o goccioline di olio spruzzate da speciali spruzzatori come fece Gehloff (5): o polvere di magnesite, come il Carriere (6), osservando le parti-

celle a mezzo di microscopio in direzione normale al fascio illuminante.

Le misure sono molto laboriose, ed esigono un complesso di avvertenze, di cui qui non è possibile far cenno.

Si può dire analogo, per quanto differentissimo nei dettagli, il metodo applicato dagli americani Voigt, Engel e Masoll (7) col loro geniale dispositivo detto Katodofono: in quanto anche qui la parte mobile, o sensibile, è l'aria, ma però ionizzata (fig. 3). Un filo metallico rivestito di ossidi alcalini terrosi viene arroventato dalla corrente di una batteria *B*. Il rivestimento di ossidi *O*, mentre per la sua incandescenza è la causa di forte ionizzazione dell'aria circostante, viene a fungere da catodo nel circuito di una batteria ad alta tensione *B'*, in cui è inserito una conveniente resistenza *R*, mentre l'anodo è rappresentato da un ugello, in cui finisce il tubo *T* raccoglitore delle onde sonore.

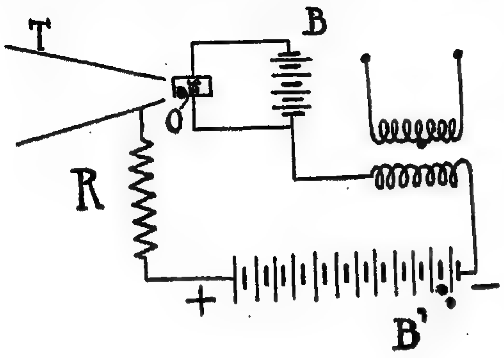


Fig. 3.

La corrente della batteria *B'* è così chiusa attraverso allo strato d'aria ionizzata: e siccome questa offre una resistenza variabile colla agitazione, si ha che, quando il tubo raccoglie onde sonore, si producono variazioni nella corrente, che, amplificate, possono registrarsi con uno dei noti procedimenti. Dai rapporti delle ampiezze delle oscillazioni della corrente si può poi risalire ai rapporti delle *J*.

Prendo qui l'occasione per avvertire che tutti i dispositivi, che come questo non reagiscono soltanto all'energia del campo sonoro, ma sfruttano la energia ausiliaria di altra sorgente in generale elettrica, la quale viene come ad essere modulata dalle variazioni delle grandezze energetiche del campo sonoro, vengono detti ricevitori *relais*.

d) Misure della U.

Il dispositivo più semplice per la misura della *U* è il cosidetto disco di Lord Rayleigh (8). Si tratta infatti di un semplice disco leggero, del diametro di circa 4-6 cm, sospeso a un filo, es. di quarzo, così che resti verticale ed a circa 45 gradi rispetto alla direzione della propagazione delle onde. A difenderlo dalle perturbazioni dell'aria può servire un tubo coll'asse diretto verso la sorgente sonora. Il disco, investito dal suono, tende a ruotare attorno all'asse di sospensione e cioè a disporsi perpendicolarmente alla direzione delle onde; ed è a ciò sollecitato da una coppia, il cui valore è proporzionale alla velocità delle molecole. Il fenomeno, osservato la prima volta da Lord Rayleigh, fu poi interpretato dal Koenig (9) la cui teoria però oggi è molto discussa.

Per l'uso conviene mantenere il disco sempre a 45 gradi rispetto alla direzione delle onde, ed allo scopo si può rendere girevole il supporto di attacco del filo di sospensione, e poi leggere l'angolo che si è dovuto dare rispetto alla posizione primitiva. Posto che sia stato determinato una volta tanto il momento torcente *M* del sistema, la relazione da applicarsi, secondo il Koenig, sarebbe la seguente:

$$U^2 = 3/2 \, \frac{M}{\rho R^3}, \tag{12}$$

dove ρ è la densità del mezzo ed *R* il raggio del disco. Il metodo ha il vantaggio di lasciar ricavare la *U* indipendentemente dalla frequenza, sempre che il rapporto tra la lunghezza d'onda ed *R* rimanga entro certi limiti. Il Watson lo ha usato nelle sue classiche misure del potere riflettente ed assorbente dei materiali da costruzione (10). Il Grimsel lo ha reso molto sensibile (11) disponendo il disco alla apertura di un risonatore *R* di noto fattore di moltiplicazione, accordato col suono in esame (fig. 4), e lo ha così applicato nella spettrofonometria.

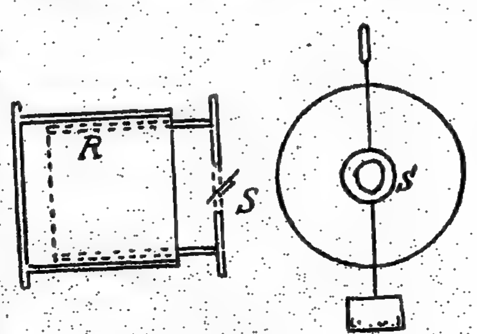


Fig. 4.

e) Misure della pressione.

Un altro metodo assai semplice fu concretato dal Wien (12) per la misura della *P*. Un risonatore *R* (fig. 5) accordabile col suono in istudio, è chiuso nel suo fondo con una membrana di barometro aneroide *M*, munita di specchietto *S* ed anch'essa accordata col suono in esame. Un raggio di luce riflesso dallo specchietto, ed intercettato da un diaframma a sufficiente distanza, consente l'esame della ampiezza delle oscillazioni. E, posto che la membrana sia stata studiata così da conoscere il valore della pressione in corrispondenza delle diverse ampiezze, si può da queste dedurre i valori delle pressioni sonore.

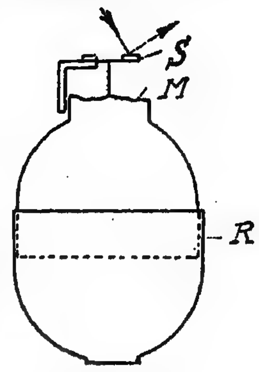


Fig. 5.

V.

a) Molto sfruttati sono notoriamente anche i cosidetti microfoni, funzionanti tutti da ricevitori *relais*, qualunque sia la loro specie. Ora qui saranno opportune alcune considerazioni, che ci guideranno ad intendere quale sia la grandezza del campo che noi veniamo a misurare, a seconda delle caratteristiche del tipo di ricevitore in uso nella ricerca.

Qualunque ricevitore di suono, sia esso a relais, o pure no, ha un qualcosa di mobile, che può venir eccitato, o dalle variazioni di pressione, o dallo spostamento delle molecole del mezzo. E ciò in dipendenza delle particolarità di questa parte mobile rispetto alle condizioni fisiche del mezzo.

Hannemann ed Hecht per chiarire tali questioni hanno utilmente introdotta una nuova grandezza acustica, detta *durezza* Δ, esprimibile col rapporto tra la ampiezza della oscillazione della pressione e la ampiezza del movimento *P/A*. Nel caso ad es. dell'aria, tale rapporto ha valore assai minore che non per l'acqua, e così si usa dire che la durezza dell'aria è minore che non quella dell'acqua.

A differenza del rapporto tra *P* ed *U* (relazione 10) detto *resistenza acustica*, la *durezza* Δ varia evidentemente colla frequenza. Infatti, dalle relazioni 5) e 6) si può ricavare il valore di *U*, che, sostituito nella (9), conduce per la durezza acustica alla relazione:

$$\Delta = \frac{P}{A} = c \, \rho \, f. \tag{13}$$

Ora il concetto di durezza può estendersi non solo al mezzo che propaga le onde, ma anche alle parti mobili del ricevitore del suono. Posto che ci si riferisca ad es. ad una membrana, se essa chiude l'apertura di un risonatore, come nel dispositivo già descritto del Wien, o la capsula di un microfono comune a carbone, allora l'energia sonora non può agire su di essa che da una parte soltanto e non può trasportarla, perchè fissata rigidamente ai bordi. Orbene in questo caso la membrana presenta una durezza acustica molto maggiore del mezzo aria.

Ma se la membrana fosse pressochè libera, così ad es. come la parte mobile del cosidetto microfono a nastro della Siemens, tale cioè che l'energia sonora possa, girandole attorno, investirla da ambo le faccie, allora, e specie se la lunghezza d'onda del suono è grande rispetto alle sue dimensioni, la sua durezza acustica è relativamente piccola e più prossima a quella del mezzo: e la membrana può seguire il movimento oscillatorio dell'aria.

Orbene nel primo caso in cui si aveva grande durezza la membrana non poteva reagire che alle variazioni della pressione: e perciò dispositivi come quelli del Wien ed analoghi, compresi i microfoni a carbone ed i microfoni elettrostatici od a condensatore, sono detti *ricevitori di pressione*. Nel caso opposto i ricevitori sono detti di *movimento*.

Per decidere circa le funzioni di un ricevitore può talvolta bastare disporlo in un nodo od in un ventre di un campo stazionario, ed osservare per quale delle due posizioni esso reagisce. E poichè la resistenza acustica del ricevitore va riferita a quella del mezzo, così potrà accadere che ad es. un dato ricevitore, che risulta indicatore di pressione nel mezzo aria, apparisca invece indicatore di movimento nel mezzo acqua.

E trattandosi di microfoni è pure in uso un'altra distinzione: quella cioè di microfoni ad *elongazione* e microfoni a *velocità*. Mentre la prima distinzione (a pressione od a movimento) riguardava la relazione tra le grandezze del campo e le conseguenti oscillazioni delle parti mobili, questa seconda vuol specificare invece a quale delle due grandezze del campo, *elongazione* e *velocità*, le variazioni della forza elettromotrice provocate dal microfono si trovano linearmente legate. E per vederne la opportunità basta far notare che nei microfoni ad elongazione uguali ampiezze di oscillazioni della membrana corrispondono sempre ad uguali valori della *P* e quindi della *J*, qualunque sia la frequenza del suono: mentre invece nei microfoni a

velocità, uguali ampiezze di oscillazioni della membrana non corrispondono ad uguali valori della J, se non nel caso di uguale frequenza: e se le frequenze sono differenti, le J risulteranno proporzionali al quadrato delle frequenze.

Ciò posto i microfoni a carbone e quelli a condensatore, od elettrostatici, mentre sono ricevitori a *pressione*, per le ragioni precedentemente dette, sono poi ad *elongazione*, in quanto le ampiezze di oscillazione della f.e.m. sono direttamente proporzionali alle ampiezze della elongazione della membrana. Mentre invece ad es. il microfono elettrodinamico, in quanto il valore della f.e.m. è legato alla velocità con cui la spiralina mobile si sposta, è evidentemente un microfono a *velocità*.

b) Per ultimare l'abbozzo dei metodi oggettivi, mostrerò qui come procedere a confronti della P, e quindi della J, con un microfono a pressione e con una disposizione abbastanza recente, e già impiegata per lo studio della trasparenza acustica di vari materiali presso l'Istituto fisico della nostra Università (v. figura schematica 6).

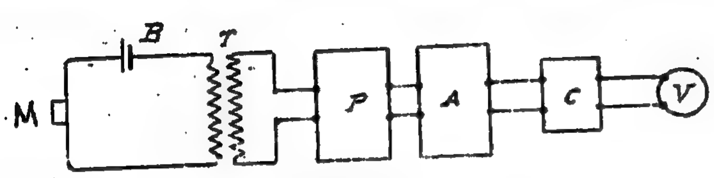


Fig. 6.

Il microfono M è inserito nel circuito di una pila B insieme al primario di un trasformatore T, il cui secondario è collegato ad un potenziometro tarato e regolabile P. L'uscita del potenziometro, attraverso ad un amplificatore a bassa frequenza A, è unita ad un raddrizzatore Cuprox C, e questo finalmente ad un manometro. Teoricamente, alle varie pressioni eccitatrici del microfono dovrebbero corrispondere f.e.m. proporzionali nel mavometro. Ma le condizioni dell'amplificatore non possono essere tali da garantire la costanza del fattore di amplificazione anche per forti variazioni della intensità energetica.

E per questo conviene ricorrere ad un falso zero nel quadrante dell'istrumento di misura e riportarsi sempre a quello per le varie J, modificando opportunamente la posizione del corsoio nel potenziometro P. Con ciò in sostanza si vengono a fare misure per potenziale costante: ed il rapporto delle pressioni P_2 e P_1 conseguenti a due intensità energetiche J_2 ed J_1, lo si deduce, anzichè dal rapporto tra le due corrispondenti f.e.m., dal rapporto inverso R_1/R_2 delle resistenze che si sono dovute inserire nel potenziometro, per poter mantenere nei due casi soddisfatta la condizione della identica f.e.m. all'istrumento indicatore.

Interessanti dettagli vi sarebbero da rilevare negli schemi delle disposizioni analoghe adottate da altri sperimentatori, come Reiher (12), Hofbauer (13), Baron (14) ed altri; ma su questi non mi è purtroppo possibile il soffermarmi.

VI.

a) Ritengo invece qui opportuno far presente che, qualora si esperimenti per determinare la trasparenza acustica di pareti separanti due ambienti A e B, nel qual caso evidentemente si devono fare due misure, l'una col microfono nell'ambiente in cui si trova la sorgente, poniamo A, l'altra col microfono nell'ambiente B, bisogna tener conto del fatto che le pareti dell'ambiente B poco o tanto intervengono ad aumentare la energia incidente sul microfono, e certo tanto più quanto più grande è il loro potere riflettente. Perchè non venga assegnata alla parete da studio una trasparenza acustica più grande del vero, bisognerà intervenire con un termine correttivo, che deve dipendere dalle caratteristiche delle pareti di ricezione B, e che potrà essere aggiunto al secondo membro della nota relazione (2), o pure alle corrispondenti:

$$S_A - S_B = 20 \log_{10} P_A/P_B = 20 \log_{10} U_A/U_B.$$

Detto termine può calcolarsi in varie maniere. Secondo i tecnici tedeschi la relazione esatta in questi casi sarebbe la:

$$(14) \qquad S_A - S_B = 10 \log_{10} J_A/J_B + 10 \log_{10} F/\Sigma\, a' F'$$

dove F è la superficie in m² del tramezzo in istudio e $\Sigma\, a' F'$ la somma dei prodotti dei coefficienti di assorbimento dei vari materiali costituenti le pareti dell'ambiente B per le relative estensioni in m².

b) Con quanto ora detto si ammette evidentemente che, partendo dalla J (o dalla P) corrispondente alla soglia, i vari gradini della sensazione fino a raggiungere la sensazione dolorosa (130 nuovi phon o decibell) richiedano variazioni nella J (o nella P) nell'identico rapporto, qualunque sia la frequenza. Tale ammissione si fa indubbiamente quando, per dare un'idea dei gradini della sensazione in relazione alla J (od alla P), si riporta il così detto termometro di Waterfall proposto in America (fig. 7), senza fare alcuna riserva per quanto riguarda le varie frequenze. Ciò starebbe come a dire che, riportando su di un grafico insieme alla curva corrispondente all'andamento della soglia per le varie frequenze anche le altre curve di uguale sensazione fino alla dolorosa, tutte queste dovrebbero presentare il medesimo andamento, e cioè quello stesso della curva corrispondente alla soglia.

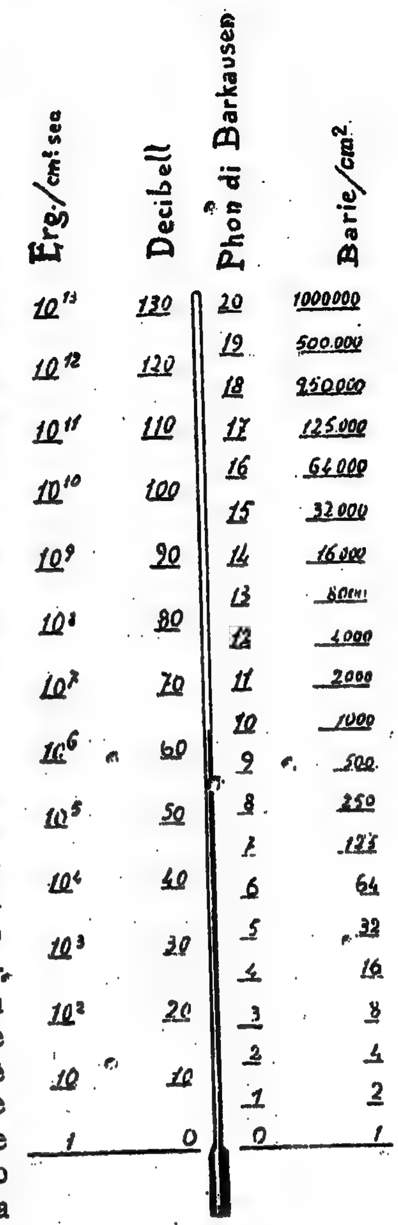


Fig. 7.

Ma le cose non vanno esattamente così: e lo si poteva prevedere fino da quando Fletcher ed altri sperimentatori constatarono che la curva della sensazione dolorosa risultava con la concavità in senso opposto a quella della soglia della udibilità. Le curve di ugual sensazione pare seguano all'incirca gli andamenti di cui alla figura 8, che rappresenta il cosidetto diagramma di Kingsbury (15).

Quivi si può dedurre che, solo nel caso in cui l'area in cui si indaga non sia prossima nè ai due limiti delle frequenze, nè alle due soglie delle intensità, la ipotesi tacitamente ammessa può essere lecita. Ma in caso diverso diventa necessario portare alla relazione (2), caso per caso, ossia a seconda della frequenza, quella correzione che anche col diagramma di Kingsbury è possibile determinare. E così ad es. se si passa per la J dal valore 1 al valore 10^{-5}, fino a che rimaniamo nel campo di frequenze da 700 a 2500 Hz circa si ha una attenuazione che può essere considerata la medesima e cioè di circa 50 nuovi phon: mentre fuori di questi limiti, e ad es. per frequenze di 200 Hz, la attenuazione sale a ben 70 phon circa.

L'inconveniente non è certo grave. Tuttavia per evitare tale computo, che riguarda un fenomeno soggettivo, non sono pochi i tecnici

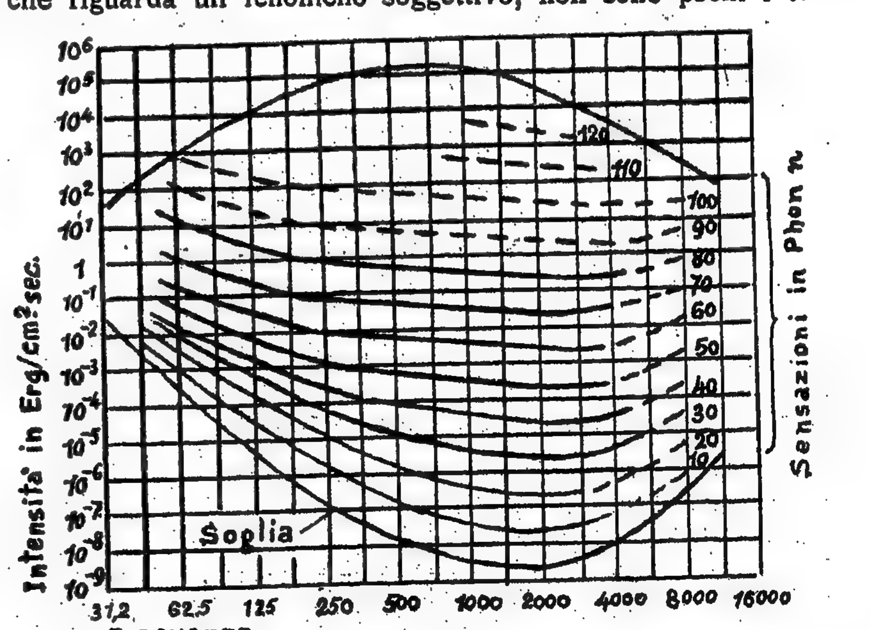


Fig. 8.

che, nel riferire i loro risultati conseguiti nello studio del comportamento acustico dei vari materiali o di varie pareti, non riportano le attenuazioni in phon, ma invece la percentuale della energia trasmessa da una faccia rispetto alla energia incidente sulla faccia opposta, vale a dire il cosidetto coefficiente di trasparenza o di trasmissione. E ciò è in sostanza quanto basta per caratterizzare il comportamento di un materiale, in rapporto agli altri che si possono esaminare per confronto.

VII. — METODI E DISPOSITIVI PER MISURE SOGGETTIVE.

Come si chiamano *fotometri* quei dispositivi che nella tecnica della illuminazione servono a determinare i rapporti tra flussi luminosi sfruttando la proprietà dell'occhio di giudicare quando è che due

sorgenti della stessa natura producono sensazioni visive uguali, così si chiamano *fonometri* quei dispositivi, che possono servire a determinare i rapporti tra intensità energetiche sonore, basandosi sul giudizio di uguale sensazione sonora.

a) Il primo dispositivo pratico, sfruttante la soglia, fu proposto ed usato dal Petzod (16). Ecco in che consiste (fig. 9*a*). Il microfono *M* è inserito nel circuito di una batteria insieme ad una resistenza regolabile *R*. In derivazione è posto il telefono *T*. Le onde sonore

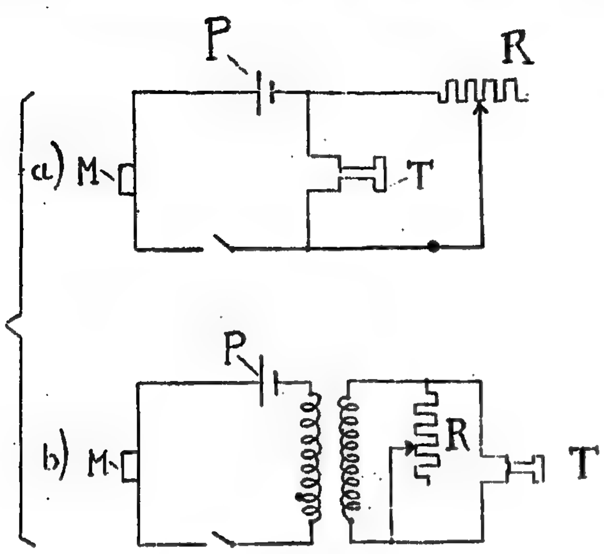


Fig. 9.

che giungono al microfono provocano una corrente oscillatoria e quindi delle oscillazioni nella membrana telefonica, con ampiezze che, fino ad un certo limite, sono proporzionali alla causa. Ma la inserzione in parallelo della resistenza *R* porta ad una sottrazione della corrente eccitatrice del telefono; ed è possibile, diminuendo gradatamente la *R*, ridurre la sensazione al telefono fino a raggiungere la soglia della udibilità.

Ora la resistenza da inserire in derivazione per conseguire questa condizione è diversa, a seconda della *J* che investe il telefono, e ad ogni valore di questa corrisponde un determinato valore di *R*.

Secondo Petzold, indicando con *R* la resistenza propria del telefono e con R_1 ed R_2 le due resistenze da derivare in corrispondenza a due intensità energetiche J_1 ed J_2, la relazione da applicare pel calcolo sarebbe:

$$\frac{J_1}{J_2} = \frac{1 + R_t/R_1}{1 + R_t/R_2}. \tag{15}$$

Io ho provato il sistema, ed ho trovato più adatto separare il circuito pila-microfono da quello del telefono e della resistenza regolabile, vale a dire disponendo le cose come è indicato nella fig. 9*b*.

In ogni modo però le difficoltà di fissare le condizioni per la soglia lasciano molta incertezza nei risultati.

b) Sopra un principio alquanto differente è basato il cosidetto Misura rumori (Gerauschmesser) di Barkausen (17), che qui mostro.

Una corrente telefonica ad 800 periodi/sec, indotta a mezzo di opportuno circuito primario interrotto con cicalina *C* (fig. 10), può,

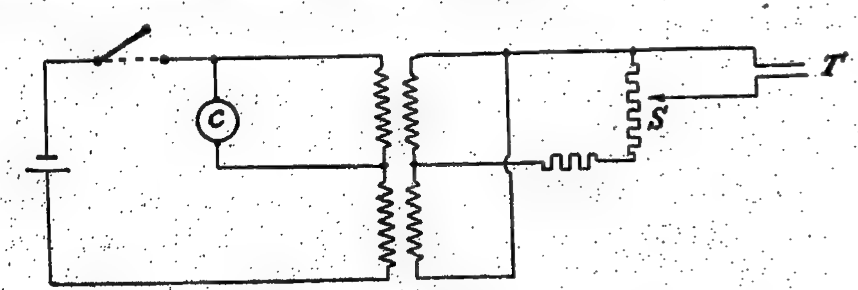


Fig. 10.

a mezzo di potenziometro, venir regolata in maniera che i corrispondenti valori della sensazione che si prova ascoltando al telefono *T* inserito, acquistino valori graduali e definiti in corrispondenza di quei gradini, che abbiamo chiamato phon di Barkausen. Per l'uso del dispositivo basterà che chi ascolta al telefono *T*, ad es. coll'orecchio destro, ascolti col sinistro il suono od il rumore che deve giudicare, e regoli l'apposito contatto strisciante *S* del potenziometro, fino a che la sensazione ai due orecchi apparisca il più possibile uguale. Ciò ottenuto, dalle letture delle resistenze indicate dall'indice unito al contatto strisciante si giudica delle sensazioni. L'istrumento anzi segna coll'indice non le resistenze, ma senz'altro le sensazioni in phon di Barkausen e decimi.

L'apparecchio è descritto e valorizzato specie in tutti i moderni trattati tedeschi. Ma la esperienza mostra che esso non può dare misure attendibili, altro che nel caso in cui il suono da giudicare abbia la medesima frequenza di quello che si ascolta al telefono, e cioè di 800 Hz. Checchè se ne dica, quando questa condizione non è verificata, e specie quando si vuol giudicare di un rumore, i dati che può ricavare un medesimo sperimentatore per le stesse condizioni sono così discordanti tra loro, che anche il farne la media non ha alcun significato. Di questo parere si mostra pure P. Baron nel suo recente articolo comparso nella Revue d'acoustique (14).

c) Elettrofonometro per tutte le frequenze. Fu sperimentando coi dispositivi ora mostrati che qualche tempo fa ebbi modo di convincermi come il metodo soggettivo avrebbe potuto dare risultati soddisfacenti, qualora si fosse concretato un apparecchio, che avesse consentito di operare con potenziometro attenuatore, come appunto quello di Barkausen, ma per tutte le frequenze nei limiti della udibilità.

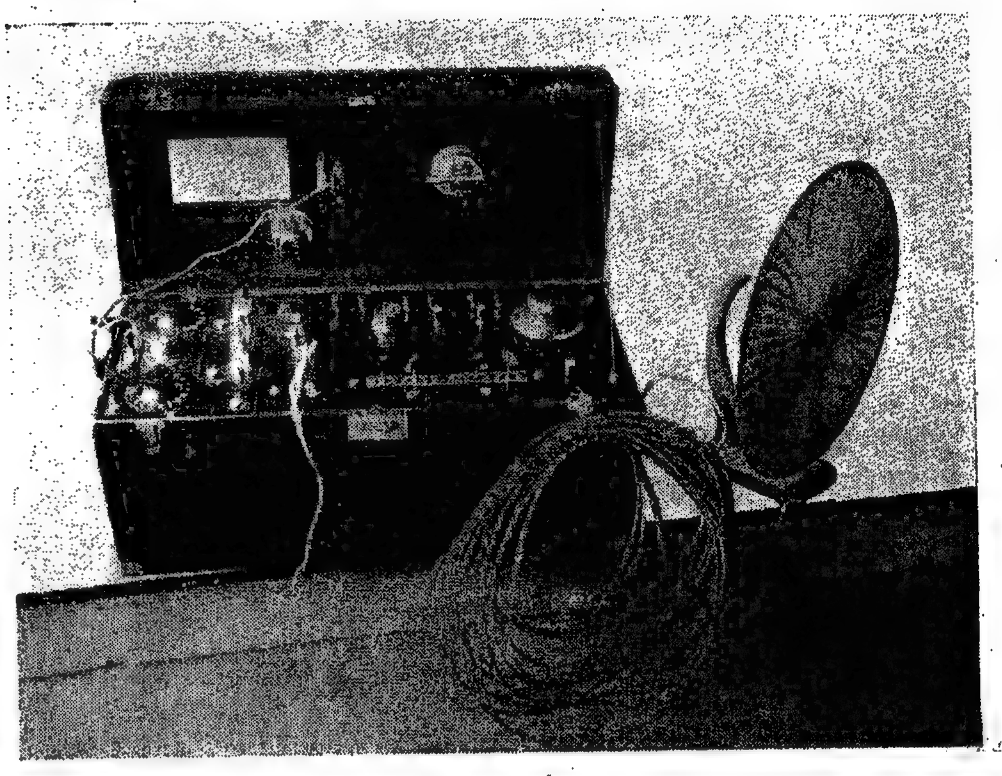


Fig. 11.

Ora l'Elettrofonometro che qui presento (fig. 11), da me costruito e descritto fino dal 1931 (18) soddisfa appunto alle condizioni ora dette: ed adoperato già in varie occasioni ha mostrato di rispondere egregiamente.

Costa di tre circuiti, indicati schematicamente nella fig. 12. Il primo comprende il primario di un trasformatore t' ed una lampada al neon *L*, la cui differenza tra tensione di innesco e di disinnesco è sfruttata per la produzione di pulsazioni di corrente. Il numero di queste pulsazioni è regolabile a mezzo di capacità *C* e resistenza *R* variabili.

Il secondo è un amplificatore a vari stadi, che amplifica la corrente che esce dal secondario del trasformatore t' del primo circuito.

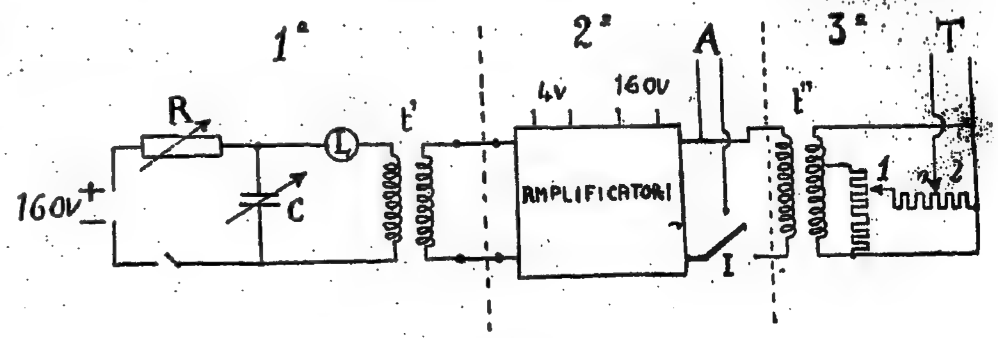


Fig. 12.

Da questo amplificatore la corrente può venir inviata nel primario del trasformatore t'' del terzo circuito, oppure in un alto parlante *A*; od alternativamente in entrambi, a mezzo di invertitore *I*.

Il terzo circuito comprende il trasformatore t'', nel cui secondario è derivato un potenziometro regolabile a contatti striscianti, 1 e 2 ed a resistenze antiinduttive, tarate come nel dispositivo Barkausen: ed inoltre un telefono derivato sul potenziometro.

Le sensazioni, per chi ascolta al telefono con un orecchio, oltre al variare di intensità col modificare la posizione dei contatti, possono variare in frequenza variando la *R* e la *C* del primo circuito. L'operatore quindi, quando esamina una sorgente esterna, può da prima regolare la capacità e la *R* in modo da uguagliare la frequenza, mettendosi così nella condizione ideale, per poter poi, regolando il po-

tenziometro del terzo circuito, uguagliare le sensazioni anche per quanto riguarda la intensità.

Se invece di esaminare una sorgente esterna qualunque, l'operatore esamina il suono prodotto dall'altoparlante, egli trova il telefono già regolato quanto a frequenza. Ed allora, alternando i due suoni, all'altoparlante ed al telefono a mezzo dell'invertitore I, potrà, spostando i contatti striscianti, consentire l'uguagliamento in intensità, ed in maniera molto più precisa di quanto non potrebbe fare, qualora i due orecchi fossero eccitati contemporaneamente.

Nei recenti modelli le letture invece che in phon di Barkausen si fanno in nuovi phon.

Si comprende che dalla differenza tra due senzazioni $S_1 - S_2$ ricavate dall'istrumento per una data frequenza, si può risalire al rapporto I_1/I_2 delle corrispondenti intensità energetiche, applicando la relazione (2). D'altra parte dal valore S ricavato per una data sensazione si può passare al valore assoluto della J corrispondente: infatti, essendo:

$$S = 10 \log_{10} J/J_0, \tag{16}$$

dove J_0 corrisponde alla soglia, basterà introdurre nella (16) il valore di J_0 indicato nel diagramma di Fletcker o di Kingsbury per quella frequenza e risolvere rispetto ad J.

Inoltre, quando la frequenza cade fuori dei limiti di 700 e 3000 hertz circa, si potranno portare le correzioni servendosi dei grafici di Kingsbury, come si è già detto pel caso di misure con metodi oggettivi. Oppure, indipendentemente da ciò, si potranno esprimere i dati relativi alle misure col rapporto semplice delle intensità energetiche.

Noto che il dispositivo serve egregiamente anche per misure di acuità uditiva. A tale scopo basta far ripetere all'operatore delle serie di 10-15 battute per le medesime condizioni, ed esaminare la media degli scarti. Con questo procedimento è evidente che ogni operatore è in grado di stabilire, quale è l'approssimazione che viene a conseguire colle sue misure.

Dopo questo abbozzo dei più noti metodi e dispositivi, tornerebbe utile l'intrattenersi sulla precisione che si può conseguire nelle misure, ed in particolare sul confronto tra le misure con metodo oggettivo e soggettivo. Ma ciò potrà essere trattato in dettaglio e discusso in altra occasione. Osserverò qui soltanto che in un campo di ricerche non certo ristretto, come nello studio della trasparenza acustica, del potere assorbente e riflettente di materiali vari, nel confronto di intensità sonore di sorgenti, nello studio del rendimento di trombe per ricezione o trasmissione di suoni, i risultati di numerose esperienze da me eseguite colle due disposizioni di cui alle figure 6 e 12, vale a dire dunque con metodo oggettivo e soggettivo, per le identiche condizioni, si sono mostrati concordanti, quanto si può pretendere in misure del genere: e tali da non consentire, sotto il punto di vista della precisione, preferenza per alcuno dei due metodi.

E' però vero che un metodo oggettivo può venir sempre più perfezionato, e portato a dare indicazioni assai più precise che non sia possibile con dispositivi sfruttanti l'orecchio, la cui sensibilità alle variazioni di intensità energetica, come abbiamo sopra veduto, è relativamente poca. Ma è pur vero che almeno in una grandissima parte dei problemi di acustica applicata non può avere importanza e quasi non ha significato una precisione, che vada al di là di quel limite, che l'orecchio umano normale è in grado di percepire, o giudicare.

BIBLIOGRAFIA

1) A. Raps: *Vied. Ann.*, Bd. 50, 1893.
2) Waetzman und Friese: *Zeits. f. Phys.*, Bd. 34, 1925.
3) W. Tücher e E. Paris: *Phil. Trans.*, Bd. 221, 1921.
4) E. P. Lewis e L. P. Farris: *Phys. Rev.*, 6, 491, 1915.
5) K. Gehloff: *Zeits. f. Phys.*, 3, 330.
6) Z. Carrière: *Journ. d. Phis.*, 1929.
7) Voigt, Engel, Massoll: Brevetti germanici 350500, 351955, 366266.
8) Lord Rayleig: *Phil. Mag.*, Bd. 14, 1882.
9) W. Koenig: *Wied. Ann.*, Bd. 43, 1891.
10) E. Grimsehl: *Wied Ann.*, Bd. 34, 1888.
11) M. Wien: *Wied. Ann.*, Bd. 36, 1889.
12) H. Reiher: *Beihefte z. Gesundheits-Ingenieur*, Heft 11, 1932.
13) G. Hofbauer e Benz: *Sonderabdruch d. Zeitsc. d. Oest. Ing. u. Arch. Vereines*, marz, 1934.
14) P. Baron: *Revue d'acoustique*, vol. 11, pag. 116, 1933.
15) A. Kingsbury: *Phys. Rev.*, Bd. 29, 1927.
16) E. Petzold: Elementare Raum- Akustik - Bauwelt, Verlag, Berlin, 1927.
17) Barkausen: *Zeits. f. techn. Phys.*, n. 12, 1926.
18) A. Bernini: *Nuovo Cimento*, 9, 1931; *Arch. It. di Fisiologia*, 1, 1933.

SUI SISTEMI DI UNITÀ

G. VAGLIANI

In ciò che segue vengono esposte alcune considerazioni dirette a riallacciare i problemi delle unità di misura e dei sistemi di unità ai principii fondamentali della fisica. Da questi principii fondamentali si deducono le richieste principali alle quali deve rispondere la scelta delle unità e dei sistemi, con speciale riferimento alle unità e ai sistemi elettromagnetici; si esaminano infine i sistemi in uso e si accenna ad alcuni di quelli proposti per vedere se ed in qual modo essi rispondano alle suddette richieste.

1. - La formula fisica.

Si può ritenere che le tendenze attualmente esistenti nei riguardi del « significato » che si deve assegnare alla formula fisica siano due. Secondo alcuni si può interpretare la formula fisica come una « relazione fra grandezze », cioè nella

$$a = f\ (b,\ c, \ldots\ldots)$$

le lettere a, b, c, sono ad indicare veramente le grandezze fisiche e non i loro valori numerici, calcolati in base a determinate unità. Il Wallot (1) chiarisce questa idea con il seguente esempio: « Se noi poniamo $v = s/t$, quale è il significato di tale formula? Essa è una espressione abbreviata delle tre condizioni alle quali deve soddisfare la grandezza v da definire:

1) v deve diventare n volte più grande se il corpo in un dato tempo percorre uno spazio n volte maggiore;

2) v deve diventare n volte più piccola se un dato spazio viene percorso in un tempo n volte maggiore;

3) v non deve dipendere in nessun caso da altre grandezze definite da altre equazioni.

E' chiaro che queste tre condizioni della grandezza v definita seguono necessariamente dalla precedente equazione di definizione: facendo per esempio $t = t_0$, $s = n\ s_0$, si deduce necessariamente $v = n\ s_0/t_0$, e così via ».

Per altri la formula non è che la conseguenza diretta della possibilità di misurare. « Il risultato della misura intrapresa, dice lo Chwolson (2), è un numero che indica quante volte l'unità scelta è contenuta nella grandezza da misurare. Questo numero si chiama valore numerico della grandezza fisica misurata. Quando si deve cercare o esprimere la legge di dipendenza che lega vari fenomeni, si sostituisce ordinariamente il metodo algebrico al metodo aritmetico, rappresentando con delle lettere il valore numerico di una grandezza. Ma bisogna sempre ricordarsi che queste lettere non rappresentano le grandezze, ma solamente i loro valori numerici, ottenuti mentalmente misurando queste grandezze in base a determinate unità. Dimenticandolo si può arrivare a risultati inammissibili; dando a tali lettere la denominazione di grandezze, si può dar origine a idee sbagliate; così si dice, la lunghezza l, la quantità di calore q, l'intensità di corrente i; ma l non è la lunghezza, nè q la quantità di calore, nè i l'intensità di corrente; l, q ed i sono semplicemente i numeri che indicano quante unità di lunghezza, di calore e di intensità di corrente sono rispettivamente contenute nella lunghezza, quantità di calore ed intensità di corrente considerata ».

Sembra che questa seconda interpretazione sia l'unica possibile, se si vuole conservare il rigore logico alle trattazioni fisiche. Essa scende direttamente dai principii della teoria delle grandezze come appare dalle considerazioni che seguono. Il concetto fondamentale di grandezza è caratterizzato da un insieme di postulati che, dal punto di vista matematico possono essere enunciati come indicato dall'Enriques (3) e ad esso rimandiamo per uno studio particolareggiato della questione. Qui stabiliremo solo quanto segue:

I. — Il concetto di grandezza (in senso generale) comporta la possibilità di giudicare quando due grandezze appartengono alla stessa classe (sono omogenee).

II. — Il concetto di grandezza (di una determinata classe di grandezze) deve comportare la possibilità di giudicare l'uguaglianza, la disuguaglianza, il maggiore ed il minore.

(1) J. Wallot: Dimensionen, Einheiten, Maßsisteme - Handbuch der Physik di Geiger e Scheel. Vol II, pagg. 2 e 3. - Springer, 1926.

(2) Chwolson: Traité de Physique. Vol. I, 1, pag. 17. - Hermann, 1912.

(3) Enriques: I numeri reali. Questioni riguardanti le matematiche elementari. Vol. I, pag. 327 e seg. - Zanichelli. 1928.

III. — Se fra le grandezze di una determinata classe è possibile definire una grandezza funzione di varie grandezze date, tale che si verifichino le tre proprietà delle somme di numeri (proprietà di dipendenza, proprietà commutativa, proprietà associativa) allora la grandezza così definita si chiama somma delle grandezze date. Per la grandezza di questa classe è allora possibile definire le seguenti operazioni:

Sottrazione fra due grandezze (con eventuale estensione al caso di differenze negative).

Moltiplicazione e divisione per un numero (con eventuale estensione al caso di numeri frazionari, e, ricorrendo al concetto di limite, al caso di numeri irrazionali).

Rapporto fra due grandezze.

IV. — In base a quanto precede, data una classe (A) di grandezze che soddisfi alle condizioni dette, e fissata una grandezza A_1 appartenente ad (A), è sempre possibile far corrispondere ad una grandezza A_n qualsiasi appartenente pure ad (A), un numero n che dicesi *valore numerico* [4]. La grandezza A_1 dicesi *unità di misura*. Viceversa ad un numero m qualsiasi (eventualmente con certe limitazioni) corrisponde nella classe delle grandezze A una certa grandezza A_m. Esisterà inoltre una corrispondenza biunivoca fra numeri e grandezze della classe (A), per cui a $n + m$ corrisponderà $A_n + A_m$, ad m/n corrisponderà $1/n\ A_m$, ad $n \cdot m$ corrisponderà $n \cdot A_m$ oppure $m \cdot A_n$, e viceversa.

Quest'ultimo punto costituisce la base fondamentale sulla quale poggia la possibilità di stabilire relazioni fra grandezze di classe diversa, relazioni che sono quindi sempre indirette e legate alla scelta delle unità di misura. In altre parole, date le classi di grandezze (A), (B), (C)...., scelte le unità $A_1\ B_1\ C_1$, indicati con $A\ B\ C$... i termini generici delle classi, e con $a\ b\ c$... i corrispondenti valori numerici, si potrà enunciare una legge di dipendenza fra le grandezze A, B, C.... scrivendo una formula algebrica fra i numeri $a\ b\ c$... : $a = f\ (b, c....)$. A questa formula si potranno naturalmente applicare tutte le leggi dell'algebra.

Rileviamo che dall'elenco delle operazioni definite nella teoria delle grandezze, sono escluse tutte le operazioni fra grandezze di classi diverse. Quindi nella formula precedente si potrebbero interpretare le lettere come grandezze, solamente dando un significato simbolico al secondo membro (nel suo complesso), ma non è possibile interpretare detta formula come definizione se non stabilendo prima il significato delle operazioni. Rifacendoci all'esempio del Wallot diremo che la $v = s/t$ dove v, s e t indicano le grandezze, sarebbe una definizione di v solo se si stabilisce prima che cosa vuol dire fare il rapporto fra uno spazio ed un tempo in senso generale. Dunque nella formula precedente le lettere rappresentano dei numeri.

Ma allora in che senso si può parlare di formula di definizione di una grandezza? A questo domanda risponde il seguente paragrafo.

2. - Grandezze fondamentali e grandezze derivate.

In ciò che segue dovremo parlare continuamente di grandezze fondamentali e di grandezze derivate. Sarà dunque bene precisare i significati di queste locuzioni e la portata dei concetti corrispondenti.

Il primo requisito cui deve soddisfare una teoria logicamente sistemata dovrebbe essere quello di una netta separazione fra concetti e proposizioni fondamentali (postulati) da una parte, e concetti e proposizioni derivate (concetti definiti e teoremi dimostrati) dall'altra [5]. Il sistema dei postulati, preso nel suo insieme, dovrebbe costituire la definizione implicita dei concetti fondamentali, nel modo stesso come un sistema di equazioni definisce, limitandone il campo di variabilità, le incognite che vi figurano [6].

Dal punto di vista puramente logico la divisione in concetti fondamentali e derivati è arbitraria. Così « .... invece di concepire la differenza tra i postulati e le altre proposizioni, come consistenti nel possesso, da parte dei primi, di qualche speciale carattere che li renda per sè stessi più accettabili, più evidenti, meno discutibili, ecc., i logici matematici vedono nei postulati delle proposizioni come tutte le altre, la cui scelta può essere diversa a seconda degli scopi ai quali la trattazione mira » [7]. Ma, sia questa indipendenza fra fondamenti e deduzioni, che questo rigore logico nella scelta dei fondamenti, non sono realizzabili che parzialmente anche nello stesso campo delle matematiche, perchè troppo stretti ed indeterminati sono i legami esistenti fra gli oggetti della nostra conoscenza. Così per esempio il movimento viene studiato nella cinematica, e sembrerebbe che la geometria dovrebbe potersi rendere indipendente dal concetto di movimento. Così non è; il concetto di eguaglianza geometrica (congruenza) presuppone già il concetto di movimento, e gli sforzi per considerare l'eguaglianza come un *puro rapporto logico* sono rimasti finora vani [8]. Il concetto di eguaglianza avrebbe sempre un significato fisico, e sarebbe inseparabile con un processo di associazione ed astrazione (Tizio = Caio, in quanto uomini; uomo = cane, in quanto animali, ecc.) il quale è lo stesso poi che predomina nella formazione del concetto di classe, di unità numerica, e di numero [9], costituendo in tal modo un collegamento fra geometria ed analisi. « Così, dice l'Enriques [10], la critica delle nozioni fondamentali e lo studio dei rapporti annodantisi fra le più evolute dottrine matematiche, la filosofia e la storia, conducono ugualmente ad una veduta unificatrice, avversa al particolarismo scientifico che pretende classificare entro quadri distinti i varii ordini di concetti costruiti a rappresentare una medesima realtà ».

A maggior ragione ,nel campo della fisica è impossibile una netta separazione fra i varii concetti, e basta un breve esame per scorgere come le idee di movimento, tempo, distanza, forza, massa, ecc., si concatenino e si completino a vicenda, per modo che nessuna di esse potrebbesi considerare completa se non fosse corredata da tutte le nozioni che scendono dalle altre. Del resto nella fisica non solo è impossibile una netta separazione fra concetti, ma questi non sono neanche individuati con una enunciazione sufficiente di postulati, per cui si è costretti a valersi di una quantità di intuizioni più o meno imprecise, le quali rendono impossibile un assestamento strettamente logico. Si pensi per esempio a quale capitale importanza potrebbe avere quel postulato generale assai vago che il Sellerio [11] enuncia nel modo seguente: « Se un fenomeno viene provocato in condizioni da noi giudicate identiche, si assume che il fenomeno si svolga nell'identico modo ». Alla compenetrazione dei concetti corrisponde poi la compenetrazione dei fenomeni alla quale accenna lo stesso autore [12] e tutto ciò fa pensare che probabilmente non si potrà mai ridurre la fisica a uno schema così limpido come quello matematico.

In conclusione oggi, non solo le conoscenze fisiche non sono tutte inquadrate in una unica teoria, ma anche nei singoli campi per i quali ha potuto essere sistemata una trattazione logica, non è possibile scegliere un gruppo di grandezze che rimangano completamente definite dai postulati enunciabili. Le grandezze fondamentali debbono necessariamente essere scelte fra quelle che possono essere intuitivamente stabilite anche senza l'enunciazione dei postulati, e tutta la trattazione rimane quindi strettamente ed indissolubilmente legata alla intuizione. In queste teorie fisiche abbiamo dunque un certo numero di grandezze fondamentali definite intuitivamente, o, come si dice ordinariamente, non definite; ed un certo numero di grandezze derivate definite mediante relazioni con le grandezze fondamentali. Queste si ritengono sufficientemente individuate, cioè postulate con la necessaria chiarezza, *quando è possibile per mezzo delle leggi intuite o postulate stabilire un metodo di misura.*

Per quello che riguarda le grandezze derivate è necessario osservare che quando si riscontra la necessità di introdurre una certa grandezza derivata, vuol dire che il suo concetto esiste già come intuizione, in forma ancora imprecisata. Le definizione non fa che fissare la « *forma* » e rende possibile l'introduzione del concetto nella trattazione logica. Di ogni grandezza derivata si possono avere perciò due rappresentazioni: una intuitiva ed una formale, e queste due rappresentazioni possono anche non corrispondere perfettamente. Nella trattazione logica è necessario attenersi esclusivamente alla seconda, e cioè, quando una determinata grandezza è stata precisata mediante una definizione, è necessario guardarsi dall'assegnare ad essa quelle proprietà che non sono contenute in questa definizione, e che possono essere più o meno palesemente suggerite dalla rappresentazione intuitiva (la quale di solito è più vasta).

La definizione di una grandezza derivata si effettua mediante una formula fisica, del tipo

$$a = f\ (b, c....)$$

---

(4) Molti al posto di valore numerico adoperano anche la parola *misura*: noi useremo questa parola solamente per indicare l'operazione con la quale si individua il valore numerico.

(5) F. Enriques: L'evoluzione delle idee geometriche nel pensiero greco. Questioni riguardanti le matematiche elementari. Vol. 1, pag. 32 e seguenti. - Zanichelli, 1928.

(6) F. Enriques: Per la storia della logica, pag. 197. - Zanichelli, 1922.

(7) Vailati: Scritti, 1906, pag. 690.

(8) A. Guarducci: Della congruenza e del movimento. Questioni riguardanti le matematiche elementari. Vol. I, pag. 113. - Zanichelli, 1928.

(9) F. Enriques: I numeri reali. Questioni riguardanti le matematiche elementari. Vol. I, pag. 243. - Zanichelli, 1928.

(10) Idem, pag. 389.

(11) A. Sellerio: Saggio sull'interpretazione delle misure e delle leggi naturali, pag. 68. - Santi Andò, Palermo, 1924.

(12) Idem, pag. 19.

Per coloro i quali intendono che i simboli a, b, c.... esprimano direttamente le corrispondenti grandezze, questa formula ha un significato immediato secondo quanto detto al par. 1. Per coloro che ritengono essere i simboli b, c, niente altro che le espressioni generiche dei valori numerici delle grandezze considerate, la formula precedente definisce semplicemente un numero a, il quale viene considerato come valore numerico di una grandezza A, *sui generis*, in base ad una grandezza unitaria A_1.

Scartata, per le ragioni già esposte, la possibilità di interpretare i simboli come espressioni dirette delle grandezze, esamineremo un pò attentamente questa seconda interpretazione. Conviene precisare le idee con un esempio: studiando il moto di un punto si prendano in considerazione la lunghezza L della traiettoria, ed il tempo T. Si riscontri sperimentalmente che L dipende solamente da T e risulti anzi L proporzionale a T, per modo che sia possibile scrivere

$$l = v\,t$$

dove v è un numero dipendente dalle unità L_1 e T_1 e dalle caratteristiche del moto. Considerato allora il numero v come valore numerico di una certa grandezza (non definita) V, si prende addirittura tale grandezza come ente caratterizzante il moto e si scrive $v = l/t$ (formula di definizione).

Il processo mentale che permette un passaggio di questo genere, non è ben separabile nei suoi elementi. Certo entra in considerazione la preesistenza di un concetto indefinito, che trova il suo concretamento nella grandezza definenda, come detto più sopra; entrano in considerazione un insieme di intuizioni o di esperienze, o di deduzioni, per modo che è possibile giudicare l'eguaglianza dello svolgersi di due fenomeni anche indipendentemente dai valori delle grandezze fondamentali che entrano in gioco. Così, per continuare nell'esempio precedente, è chiaro che si può assumere il numero v a caratterizzare il moto solo in quanto si è constatato che a due moti uguali corrispondono gli stessi valori di v. Ma come è stata giudicata l'eguaglianza dei moti senza aver prima misurati L e T? Evidentemente è stata giudicata in base ad un complesso di circostanze che non è facile precisare, ma la cui esistenza è il fondamento indispensabile sul quale è basata la assunzione della grandezza V come elemento caratterizzante il moto.

Non sempre del resto i termini del problema rimangono così imprecisi. Prendiamo come esempio l'area. E' questa una grandezza la quale è perfettamente intuita, viene anzi assunta come fondamentale nella teoria della equivalenza. Questa teoria fornisce anche il mezzo di misurare le aree indipendentemente da qualsiasi definizione. Si dimostra poi nella geometria che il valore numerico di un'area, determinato prendendo come unità l'area del quadrato avente per lati l'unità di lunghezza, è uguale al prodotto tra i valori numerici di due lunghezze, o, nel caso generale ad una somma di infiniti prodotti come sopra, esprimibile mediante la formula

$$a = \int x \, dy$$

Orbene, nella fisica si usa considerare questa formula, come definizione dell'area. E' evidente che essa non definisce l'area, ma semplicemente un numero il quale però coincide con il valore numerico dell'area misurata in base ad una determinata unità.

Esistono delle grandezze per le quali l'intuizione gioca una parte più limitata (per esempio la velocità) o limitata al massimo (per esempio, per restare nel campo della meccanica, il momento di secondo ordine), e per queste, il fatto che l'intuizione non fornisce un metodo di misura diretto, e che quindi non ha luogo una dimostrazione di eguaglianza fra il valore numerico della grandezza intuita e il numero definito dalla formula di definizione, può generare il falso concetto che la formula definisca la grandezza. Secondo le idee che noi accettiamo, questo non è vero: le formule di definizione non ci danno che numeri funzioni dei valori numerici delle grandezze fondamentali che sono in gioco nel fenomeno, e noi scegliamo le funzioni in modo che il numero definito rappresenti più o meno perfettamente la grandezza intuita.

Il nome di formula di definizione della grandezza A, che ordinariamente viene usato, sarebbe improprio. In ogni modo, per non staccarci troppo dall'uso comune, conserveremo qui tale modo di dire, cercando però di aver sempre presente il significato della formula, di tener sempre presente cioè che nello svolgimento teorico di una trattazione fisica non viene presa effettivamente in considerazione nè la grandezza derivata A nè la sua unità A_1, ma esclusivamente un numero funzione dei valori numerici delle grandezze fondamentali.

Queste idee, anche se non così esplicitamente affermate, si intravvedono in varie trattazioni; e per esempio il Sellerio [13], parlando della definizione di velocità, dice: « In sostanza quel che noi definiamo esattamente è, non la grandezza velocità (cosa che sarebbe molto difficile) ma il rapporto fra due velocità, e quindi la misura »; e più oltre: « il concetto (di una grandezza) finchè vive in astratto nella nostra mente è del tutto vago e soggetto a meditazione filosofica. Nel momento in cui noi scegliamo il fenomeno che, mettendo la grandezza in corrispondenza con altre note, permette la misura, il concetto stesso acquista un significato preciso. Ed è un significato sul quale non è più possibile (nè ha senso) la speculazione filosofica astratta, perchè esso è già ristretto e preso nell'ingranaggio fisico-matematico. Per esempio il concetto intuitivo di lavoro, quale germoglia anche nelle menti dei fanciulli e delle persone incolte, è vastissimo ed inafferrabile. Per dominarlo ricorriamo alla misura, cioè immaginiamo un processo che lo metta in corrispondenza con la forza e con lo spazio, assumendo

$$\text{lavoro} = \text{forza} \times \text{spostamento}$$

e ne nasce un concetto fisico più ristretto, ma preciso, e perciò di straordinaria fecondità ».

3. - Formule empiriche e formule di definizione.

Alla luce di quanto precede possiamo riprendere il problema della interpretazione della formula fisica. Le grandezze fisiche sono legate da un certo numero di formule: non tutte queste formule sono indipendenti; molte sono ricavabili dalle rimanenti con semplici trasformazioni algebriche. In ogni modo, nel complesso di queste formule, si può considerarne un certo numero come indipendenti. Si chiamano queste col nome di *formule fondamentali*. Le formule fondamentali vengono sovente divise nelle due classi di *formule empiriche* e di *formule di definizione*.

Le formule empiriche sono quelle che, in base ai dati sperimentali, legano i valori numerici di grandezze già conosciute (assunte come fondamentali, o definite) senza introdurre concetti nuovi. Le formule di definizione sono quelle che servono alla introduzione di nuove grandezze. Una tale divisione non può però essere presa in senso assoluto. Tutte le formule fisiche possono essere, in certo qual modo interpretate come empiriche, in quanto esse sono sempre suggerite dall'esperienza: anche le formule di definizione, come abbiamo visto nel paragrafo precedente, non sono arbitrarie, ma debbono avere quella forma che è necessaria per introdurre un concetto già esistente suggerito da un determinato fenomeno. Viceversa, dal punto di vista formale, tutte le formule possono essere considerate come formule di definizione. Infatti se una formula del tipo già più volte considerato lega fra loro i valori numerici a, b, c,... di grandezze già conosciute, la funzione f deve contenere almeno una costante k, dovuta alla scelta delle unità, e quindi si può scrivere:

$$a = k\,f\,(b,\ c,....)$$

e questa formula può essere sempre riguardata come una definizione della grandezza k.

$$k = \frac{a}{f\,(b,\ c,....)}$$

Per esempio la formula dell'attrazione universale è considerata ordinariamente come empirica, e scritta nella forma

$$f = \gamma\,\frac{m_1\ m_2}{r^2}$$

ma può essere assunta come definizione scrivendo

$$\gamma = \frac{f\,r^2}{m_1\ m_2}$$

dove γ è la costante di gravitazione.

L'esempio precedente potrebbe far nascere l'idea di trovare una differenziazione nel fatto che alcune formule definiscono delle *costanti* ed altre delle *variabili*. Tale idea non regge però neanche di fronte alla critica più superficiale. Infatti tutte le grandezze possono essere costanti se restringiamo sufficientemente il campo entro il quale vanno considerate. Sono costanti la permeabilità del vuoto, la densità dell'acqua, l'indice di rifrazione dell'ossigeno. Le costanti non sono le grandezze, ma i valori che esse assumono in certi determinati casi. Il fatto che questi comprendano tutti i casi possibili, come accade per le costanti universali, non può cambiare l'affermazione di cui sopra.

Il carattere arbitrario della classificazione delle formule nelle due classi: empiriche e di definizione, corrisponde anche a un certo arbitrio nell'uso delle formule, ossia nel modo con il quale esse ven-

(13) Op. cit. pag. 15 e 61.

gono inquadrate entro il complesso della teoria. Nel paragrafo seguente vedremo qualche esempio di questo arbitrio. Intanto ci sembra interessante accennare qui ad un caso, il quale sembra particolarmente istruttivo. Ci riferiamo alla seconda legge di Newton ($f = m\,a$). Non c'è dubbio che questa formula veniva inizialmente interpretata come una legge empirica fra grandezze note [14]. Enriquez e Forti dicono [15]: «... per intendere il vero spirito della costruzione newtoniana dobbiamo ammettere che la seconda legge avesse per lui un significato immediato, esprimendo un legame fra tre concetti indipendentemente definiti: forza massa ed accelerazione.... La massa è stata prima esplicitamente definita come quantità di materia,.... l'accelerazione riceve un significato chiaro rispetto a quella geometria del movimento che più tardi Ampère voleva preposta alla Dinamica sotto il nome di Cinematica, perciò occorre soltanto chiedersi quale idea Newton si facesse della forza: ed è chiaro che conformemente allo sviluppo storico, egli doveva accoglierne come primitivo il concetto statico, ritenendola come pressione o tensione ».

Ma poi la fisica, seguendo il criterio di ridurre il numero dei concetti fondamentali postulati al minimo indispensabile, (conformemente a quanto verrà esposto nel seguente paragrafo) accetta come postulato il concetto di forza, e assume la seconda legge di Newton come definizione della massa. La formula che era empirica, diventa formula di definizione. Questa trasformazione della seconda legge di Newton, si riallaccia anche alle considerazioni svolte nel paragrafo precedente relative al concetto intuitivo di una grandezza, alla definizione logica di questa, ed alla maggior larghezza e comprensione del primo. Infatti, è evidente che l'inquadramento della meccanica ottenuto nel modo detto, è stato raggiunto a scapito forse della chiarezza, sicuramente dell'estensione del concetto di massa: «.... ogni tentativo di conferire significato convenzionale ad una legge fisica, riesce sempre a diminuire in qualche modo il significato del legame che essa pone fra concetti aventi origini proprie e fra loro diverse ». [16]

4. — Il numero delle grandezze fondamentali.

Lo schema di una trattazione fisica teorica comprende dunque un certo numero n di grandezze, ed un certo numero m di formule fondamentali che legano fra loro i relativi valori numerici. Il numero delle grandezze fondamentali, cioè di quelle grandezze la cui misura deve essere definita indipendentemente da relazioni con altre grandezze, è evidentemente di $n - m$. Le altre m grandezze possono venire definite, o, ciò che fa lo stesso, misurate ricorrendo alle m formule fondamentali opportunamente disposte in relazione con la scelta fatta delle $n - m$ grandezze fondamentali. Normalmente si fanno seguire le m formule in un certo ordine, per modo che ciascuna di esse introduce una nuova grandezza; è la definizione di questa. Questo modo di procedere semplifica la presentazione della teoria, ma però non mette in evidenza come il problema del numero e della scelta delle grandezze fondamentali sia connesso con l'insieme della teoria, e non sia determinabile che in relazione a tutte le formule e a tutte le grandezze che interessano quel campo. Questo apparirà in modo evidente da ciò che segue:

Ci proponiamo prima di tutto di vedere ciò che avviene nel campo della meccanica. Nella meccanica si ritengono ordinariamente necessarie tre grandezze fondamentali: lunghezza, tempo e forza. Poichè si parla spesso di lunghezza, tempo e massa, è bene chiarire subito che questa terna viene di solito scelta come base dei sistemi di misura, ma non della trattazione teorica. Vedremo al paragrafo 8 le ragioni che consigliano tale scelta, ma intanto, poichè nelle trattazioni ordinarie non è di solito messa in luce questa distinzione, e poichè l'argomento è assai interessante e si ricollega a quanto dovremo dire dopo, vogliamo mostrare le ragioni per le quali la forza, e non la massa, deve essere ritenuta come grandezza fondamentale della meccanica.

La possibilità di considerare la massa come fondamentale dovrebbe avere le sue basi nella interpretazione newtoniana, già accennata al paragrafo precedente. « Per verità, afferma il Colonnetti [17], dicendo che la massa equivale alla quantità di materia, non è che si chiarisca molto il significato fisico del coefficiente m, visto che noi ci troveremmo seriamente imbarazzati se ci si chiedesse di definire la materia. Questa è una delle critiche che sono state fatte più frequentemente alla definizione di Newton, ma, come osserva il Lecornu [18] in un passo che per la sua perspicuità ci piace riportar per intero, noi non sappiamo neppure che cosa siano realmente lo spazio ed il tempo, e ciò non ci impedisce di parlare con tutta sicurezza e tranquillità del volume di un corpo e della durata di un fenomeno. Le vedute di Newton su questo punto sono dunque perfettamente legittime, in questo senso, che la meccanica fa appello alle idee primordiali di spazio, di tempo e di materia, che noi non sappiamo definire in modo assoluto, ma alle quali sappiamo far corrispondere tre quantità suscettibili di misura: la lunghezza, la durata e la massa ».

Per noi invece, dopo avere messo come condizione essenziale per una grandezza da assumere come fondamentale la sua misurabilità *indipendentemente dalle altre grandezze*, la interpretazione di Newton non può essere legittima: mentre per le grandezze lunghezza e durata, i postulati più o meno esplicitamente enunciabili, permettono la misura, per la massa intesa come quantità di materia non si vede quali postulati possano permettere la misura. La misura della massa è possibile solo per una delle vie seguenti:

a) Confrontando staticamente le forze agenti sulle masse per effetto di una massa prefissata (terra) e sapendo che $f_1/f_2 = m_1/m_2$.

b) Confrontando le accelerazioni a parità di forza agente e sapendo che $a_1/a_2 = m_2/m_1$.

c) Valendosi della definizione di massa secondo Mach, della quale tratteremo fra poco.

Come si vede, nessuno di questi metodi risponde al requisito di indipendenza richiesto, e la massa non può quindi figurare nella fisica come concetto fondamentale in luogo della forza.

In queste considerazioni si vede anche affiorare un'altra questione: con la misura (*a*) noi confrontiamo la proprietà dei due corpi di essere attratti da altri corpi (massa gravitazionale); con la misura (*b*) noi confrontiamo la proprietà dei corpi di opporsi ai cambiamenti di moto (massa inerziale). Si potrebbe dire che, se noi volessimo considerare separate queste due proprietà, riscontreremmo sperimentalmente la loro proporzionalità nei limiti dei fenomeni ordinari. Appunto per questo si trova comodo considerare una sola grandezza che esprime le due proprietà e che compare nelle formule $f = \gamma\, m_1\, m_2/r^2$ ed $f = m\,a$; e appunto per questo è possibile la definizione del Mach. In fenomeni che interessano velocità elevatissime le due proprietà possono effettivamente non conservarsi proporzionali, e può quindi risultare necessario dividerle. Anzi la stessa proprietà inerziale può essere ritenuta diversa a seconda della direzione nella quale agisce la forza rispetto alla direzione del moto, per modo che si può parlare di massa trasversale e di massa longitudinale, ecc. Risalta qui con la maggiore evidenza l'indipendenza del concetto di massa da quello di quantità di materia, e la necessità di assumere come grandezza fondamentale la forza e non la massa.

Chiudiamo questa lunga parentesi per ritornare alla questione del numero delle grandezze fondamentali e per dare un esempio interessantissimo del come il numero delle fondamentali sia in relazione con la teoria e con i fenomeni che in essa si vogliono inquadrare. La meccanica, come dicevamo, è fondata sulle tre grandezze: lunghezza, tempo e forza. La massa risulta definita dalla seconda legge di Newton: $m = f/a$. E' evidente che in questa sistemazione la formula dell'attrazione universale ($f = \gamma\, m_1\, m_2/r^2$), deve contenere il coefficiente γ dipendente dalla scelta delle unità; e, secondo quanto detto, la formula precedente può venire considerata come la definizione della grandezza γ. Orbene, poichè di questa grandezza noi conosciamo un unico valore (nei limiti della meccanica ordinaria), si può anche pensare che la sua introduzione costituisca una inutile generalizzazione. Sopprimere γ vuol dire eliminare una delle n grandezze della meccanica e ridurre quindi di una il numero delle $n - m$ grandezze fondamentali: vuol dire eliminare la forza dalla terna normalmente adottata. Infatti dalle due:

$$f = m\,a \qquad \text{ed} \qquad f = \frac{m^2}{r^2}$$

si deduce senz'altro:

$$m = a\,r^2 \qquad\qquad f = a^2\,r^3.$$

Cioè, assunto come definizione che due corpi hanno la medesima massa quando agendo l'uno sull'altro si comunicano delle accelerazioni uguali e contrarie, e considerati due corpi di masse eguale, questa massa (valore numerico) è definita come prodotto dell'accelerazione per il quadrato della distanza (valori numerici).

---

[14] Secondo le osservazioni precedenti Newton avrebbe dunque dovuto scrivere la sua legge introducendo una costante dipendente dalle unità.

[15] F. Enriques ed U. Forti: La forza e le leggi del moto. Note critiche alla traduzione dei Principii di Filosofia di Newton, pag. 173. - Zanichelli, 1925.

[16] F. Enriques ed U. Forti: Il concetto della massa o quantità di materia, op. cit., pag. 172.

[17] G. Colonnetti: Principii di dinamica, pag. 29. - UTET, 1929.

[18] L. Lecornu: La mécanique, pag. 100 - Flammarion 1918.

Si potrebbe anche abbandonare un legame diretto con le misure di lunghezza, dicendo: scelto un determinato corpo come campione, si dirà che un corpo qualunque ha la massa m quando questo corpo, agendo sul corpo campione, gli comunica una accelerazione eguale ad m volte quella che esso stesso riceve per reazione ([19]). Questo sistema è quello suggerito dal Mach al quale abbiamo accennato più sopra, e per l'applicazione del quale è necessario semplicemente di basarsi sulla universalità della costante di gravitazione. Se dovessimo inquadrare nella teoria un qualche fenomeno nel quale la costante di gravitazione non fosse quella ordinaria, la semplificazione del Mach non sarebbe più possibile ([20]).

Viceversa, supponiamo per un istante di voler istituire una meccanica nella quale si tenga conto della supposizione che una forza agente su una data massa produca una accelerazione dipendente anche, per esempio, dal mezzo. Bisognerebbe necessariamente introdurre una grandezza che indicheremo con δ, definita dalla $f = \delta\, m\, a$. Le grandezze fondamentali necessarie diventerebbero quattro.

In generale potremo dire che l'introduzione di costanti sperimentali permette una maggiore generalità alla teoria, e rende più evidente l'essenza delle leggi fisiche. La loro eliminazione corrisponde invece ad un assestamento della teoria più rispondente ai principi logici, riducendo il numero delle grandezze fondamentali. E ritorniamo così sullo stesso concetto svolto alla fine del precedente paragrafo.

Vediamo ora che cosa avviene nello studio dei fenomeni elettrici e magnetici. La teoria di questi è fondata sopra le conoscenze svolte nella meccanica, e su alcuni concetti nuovi che vengono introdotti per inquadrare le caratteristiche dei nuovi fenomeni da considerare. Non è possibile considerare l'elettromagnetismo indipendentemente dalla meccanica ,perciò anche quando non viene espressamente rilevato è bene tenere presente che ciò che entra in considerazione in questi problemi è sempre il complesso meccanica-elettricità-magnetismo preso nel suo insieme. Anche qui, come nel caso della sola meccanica, il numero delle grandezze fondamentali è conseguenza del numero delle formule fondamentali, e del numero di grandezze che si devono considerare per rappresentare i fenomeni.

Sul numero delle formule non vi è discussione. Sul numero delle grandezze vi può essere qualche dubbio. Sono state più frequentemente oggetto di discussione le due grandezze « permeabilità magnetica » e « permettività » (costante dielettrica). E' chiaro che siccome, sia la permeabilità che la permettività rappresentano nella teoria classica due qualità del mezzo, e siccome i loro valori variano in modo indipendente, non è possibile prescindere dal considerare l'una e l'altra di esse. Tuttavia, in passato, l'abitudine di assumere come grandezza base dei sistemi di unità (secondo la terminologia che adotteremo nel paragrafo seguente) la permeabilità oppure la permettività, e come valori della unità base rispettivamente la permeabilità del vuoto, oppure la permettività del vuoto, nonchè l'abitudine di trascurare queste unità base nelle equazioni di dimensione, come vedremo al paragrafo 6, ha favorito il diffondersi di un'usanza alla quale si devono imputare non pochi malintesi e innumerevoli confusioni, l'usanza cioè di sopprimere il simbolo di queste grandezze in molte formule dell'elettromagnetismo. Non è mancato chi, a cominciare dal Rucker, fin dal secolo scorso, ha rilevato in una forma o nell'altra questo errore; il Giorgi, all'inizio di questo secolo ([21]), parlando del sistema che considera la permeabilità dell'etere come una grandezza fisica « determinata come si determinerebbe il peso specifico di un corpo » e dell'altro che « approfitta del fatto che λ è costante per eliminarlo dai calcoli » ([22]), diceva: « La questione sarebbe risolta a favore del primo, se si constatasse che λ può variare da caso a caso. Ora se dall'etere libero si passa ai mezzi materiali, si trovano sì fenomeni che comunemente vengono interpretati come una variazione di λ. Se non che, a uno scrutinio rigoroso, questa interpretazione è tutt'altro che certa. Il comportamento dei magneti permanenti, che non sono un caso distinto da quello degli altri corpi magnetizzabili, fa sospettare che invece di una variazione di λ, occorra tener conto di una distribuzione di forze magnetiche impresse di origine molecolare .Il criterio non è dunque decisivo ». Secondo le moderne vedute, il ritenere variabile μ oppure un'altra grandezza nel campo dei fenomeni magnetici, sarebbe una questione indipendente dall'origine dei fenomeni stessi. La sistemazione logica della teoria del magnetismo può prescindere dalle ipotesi sulla natura di questo e costituisce semplicemente una descrizione dei fenomeni, diciamo così macroscopici. Si tratta insomma di attenersi al principio newtoniano: « hypotheses non fingo », per inquadrare nella teoria solo ciò che vi è di più sicuramente rispondente all'esperienza. In queste condizioni non v'è dubbio che μ deve essere considerato variabile.

Lo stesso si può dire per la permettività, e ripetiamo dunque che entrambe queste grandezze rispondono ad una necessità fisica e non sono in alcun modo eliminabili finchè si vuol mantenere all'elettromagnetismo l'attuale inquadratura.

Un'altra grandezza sulla quale potrebbe essere portata la discussione, è quella che secondo alcuni deve figurare nella formula che lega le grandezze magnetiche a quelle elettriche:

$$K_{em}\, i = \int H\, d\, l. \quad (23)$$

Il K_{em} deve figurare in questa formula quando, partendo da diverse origini per coordinare i fenomeni elettrici e quelli magnetici, arriviamo ad essa dopo avere già definito sia i che H. Per sopprimere il K_{em} è necessario dare alla formula il significato di definizione di i o di H in funzione di H o di i, cioè invertire lo svolgimento teorico della elettricità o del magnetismo. E questo è possibile in quanto il K_{em} è costante nei limiti delle nostre esperienze, è possibile come è possibile la soppressione del γ nella formula di Newton. Più di trent'anni or sono il Giorgi scriveva ([24]) che sopprimere il K_{em} «.... equivale a ritenere l'integrale di linea della forza magnetica come definizione della corrente elettrica. Questa definizione, come osserva Heaviside, è implicita nella elettrodinamica di Maxwell, e, a parere di Heaviside stesso e di altri moderni autori, sarebbe, fra tutte le possibili definizioni di corrente, l'unica interamente esente da obiezioni ». Oggi potrebbe forse essere preferito il procedimento inverso.

Anche nella teoria classica si usava però eliminare, per lo meno apparentemente, il K_{em}; ma questo avveniva con un procedimento per nulla giustificato; o non se ne parlava, o si diceva che siccome il K_{em} è costante, si può farlo uguale ad 1 e ritenerlo un numero puro. Considerato tuttavia che questo uso di fare a meno del K_{em} esiste, ed è anzi, si può dire, generale nelle formule di uso comune, e siccome d'altronde, in base a quello che abbiamo detto, il K_{em} può essere soppresso in modo razionale, noi riteniamo che la sua introduzione non risponda ad alcuna sentita necessità.

Non mancano tuttavia esempi anche recenti nei quali la grandezza K_{em} viene presa in considerazione ([25]): sembra che alcuni abbiano pensato di introdurla perchè essa, anche se non lo è, può essere immaginata come variabile; ma adottando questo principio si rischierebbe di dover introdurre troppe grandezze: per esempio si potrebbe anche sostenere la convenienza di considerare nella meccanica la δ della $f = \delta\, m\, a$ alla quale abbiamo accennato precedentemente ([26]).

Dal punto di vista della sistemazione logica sarebbe anche ammissibile sostituire K_{em} ad una delle grandezze permeabilità o permettività, ma su questo punto oggi non vi è discussione; delle tre grandezze discusse perciò si può dire che sono da prendere in considerazione entrambe e sole le prime due, e con ciò il numero delle grandezze fondamentali necessarie nel gruppo: meccanica, elettricità, magnetismo, risulta maggiore di uno a quello relativo alla sola meccanica.

([19]) G. COLONNETTI: op. cit., pag. 79. - E. MACH: La mecanique, pag. 210 e seg.

([20]) Normalmente nella meccanica, come abbiamo detto, si ritengono convenienti tre grandezze fondamentali, sopratutto per ragioni che sono in relazione con le necessità pratiche delle misure. Vedere in proposito: EVERETT: Unités et Constantes Physiques, pag. 66. - Gauthier Villars, 1883.

([21]) G. GIORGI: I fondamenti della teoria delle grandezze elettriche, Atti A. E. I., 1903.

([22]) Il Giorgi chiamava λ l'induttività (induttanza specifica), grandezza che si ottiene dal rapporto di una induttanza con una lunghezza, e la cui unità nel sistema M K S Ω sarebbe l'henry/metro (nel sistema C G S e. m. $4\pi 10^{-7}$ henry/m). La permeabilità, sempre secondo il Giorgi, sarebbe il rapporto fra l'induttività del mezzo che si considera λ, e l'induttività del vuoto λ_0. E' $\mu = \lambda/\lambda_0$; e la permeabilità figurava, nella trattazione del Giorgi, come un numero indipendente dalle unità di misura, cioè senza dimensioni (ved. G. GIORGI: Notazioni e simboli elettrici. A. E. I., 1903, pag. 587).

([23]) E' pressochè superfluo osservare che il fattore 4π che quasi sempre si introduce in questa formula è un fattore numerico che non interessa le attuali considerazioni. Analizzeremo meglio questa questione in seguito.

([24]) G. GIORGI: op. cit., pag. 16.

([25]) G. SARTORI nel Manuale dell'Ingegnere del Colombo (Hoepli, 1933, pag. 952) mette le formule di dimensione delle grandezze elettriche in funzione di cinque fondamentali. Vedere anche: L. FERRARIS: Corso di misure elettriche. - Lattes, 1921; M. ASCOLI: Sulle grandezze elettromagnetiche. - Elett., 1915, 26 novembre, pag. 734.

([26]) Allo stato attuale (1903) delle nostre cognizioni (diceva il Giorgi nell'articolo citato, pag. 11) un sistema (elettromagnetico) con due dimensioni addizionali si presenta come più generale di quanto è necessario; in ogni caso, praticamente, sarebbe fuori questione.

Secondo l'opinione oggi prevalente l'unica possibilità che si potrebbe intravvedere per eliminare questa grandezza in più sarebbe quella di trovare una nuova formula fondamentale, come potrebbe fornire una teoria meccanica della elettricità, o, comunque una teoria che riducesse ad un principio unico i fenomeni meccanici e quelli elettrici. Il certo è che questa eliminazione non dovrebbe mai venire da una ricerca per tentativi, nella quale si supponga che μ sia uguale ad una densità o ad un numero puro, od altro [27], e che, anche essendo dell'opinione, diciamo così, filosofica, che tutti i fenomeni possano essere spiegati meccanicamente, non conviene trasportare questa opinione nel campo della fisica, e crediamo converrebbe evitare espressioni come la seguente: «.... noi non conosciamo le vere dimensioni fisiche dei coefficienti K e μ, che siamo obbligati a supporre eguali all'unità, a seconda che scegliamo il sistema elettrostatico assoluto, oppure il sistema elettromagnetico assoluto». Sarebbe come affermare che le dimensioni del tempo o della lunghezza non sono ancora conosciute. Esse sono T ed L e la dimensione di K è K nel sistema elettrostatico, e la dimensione di μ è μ nel sistema elettromagnetico. Tipico è anche per esempio il seguente modo di dire: «.... non è ancora possibile dare le dimensioni dinamiche (in funzione della lunghezza della massa e del tempo, L, M, T) a tutte le grandezze elettromagnetiche, per cui noi siamo assolutamente incapaci di assegnare ad esse dimensioni precise». Effettivamente per esempio la espressione $L^{3/2}\ M^{1/2}\ T^{-1}\ \mu^{1/2}$ non è certo meno precisa di quello che non sia la $L\,T^{-1}$. Modi di dire come i precedenti sono un residuo del modo di pensare che noi abbiamo seguito per lungo tempo e nel quale possiamo ancora facilmente essere attratti.

Ritornando alla accennata teoria meccanica della elettricità, soggiungeremo che anche possedendo una tale teoria, non è detto che convenga basare su di essa una sistemazione definitiva delle conoscenze in questo campo. Noi siamo, per esempio, in possesso di una teoria meccanica del calore, e sappiamo che la temperatura (assoluta) potrebbe essere definita come il contenuto di energia di una mole di un gas ideale monoatomico [28], ma ad onta di ciò il concetto di temperatura nella termodinamica viene sempre presentato come fondamentale, nè si vede per il momento la possibilità e la necessità di cambiare questo stato di cose.

5. - Nomenclatura. - Sistemi di unità.

La discussione e la critica precedente ci ha portato un po' a trascurare di mettere in evidenza le conclusioni che maggiormente interesseranno nel seguito. Crediamo perciò opportuno, prima di proseguire, ricapitolare qui qualcuna delle conclusioni raggiunte, e ripetere in forma concisa la spiegazione della nomenclatura adottata.

Grandezze fondamentali si intendono quelle grandezze che in una determinata sistemazione logica vengono o implicitamente definite da un sistema di postulati, o, comunque, direttamente assunte valendosi delle facoltà intuitive. Per queste grandezze fondamentali è, in generale, direttamente possibile stabilire i concetti di:

Unità e di

Valore numerico.

Grandezze derivate. — Si intendono quelle grandezze che vengono inquadrate nella trattazione logica sotto forma di numeri funzioni dei valori numerici delle grandezze fondamentali. Dal punto di vista esclusivamente logico le grandezze derivate non sono grandezze, ma essenzialmente numeri. Ad esse si conserva il nome di grandezze perchè vengono intuite come tali ed hanno una esistenza propria più o meno evidente, anche indipendentemente dalla definizione logica.

Formule fondamentali. — Legano fra loro i valori numerici delle grandezze fondamentali e derivate. Devono essere tutte matematicamente indipendenti fra loro.

Fissate le unità delle grandezze fondamentali e le formule fondamentali, risultano senz'altro definite le unità delle grandezze derivate (che debbono essere usate per applicare quelle date formule fondamentali con quei dati coefficienti numerici). Però non si può escludere, anzi realmente si verifica il fatto, che per certe grandezze che conviene considerare come derivate è possibile fissare delle unità indipendentemente da quelle delle grandezze fondamentali. Perciò interessa non confondere le grandezze fondamentali con quelle che possono fornire delle unità indipendenti. Noi adotteremo perciò le seguenti locuzioni:

Unità indipendenti. — Si chiamano tutte le unità fissate senza far uso delle formule fondamentali.

Per esempio sono unità indipendenti: il metro, cioè la lunghezza del campione di Sèvres a quella determinata temperatura; il grado centigrado, cioè la centesima parte della differenza di temperatura fra il ghiaccio fondente, e l'acqua bollente a quella determinata pressione, ecc. Notiamo che in queste definizioni entrano in considerazione delle unità di altre grandezze, ma questo non impedisce che le unità definite siano indipendenti nel senso che non dipendono dalle formule fondamentali.

Unità dipendenti. — Si chiamano quelle che vengono fissate per mezzo delle formule fondamentali, in base naturalmente a unità indipendenti.

Per l'uso diretto delle formule fondamentali, così come sono state assunte nello svolgimento teorico (senza aggiunte di ulteriori coefficienti) è necessario e sufficiente fissare un numero di unità indipendenti uguale al numero delle grandezze fondamentali ed assumere come unità per le altre grandezze le unità dipendenti dalle prime attraverso le stesse formule fondamentali.

Chiameremo:

Insieme di unità un gruppo di unità comunque fissate, senza speciali leggi di dipendenza.

Sistema di unità un insieme di unità indipendenti e dipendenti che soddisfi alla applicazione di un dato insieme di formule fondamentali. Rileviamo che un sistema di unità è definito non solo dalle unità indipendenti assunte come base, ma anche dall'insieme delle formule fondamentali [29].

Unità base: quelle unità indipendenti che vengono assunte come base del sistema di unità. Non è necessario che le unità base siano proprio quelle delle grandezze fondamentali [30]. Possono essere anche quelle di grandezze derivate; in questo caso le unità di grandezze fondamentali saranno unità dipendenti. Per esempio nella meccanica ordinariamente, come abbiamo visto, si considera la forza come grandezza derivata; ma nel sistema C G S il grammo-massa è unità base e la dina è unità dipendente. E' necessario perciò non confondere il significato di grandezza fondamentale, con quello di grandezza che fornisce l'unità (detta ordinariamente fondamentale) che noi chiamiamo unità base. Diremo perciò:

Grandezze base quelle che forniscono le unità indipendenti di base per un dato sistema.

Grandezze dipendenti le altre.

Il sistema delle formule assunte come fondamentali può essere posto sotto due forme:

Sistema di definizione delle grandezze che partendo dalle grandezze fondamentali definisce le grandezze derivate.

Sistema di definizione delle unità che partendo dalle unità base, definisce le unità dipendenti.

Aggiungeremo i significati delle due locuzioni:

Unità principali che sono quelle direttamente definite od assunte, come ad esempio il metro.

Unità secondarie che sono quelle dedotte dalle precedenti, come multipli o sottomultipli decimali, ed indicate ordinariamente mediante prefissi; ad esempio il centimetro.

Un sistema di unità può contenere unità principali o secondarie, senza che esistano speciali obblighi. Il classico sistema centimetro-grammo-secondo è un esempio. Poichè siamo in tema di significato di parole crediamo utile rilevare quanto segue: Il termine «*grandezza*» viene usato per indicare sia la grandezza singola (per esempio lunghezza del segmento AB) sia la classe intera delle grandezze (per esempio tutte le lunghezze) sia il termine generico di questa classe (cioè al posto di «ogni lunghezza»). In generale questo non dà luogo a confusioni. Il termine grandezza viene però anche usato con un quarto significato. Ciò accade per esempio quando si parla della grandezza di una unità. Allora la parola grandezza viene usata al posto di valore e può talvolta far sorgere delle incertezze di interpretazione. Perciò noi useremo in questi casi la parola «*valore*» e diremo per esempio: il valore dell'unità derivata dipende dal valore delle unità base. Quando il valore di una grandezza viene espresso con un numero, allora si parla di «*valore numerico*».

6. - Dimensioni delle unità.

Fourier, che sarebbe il fondatore della teoria delle dimensioni, dava alla parola «dimensione» il significato che risulta dall'esempio

---

[27] E. Brylinski: R. G. E., 14 novembre 1931, pag. 779.

[28] J. Eggert: Trattato di Chimica Fisica, pag. 66. - Hoepli, 1931.

[29] Non è il caso di rammentare che nulla impedirebbe di fissare per ogni grandezza la sua unità, se non indipendentemente nel senso detto prima, per lo meno senza tenere conto dei valori delle unità di altre grandezze, ma semplicemente in base, per esempio, al criterio di rendere maneggevoli i numeri ordinari. Questo però renderebbe necessario l'uso di numerosi coefficienti numerici, e sarebbe di grave impaccio nei calcoli.

[30] U. Bordoni: Fondamenti di Fisica Tecnica, Vol. I, pag. 76. - Zanichelli, 1932.

seguente [31]. Si dice che l'unità di velocità ha, rispetto all'unità di lunghezza, la dimensione 1, e rispetto all'unità di tempo la dimensione — 1. Questo significa che se l'unità di lunghezza varia da L_1 a L_2 per modo che $L_1/L_2 = \lambda$, e l'unità di tempo varia da T_1 a T_2 per modo che $T_1/T_2 = \tau$, l'unità di velocità varia da V_1 a V_2, e, posto $V_1/V_2 = \psi$, è

$$\psi = \lambda \tau^{-1}$$

Questa è l'equazione che si scrive ordinariamente con i simboli L, T, V, nella forma

$$V = L T^{-1}.$$

Si vede che su questo significato c'era però, anche nel secolo scorso, qualche confusione, perchè nel 1878 il Thomson [32] criticava le espressioni solite del tipo

$$\text{dimensione dell'accelerazione} = \frac{\text{lunghezza}}{(\text{tempo})^2}$$

proponendo di sostituirle con altre del tipo:

$$\text{rapporto delle unità di accelerazione} = \frac{\text{rapporto delle unità di lunghezza}}{(\text{rapporto delle unità di tempo})^2}$$

L'Everett [33] riportando questa proposta diceva che nella pratica è indispensabile ricorrere ad una abbreviazione, ma ammetteva sostanzialmente la fondatezza dell'osservazione.

Oggi l'uso di dare alla parola dimensione un significato assai più ampio di quello originale si è andato generalizzando, ed anzi coloro i quali sostengono il significato fisico dei simboli contenuti nelle formule affermano senz'altro che «.... il concetto di dimensione del Fourier non può essere riguardato come una base sufficiente per la teoria delle dimensioni e delle unità» [34]. Vi è addirittura chi considera la dimensione quasi una caratteristica intrinseca della grandezza fisica: «I simboli (*cm, m o L;* secondo, ora o *T; g, Kg,* od *M;* Coulomb o *Q*) hanno un senso qualitativo e nello stesso tempo un senso quantitativo. Il simbolo rappresentato, negli esempi che precedono, da una lettera maiuscola, ma entro parentesi, definirebbe unicamente il senso qualitativo della grandezza, e prende in questo caso il nome di dimensione. Quest'ultima parola sarebbe dunque in queste condizioni sinonimo di grandezza, nel significato ristretto di natura o specie, se non ci fossero anche delle entità fisiche derivate differenti, come il momento di una forza, e il lavoro, che sono definite dalle stesse grandezze componenti e dalla stessa operazione artimetica applicata ai valori numerici.... Così il significato della parola dimensione, pur essendo puramente qualitativo, non abbraccia sempre tutta la parte qualitativa di una grandezza e per conseguenza grandezze fisiche differenti possono talvolta avere le stesse dimensioni». [35]

Invece secondo il Giorgi [36] «.... la verità è che le dimensioni di ogni grandezza fisica non solo non hanno alcuna recondita dipendenza dalla sua intima natura, nè possono informarci su di essa, ma sono semplicemente una conseguenza delle particolari convenzioni adottate per misurarla e metterla in relazione con grandezze di altra specie, il che è quanto dire che sono interamente arbitrarie». Dopo l'interpretazione della formula fisica alla quale noi ci siamo attenuti non possiamo che approvare queste conclusioni. Esse, ed esse sole, a nostro modo di vedere, possono giustificare che il momento di una forma abbia le stesse dimensioni di un lavoro; esse, ed esse sole, possono giustificare l'esistenza di grandezze, come ad esempio l'angolo, senza dimensioni; grandezze per le quali è chiaro che le parole «senza dimensioni» non significano senza caratteristiche di grandezza, ma significano semplicemente che le loro unità, per il modo con il quale sono state stabilite, pur essendo unità dipendenti (dipendenti dal sistema delle formule fondamentali) risultano indipendenti dal valore delle unità base [37].

[31] J. WALLOT: op. cit., pag. 18.

[32] British Assoc. Report, 1878, pag. 452.

[33] EVERETT: Unités et constantes Physiques, pag. 5. - Gauthier Villars, 1883.

[34] J. WALLOT: op. cit., pag. 19.

[35] D. GERMANI: Scelta di un sistema di unità elettromagnetiche. - R. G. E., 1932, 9 luglio, pag. 40.

[36] G. GIORGI: op. cit., pag. 7.

[37] A proposito dell'angolo, si dice spesso che nel sistema C G S, l'unità di angolo è il radiante. Questo è verissimo, ma può essere non inutile una osservazione: il radiante è l'unità di angolo nel sistema C G S per una convenzione che riguarda la scelta delle formule fondamentali, e non quella delle unità base, cioè per la convenzione che accetta come definizione di angolo il rapporto arco/raggio. Sarebbe senz'altro possibile un sistema avente per unità fondamentali il cm, il gr e il sec, ma una diversa unità di angolo, e viceversa il radiante può far parte di infiniti altri sistemi con altre grandezze fondamentali e con diverse unità base.

Per risolvere nel senso logico questa questione, occorre stabilire una volta per sempre che quando si parla di dimensioni di una grandezza si intende esclusivamente riferirsi al valore numerico che appare nelle formule, o, ciò che fa lo stesso, alle unità dipendenti. Perciò risulta più chiaro parlare di dimensioni della unità, come fa il Maxwell [38]. La questione della nomenclatura andrebbe seriamente studiata anche in questo campo, perchè è innegabile che qui, come in moltissimi altri casi, molte confusioni e incertezze ed interpretazioni false sono la conseguenza della scelta infelice di una parola o di una frase. Nell'attesa che qualcuno si assuma questo compito, ci atterremo alle espressioni di uso comune, non dimenticando però mai il significato che ad esse bisogna dare in base alle osservazioni precedenti. Così parleremo di *dimensioni delle unità, dimensioni delle grandezze, grandezze dimensionali, grandezze non dimensionali,* ecc.

Aggiungiamo che la grandezza non dimensionale è rappresentata da un numero invariabile al variare delle unità base, cioè da quello che si dice ordinariamente *numero astratto,* per contrapposizione a *numero concreto* il quale invece varia al variare delle unità base [39].

Una questione collegata alle dimensioni è quella della omogeneità delle formule fisiche. Ordinariamente questa viene intesa come una specie di necessità fisica, e si dice per esempio che non si può sommare una forza con un lavoro. Interpretando la parola dimensione secondo il suo significato originale, l'omogeneità delle equazioni fisiche assume il significato puramente formale che segue. Quando definiamo una grandezza, noi scriviamo, per assunto, una equazione omogenea. Quando vogliamo inquadrare nella teoria una equazione empirica, noi la consideriamo equazione di definizione del coefficiente, cioè la rendiamo omogenea. Dunque tutte le formule fisiche, che sono o fondamentali o dedotte con procedimenti matematici dalle stesse, risulteranno necessariamente omogenee. Di equazioni non omogenee nella fisica si incontrano solo quelle equazioni empiriche che, per la loro complessità o per altro, non si prestano ad essere inquadrate nella teoria. Del resto nulla impedirebbe di rendere omogenee anche queste introducendo per ogni termine un opportuno coefficiente.

Altra questione che si ricollega alle dimensioni è quella delle grandezze specifiche [40]. Queste possono venire interpretate come rapporto fra il valore numerico di una data grandezza nel caso generico, e il valore numerico che essa assume in un certo caso specificato [41]. Questo rapporto è evidentemente indipendente dalle unità

[38] J. CLERK MAXWELL: A treatise on electricity and magnetism, 1881. Cap. X: Dimensions of units.

[39] A. SELLERIO: op. cit., pag. 11.

[40] Oltre alle entità che noi consideriamo nel testo, vanno sotto il nome di grandezze specifiche anche altre entità: «Vi sono, dice il Giorgi nel lavoro già più volte citato (Atti A. E. I., 1903, pag. 17), grandezze come la resistività, conduttività, induttività, densità di corrente, ecc., che esprimono proprietà specifiche dei mezzi, o dei campi, e che entrano per conseguenza nelle espressioni differenziali delle leggi fisiche: si chiamano grandezze specifiche. Ve ne sono altre, come resistenza, conduttanza, induttanza, intensità di corrente, ecc., che esprimono proprietà integrali dei corpi o sistemi finiti, o misure integrali di fenomeni: queste altre figurano alla loro volta nelle espressioni finite delle leggi fisiche: ad esse si dà il nome di grandezze concrete. Le grandezze specifiche risultano dal riferire quelle concrete all'unità di lunghezza, di area, di volume». Per non confondere questo significato con quello più usuale al quale si riferisce il testo, si potrebbero per esempio adottare i nomi di *grandezze locali* e di *grandezze integrali.*

[41] Ci sarebbe anche la possibilità di interpretare le grandezze specifiche come grandezze misurate rispetto a quella determinata unità. La distinzione ci sembra però più pedante che altro; in ogni caso non introduce nessun nuovo concetto utile.

Non crediamo inutile rilevare che l'introduzione delle grandezze specifiche nella fisica può essere oggetto di discussione. Per esempio lo Chwolson (op. cit., pag. 17) dice: «In seguito si incontreranno delle grandezze il cui valore numerico non dipende dalla scelta delle unità di misura; esse vengono chiamate dei numeri astratti, o (meno felicemente) dei numeri assoluti. Queste grandezze possono anche essere rappresentate con delle lettere; ma si può mostrare che in tutti i casi di questo genere, si tratta di una grandezza fisica per la quale è stata scelta una volta per sempre l'unità.... ma non bisogna introdurle (le grandezze che si presentano come numeri) che nei casi dove il rimpiazzarle con grandezze il cui valore numerico dipende manifestamente dalla scelta delle unità, presenta una inutile complicazione. Non bisogna introdurle senza assoluta necessità in nessun caso dove la nozione più generale di una grandezza, il cui valore numerico dipende dalla scelta delle unità, scende immediatamente dai fenomeni osservati. Così non si può approvare la suddivisione assolutamente superflua di una medesima grandezza fisica in grandezza considerata come numero astratto e in grandezza considerata come numero concreto». Lo Chwolson fa seguire come esempio di un inutile doppione il caso delle due

tà base: è un numero astratto. Per esempio la densità dell'aria ad una data temperatura e pressione è d_a. La densità dell'idrogeno d_i. La densità specifica dell'idrogeno (s'intende riferita all'aria) è $d = d_i/d_a$. Le formule fisiche nelle quali entrano queste grandezze specifiche vanno scritte mettendo in evidenza anche le grandezze dimensionali corrispondenti. Per continuare nell'esempio precedente, la massa di un volume V di idrogeno si dovrà scrivere evidentemente:

$$m = d\ d_a\ V$$

altrimenti la formula non sarebbe omogenea. La formula di Coulomb tra masse magnetiche si dovrà scrivere:

$$f = \frac{1}{\mu\ \mu_v} \frac{m_1\ m_2}{r^2}$$

Per chiudere l'argomento delle dimensioni, accenneremo ad una altra questione che è del massimo interesse in relazione con la consuetudine invalsa di trascurare certe grandezze base nelle equazioni di dimensione. Se per la trattazione di una teoria sono necessarie per esempio tre grandezze fondamentali, nelle equazioni di dimensione dovranno evidentemente comparire tre grandezze base A, B, C; ma se si assume come invariabile l'unità di una di esse, per esempio C, per trovare le variazioni delle unità dipendenti in funzione di quelle base (e solo per questo) si può far uso delle equazioni di dimensione semplificate che si ottengono dalle precedenti cancellando tutti i fattori C col loro esponente, e che il Carvallo ha chiamato equazioni di dimensioni fittizie (42). L'uso delle dimensioni fittizie potrebbe forse essere giustificato in qualche caso particolare, ma è certamente da evitare nello studio generale di una teoria perchè può dar origine a falsi concetti.

Tutte queste cose che noi andiamo dicendo non erano certo nel secolo scorso messe così in chiaro come lo sono ora, e, probabilmente, le equazioni di dimensione delle grandezze elettriche nella loro comune forma in funzione di $L\,M$ e T sono state create senza la minima intenzione di introdurre volutamente delle dimensioni fittizie. Il certo è che sono state poi da molti interpretate come dimensioni complete, dando luogo a quei malintesi e a quelle confusioni alle quali abbiamo già accennato nel paragrafo 4).

7. - Costanti fisiche e coefficienti numerici.

Prima di parlare dei criterii che debbono regolare la scelta di un sistema di unità, è necessario mettere ancora in chiaro alcuni punti sui quali esistono opinioni contrarie. Come abbiamo accennato al paragrafo 3°, quando una grandezza assume in determinati casi un valore costante, a tale valore si dà il nome di *costante fisica*. Se poi i casi determinati sono tutti i casi possibili, allora la costante fisica prende il nome di universale. Ad esempio consideriamo la grandezza velocità; la velocità della luce è una costante fisica; consideriamo la grandezza γ della formula di attrazione: di essa si conosce un unico valore che si chiama costante di gravitazione e che è una costante universale. Sono costanti fisiche: la permeabilità del vuoto, la conducibilità del rame a 20 cent., ecc. Da questi pochi esempi, e da quelli numerosi che omettiamo ma che ognuno può pensare, appare chiaramente che la costante fisica non ha nessuna speciale caratteristica che la separi nettamente dagli altri valori che può assumere una grandezza: tutti i valori si possono considerare costanti quando si limiti convenientemente il campo in considerazione; i limiti di questo campo sono in relazione con l'approssimazione con la quale si deve verificare la costanza. Le costanti fisiche possono in generale essere considerate costanti, solamente con l'approssimazione delle nostre misure. Noi possiamo adottare qualche costante fisica come campione, cioè possiamo renderla invariabile per assunzione. Il fatto poi che essa sia o no realmente costante è in relazione con la invariabilità dei campioni della quale parleremo nel prossimo paragrafo. Per il momento ci interessa di chiarire bene questo punto: una costante fisica può essere assunta come unità base in un sistema di unità, oppure può essere considerata come valore particolare di una grandezza dipendente. Nel primo caso essa assume per posizione il valore numerico 1, e viene considerata assolutamente invariabile; nel secondo caso il suo valore numerico viene determinato sperimentalmente in modo diretto od indiretto in funzione delle unità base, e il suo valore dovrà di regola essere espresso da una funzione del tipo:

$$C = n \pm \alpha$$

dove n è il numero più probabile risultante dalle misure, ed α l'approssimazione delle medesime.

L'uso di rendere certe costanti fisiche eguali ad 1, o comunque, ad un numero preciso (per esempio π), anche quando sono grandezze dipendenti, può fare in molti casi perdere di vista le considerazioni precedenti. Esempio classico quella della densità dell'acqua. Era stato in precedenza creato il metro; quando si volle creare l'unità di massa si stabilì che essa era costituita da 1 cm^3 di acqua al massimo di densità. In tal modo si era assunta come unità base, non la massa di quel cm^3 d'acqua, ma la densità dell'acqua, la quale era dunque per assunzione uguale ad 1. Quando poi, realizzato il campione di platino detto Chilogrammo, si stabilì di assumere come unità base lo stesso, indipendentemente dal riferimento alla densità dell'acqua, questa diventava una grandezza dipendente, e non poteva più essere espressa dal numero 1, ma doveva esprimersi con una eguaglianza del tipo scritto sopra. Oggi l'approssimazione delle nostre misure permette di scrivere

$$\delta_{3,98} = 0{,}999973 \pm 0{,}0000005\ (43)$$

dove il 3,98 sta ad indicare che la densità massima si ha a 3,98 Cent. e non a 4 Cent. esatti. Ma questa espressione scompare nella pratica perchè l'approssimazione dell'altra $\delta_4 = 1$ è più che sufficiente a tutti gli usi comuni. Tale scomparsa è la causa di non poche confusioni, perchè chi non si occupa particolarmente di queste questioni non può sempre tenere presenti tutte le precedenti considerazioni. Noi siamo dell'opinione che se le costanti fisiche che non sono unità base, venissero espresse da numeri decisamente diversi da 1, e da qualsiasi altro numero speciale, si eviterebbero, anche senza scrivere per esteso la formula precedente, buona parte delle false interpretazioni.

Nel caso della densità dell'acqua pare però che esistano delle ragioni speciali che rendano conveniente il numero semplice 1. Noi non sappiamo precisamente quali siano queste ragioni, ma gli stessi fondatori del sistema C G S, lo giudicarono indispensabile (44), e numerose sono poi le affermazioni anche recenti in questo senso: il Kennelly (45) parlando del sistema Giorgi dice: « Questo solleva la obiezione, che, mentre la densità dell'acqua pura nel sistema C. G. S. è di un grammo per cm^3, e per conseguenza uguale alla unità, secondo le specificazioni appropriate, la densità dell'acqua nel sistema M K S è di un migliaio di kilogrammi per metro cubo, vale a dire l'unità di densità è uguale a un millesimo di quella dell'acqua »: e il Blondel (46): « La necessità di attribuire all'acqua una densità differente da 1 è anche molto scomoda in rapporto con la fisica generale », ed ancora (47): « ... non sembra sopratutto che si possa adottare ai fisici l'attribuzione all'acqua della densità 1/1000, come è necessario nel sistema Giorgi, in luogo della densità 1 che è fondamentale nella fisica » (48). Sarebbe interessante conoscere esattamente le ragioni per le quali questa densità 1 è intangibile.

Nella fisica si debbono prendere in considerazione anche delle altre costanti dette *coefficienti numerici*. Questi possono essere nu-

---

grandezze densità e peso specifico. E' indubbio però che in certi casi l'introduzione delle grandezze specifiche risponde ad un concetto di semplificazione che si dimostra utile, e che può costituire un vantaggio per la rapidità dei calcoli.

Certo che nel caso particolare della densità e del peso c'è incertezza, non solo sul fatto di considerare la sola grandezza dimensionale o anche la grandezza numerica, ma altresì il disaccordo regna sulle stesse definizioni. Per lo Chwolson per esempio è densità = massa/volume e peso specifico = peso/peso = massa/massa = numero astratto. Secondo il Murani invece (Trattato Elementare di Fisica, vol. I, Hoepli, 1925, pag. 92 e 25) è ancora densità = massa/volume, ma si devono considerare due pesi specifici; il peso specifico assoluto = peso/volume, e il peso specifico relativo = peso/peso numero astratto. Secondo il Baillehache (Unités électrique, Dunod, 1909, pag. 40) è ancora densità = massa/volume ed è senz'altro peso specifico = peso/volume. Secondo F. Martin e C. Guillon (Grandeurs et unités mecaniques, électriques, optiques, calorifiques, Chiron, 1926, pag. 32-33) è massa specifica = massa/volume, peso specifico = peso/volume e densità = massa/massa = peso/peso = numero astratto. E' realmente curioso osservare il disaccordo che regna in queste questioni pur semplicissime, ma fondamentali.

(42) J. Carvallo: Traité d'electricité, 1912. Vedere A. Sellerio: op. cit. pag. 38 e seguenti.

(43) Non sappiamo se questo sia proprio il dato più recente.

(44) Vedere Everett: op. cit. pag. 189.

(45) Kennelly: Le unità del circuito magnetico. R. G. E., 1930, 14 giugno, pag. 927.

(46) Blondel: Sulle unità magnetiche. R. G. E., 1930, 11 ottobre, pag. 558.

(47) Blondel: L'henry et le altre unità magnetiche pratiche. R. G. E., 1930, 27 dicembre, pag. 1034.

(48) Aggiunge il Blondel: « Tutte le unità sarebbero dunque da ridurre nella medesima proporzione. Il campione del chilogrammo degli archivi non rappresenterebbe più che 1 grammo. Tutto il sistema dei pesi e misure sarebbe modificato ». ?!

meri interi o frazionari, razionali od irrazionali, e possono comparire sia nelle formule fondamentali che in quelle derivate. Nelle formule fondamentali essi vengono introdotti con lo scopo di creare certe simmetrie o di facilitare l'interpretazione di una teoria, o comunque per scopi particolari che non hanno niente a che vedere con la rigorosità logica dell'insieme. Nelle formule derivate essi possono comparire per effetto delle operazioni algebriche e delle leggi fisiche che servono alla loro deduzione.

In generale nelle formule fondamentali i coefficienti numerici non vengono mai introdotti, ma non mancano dei casi nei quali il loro uso, almeno da certi punti di vista, potrebbe essere riconosciuto conveniente. Un esempio molto interessante è quello della definizione di angolo, la quale si scrive normalmente

$$\alpha = \frac{a}{r}$$

Non c'è dubbio che sarebbe molto più comoda la definizione [49]

$$\alpha = \frac{1}{2\pi}\frac{a}{r}$$

la quale del resto potrebbe venire interpretata come rapporto, per esempio, fra l'arco e circonferenza. Con questa definizione l'angolo unità sarebbe l'angolo giro, il numero dei giri non sarebbe che la velocità angolare, ecc. L'unica ragione per la quale oggi non si può adottare questa definizione è che ormai il lungo uso della prima ha creato abitudini, e ha avuto tali svolgimenti nella teoria e nella pratica, che il cambiamento troverebbe formidabili difficoltà.

Altro esempio: la formula della attrazione universale che si scrive:

$$f = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

di

e che viene ordinariamente considerata come definizione della costante di gravitazione, potrebbe molto più convenientemente essere scritta [50]:

$$f = \gamma \frac{m_1 m_2}{4\pi d^2}$$

Questa espressione che risulta funzione dell'area della sfera di raggio r anzichè del quadrato costruito sulla distanza r, si ricollega molto efficacemente al concetto di flusso della forza, e la diminuzione di questa all'aumentare della distanza appare molto visibilmente come conseguenza della sua ripartizione su una più grande superficie.

La stessa osservazione si può fare per le formule di Coulomb relative alle masse magnetiche ed alle masse elettriche.

Nelle formule derivate i coefficienti numerici appaiono come conseguenza inevitabile delle formule fondamentali e delle leggi fisiche. Così, per esempio, l'area di un triangolo di base b e di altezza h è

$$A = \frac{1}{2} b\, h$$

l'energia posseduta da un corpo di massa m moventesi con la velocità v è data da

$$E = \frac{1}{2} m\, v^2$$

e la capacità di un condensatore piano di superficie S e con dielettrico di spessore d e permettività ϵ,

$$C = \frac{1}{4\pi}\frac{\epsilon S}{d}$$

Alla questione dei coefficienti numerici si riallaccia la cosidetta razionalizzazione. Tratteremo un po' diffusamente questo argomento. L'ultima formula citata comprende il numero $1/4\pi$ il quale, nella trattazione classica, ha la sua prima origine nel teorema di Gauss, quando, per calcolare il flusso, si parte dalla espressione della forza alla distanza r ($f = m/\epsilon r^2$) e si calcola il suo flusso attraverso la superficie sferica di raggio r ($\phi = 4\pi m/\epsilon$). Il 4π ricompare poi in moltissime formule dello elettromagnetismo, senza apparentemente seguire regole speciali. In realtà le regole esistono, e sono anche state enunciate in una lettera alla A. E. I. [51], ma non hanno certo il pregio della semplicità e il loro valore mnemmonico ed istruttivo è assai limitato. Gli autori della lettera di cui sopra hanno invece mostrato, in una tabella riassuntiva, come la razionalizzazione semplifichi queste regole e conduca ad un parallelismo tra le leggi del campo elettrico, del campo delle correnti di conduzione, e del campo magnetico, parallelismo che «.... facilita la comprensione agli effetti didattici, e l'impiego agli effetti pratici».

La razionalizzazione si realizza oggi preferibilmente dando a tutta la teoria dell'elettromagnetismo un assetto completamente differente da quello classico, e più consono alle idee moderne, ma si può anche realizzare introducendo semplicemente il coefficiente $1/4\pi$ nella formula di Coulomb dello schema classicó. Le formule della elettrotecnica risultano da questa introduzione modificate come espone il Giorgi nella sua memoria del 1903 [52]. L'idea della razionalizzazione è dovuta all'Heaviside, tuttavia fra la razionalizzazione dell'Heaviside e il sistema del Giorgi esiste una fondamentale differenza. L'Heaviside assumeva come grandezza base la permettività. Per razionalizzare il sistema delle formule introduceva il 4π nella formula di Coulomb scrivendo $f = q_1\, q_2/4\pi r^2$, ma non metteva in evidenza la permettività che egli assumeva uguale ad 1. Ne conseguiva un valore della unità di carica elettrica diverso dall'ordinario Coulomb, e di conseguenza unità di tensione, di corrente, di resistenza, ecc. diverse da quelle in uso. Il Giorgi, invece, combina nel suo sistema di unità, la razionalizzazione con l'assunzione ad unità base dell'ohm internazionale, e di conseguenza tutte le unità che sono legate all'ohm da formule non interessate nella razionalizzazione rimangono le stesse (e sono tutte le unità elettriche dell'uso pratico: Coulomb, Volt, Ampère, ecc.). Variano solamente quelle unità che in base al sistema di definizioni delle unità risultano dipendenti da formule interessate nella razionalizzazione, come per esempio quella di forza magnetizzante, che diventa l'ordinario Ampèrespire [53], quella di permeabilità, che diventa eguale a circa $10^7/4\pi$ la permeabilità del vuoto, ecc.

Ciò posto, quando il Blondel parla della «.... ingannevole illusione che si possa, attraverso una scelta conveniente delle unità di permeabilità, senza cambiare le altre, far sparire il fattore 4π delle espressioni della forza magnetomotrice e del flusso» [54], e quando il Germani afferma che «Adottare questo sistema di unità vorrebbe dire incorporare nei valori delle unità magnetiche, consacrati dal lungo uso, dei moltiplicatori incommensurabili, ciò che al di fuori delle ragioni teoriche.... porterebbe ad un grande scombussolamento nella pratica» [55], è evidente che questi autori si riallacciano alla

(49) J. Wallot: op. cit., pag. 7. - H. Maurer: E. T. Z., 1923. pag. 742.

(50) J. Wallot: op. cit., pag. 3.

(51) Bottani, Correggiari, Faletti, Silva: Sulle unità di misura. Elett., 1932, 25 giugno, pag. 470.

(52) G. Giorgi: Le formule teoriche di Elettricità nel sistema razionalizzato. - Atti A. E. I., 1903, pag. 57. Recentemente il Giorgi (Elettr., 1932, 5 maggio, pag. 346) estendeva il significato della parola razionalizzazione scrivendo che essa «.... non consiste già nel mettere a posto il 4π nelle formole, il che è soltanto un vantaggio formale ed accessorio; consiste nell'accettare che le due costanti dell'etere siano grandezze nelle quali entra una quarta dimensione fisica fondamentale indipendentemente da quelle matematiche». Noi non crediamo che tale estensione sia conveniente, perchè è bene distinguere le due cose che sono completamente separate. La quarta grandezza fondamentale è necessaria indipendentemente dal fatto che si introduca o meno la modifica del 4π; l'introduzione della quarta fondamentale è una necessità logica essenziale, mentre, come giustamente osserva il Giorgi, la sistemazione del 4π ha un carattere semplicemente accessorio. Meglio dunque attenersi al significato che dava originariamente l'Heaviside alla sua razionalizzazione, e cioè: sistemazione razionale del 4π (vedere Electromagnetic Theory, 1893: Brani riportati dall'Ing. Kha nella sua lettera «Sul sistema definitivo di unità». - Elettr., 1932, 5 agosto, pag. 575).

(53) Rileviamo che questo nome, in pratica assai rappresentativo è però assai brutto: quell'aggiunta di «spire» non ha alcun significato essenziale, e serve solamente a confondere le idee. L'unità in questione è introducibile in un sistema avente le unità elettriche di uso comune, solo adottando le formule razionalizzate. A questo proposito rileviamo che il Kennelly nella sua tabella sui sistemi di unità (J. A. I. E. E., gennaio 1930, pag. 20) prospetta un sistema Q E S razionalizzato nel quale è compresa come unità di forza magnetomotrice l'Ampère-spire. Incidentalmente notiamo che in tale tabella sono incorsi vari errori. Per esempio il rapporto fra l'unità di permettività del sistema C G S è indicato in $10^7/4\pi v^2$ mentre è di $10^{11}/4\pi$ (indipendente dalla velocità v della luce, come naturale); e il rapporto fra le unità di massa magnetica è indicato in $4\pi \cdot 10^8$ mentre invece è di $10^8/4\pi$. (Rapporti approssimativi in relazione con la diversità dei campioni base).

(54) A. Blondel: Paragone fra i sistemi pratici di unità elettromagnetiche. - R. G. E., 1931, 23 maggio, pag. 814.

(55) D. Germani: op. cit., pag. 50.

concezione originale dell'Heaviside, e non alla esatta interpretazione del sistema Giorgi. Del resto è chiaro che il sistema Giorgi non era, almeno fino a poco tempo fa, sufficientemente conosciuto all'estero se vi è stato perfino chi ha potuto affermare che esso non è un sistema razionalizzato ([56]).

Sembrerebbe quindi che da molti punti di vista il sistema delle formule razionalizzate potrebbe presentare dei reali vantaggi rispetto al sistema classico, ma noi ci spieghiamo come, di fronte ad una trasformazione così importante molte persone rimangano perplesse, e non possiamo fare a meno di constatare come in casi analoghi (per esempio quello dell'angolo, e quell'altro della formula di Newton citati prima) nessuno propone trasformazioni.

Poichè abbiamo parlato del modo di interpretare e descrivere le costanti fisiche, ed abbiamo detto qui sopra che il valore dell'unità di permeabilità nel sistema Giorgi risulta di circa $10^7/4\pi$ volte la permeabilità del vuoto, ci piace riportare le seguenti chiare considerazioni dello stesso Giorgi ([57]) «.... nel detto sistema (M K S Ω) si ricava $\lambda_0 = 0{,}000001256$ ([58]); questo valore proviene da $4\pi/10^7$ perchè appunto nelle costanti dell'etere è rimasto confinato il 4π della irrazionalità sferica. Ma non dobbiamo scrivere $4\pi/10^7$ per non ricadere nelle obbiezioni a cui è esposto il sistema del Fessenden. La relazione fra λ_0 e 4π non deve ritenersi che puramente apparente. In realtà il valore di λ_0 non è fissato a priori, come è nel sistema C G S, in quello di Heaviside, ed in quello di Fessenden. Quando λ_0 sarà corretto, sia pure con una cifra decimale, in seguito a nuove « misure assolute », non avrà più a che vedere con 4π in alcun modo. Del resto basta scrivere il valore col suo errore probabile di seguito :

$$\lambda_0 = 0{,}000\ 001\ 256 \pm 0{,}000\ 000\ 001$$

per rendere ogni equivoco impossibile ». (*continua*).

([56]) R. G. E., 1932, 23 luglio, pag. 113.
([57]) G. GIORGI : I fondamenti delle grandezze elettriche. - Atti A.E.I., 1903, pag. 23.
([58]) Sul significato di λ_0 vedere nota ([22]).

SUL FUNZIONAMENTO DEI TRASFORMATORI CARICATI SU UNA SEMIONDA

C. DI PIERI

Si studia il funzionamento dei trasformatori caricati su una semionda, quali si trovano in alcuni raddrizzatori, al fine di determinare l'andamento della corrente primaria ed il fattore di potenza, in funzione della corrente secondaria e delle caratteristiche magnetiche del trasformatore. Rilevato come la corrente primaria debba sempre avere valore medio nullo, vengono forniti grafici per la soluzione del problema e mostrata la concordanza con i risultati sperimentali.

§ 1. — I raddrizzatori monofasi di una sola semionda, hanno trovato e trovano tutt'ora vasto impiego negli impianti radiologici e nelle applicazioni di laboratorio.

Può essere utile quindi uno studio sul comportamento del trasformatore alimentante un tale raddrizzatore monofase, studio rimasto fino ad oggi incompleto dato che l'attenzione dei tecnici è stata principalmente rivolta all'apparecchio raddrizzatore, servendo ormai per la costruzione del trasformatore, alcuni dati consigliati dalla pratica.

E' stato però già rilevato ([1]) come in queste condizioni il trasformatore presenti un comportamento tutto particolare, specialmente nei riguardi del fattore di potenza e della forma dell'onda di corrente primari. Nella presente nota ci proponiamo il seguente problema :

Date le caratteristiche di un trasformatore, determinare la forma dell'onda di corrente ed il fattore di potenza al primario, quando nel secondario venga utilizzata una sola semionda di corrente di andamento e valore noti.

§ 2. — Consideriamo il circuito di fig. 1, formato da un trasformatore *T*, da un raddrizzatore *V* e da una resistenza *R*. Siano :

v_1 ed i_1 i valori istantanei della tensione e corrente al primario del trasformatore *T*;

r_1 e n_1 rispettivamente la resistenza ed il numero di spire dell'avvolgimento primario;

φ il flusso totale concatenato con l'avvolgimento primario.

Dall'equazione generale del trasformatore

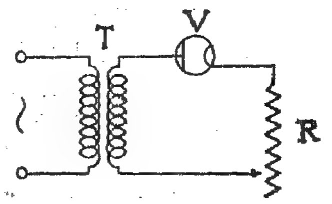


Fig. 1.

$$v_1 = r_1 i_1 + n_1 \frac{d\varphi}{dt} \qquad (1)$$

integrando rispetto al tempo in un periodo, otteniamo :

$$\int_0^T v_1\, dt = \int_0^T r_1 i_1\, dt + \int_0^T n_1\, d\varphi$$

Se la tensione applicata al primario è alternativa, abbiamo :

$$\int_0^T v_1\, dt = 0 \qquad\qquad \int_0^T n_1\, d\varphi = 0$$

e quindi :

$$\int_0^T r_1 i_1\, dt = 0$$

ed essendo r_1 costante possiamo scrivere anche :

$$\frac{1}{T}\int_0^T i_1\, dt = 0 \qquad (2)$$

Questa relazione rappresenta il punto di partenza nello studio che ci siamo proposti; essa è di carattere assolutamente generale e ci dice che qualunque sia il carico secondario del trasformatore, il valore medio della corrente primaria, in un periodo, è sempre zero. Ciò non esprime altro, se non il fatto evidente, che la componente continua della corrente secondaria, rappresentata dal suo valore medio

$$\frac{1}{T}\int_0^T i_2\, dt = I_{2m}$$

(nel nostro caso diverso da zero) non richiama nessuna componente continua nel primario. La corrente continua che percorre il secondario ha però un ruolo importantissimo a causa della magnetizzazione costante da essa impressa al nucleo.

Per un trasformatore funzionante in condizioni normali

$$i_1 = i_\mu + i'_2$$

dove i_μ è la corrente magnetizzante e i_2' è $i_2\ n_2/n_1$, cioè la corrente secondaria riferita al primario, ([2]) abbiamo :

$$\frac{1}{T}\int_0^T i_1\, dt = \frac{1}{T}\int_0^T i_\mu\, dt + \frac{1}{T}\int_0^T i'_2\, dt = 0$$

dalla quale

$$\frac{1}{T}\int_0^T i_\mu\, dt = -\frac{1}{T}\int_0^T i'_2\, dt = -I'_{2m} \qquad (4)$$

Dalla (4) risulta che, se il carico secondario possiede una componente continua, la corrente i'_2, trasformata di i_2 e quindi la corrente magnetizzante i_μ, hanno un valore medio I'_{2m} diverso da zero. Dalle considerazioni precedentemente svolte siamo però portati ad [illegible]tere che la corrente magnetizzante i_μ, definita attrav[illegible], risulti dalla somma di una corrente magnetizzante alte[illegible] i'_μ, di valore medio zero, e di una componente continu[illegible] I'_{2m}. Possiamo cioè scrivere :

$$i_1 = i'_\mu + i'_2 - I'_{2m} \qquad (5)$$

In base alla (5), la determinazione di i_1 è ricondotta a quella di i'_μ, tenendo conto che tutto accade come se nel primario del trasformatore circolasse una componente continua $- I'_{2m}$.

§ 3. — Quese brevi considerazioni permettono di risolvere il problema in un caso ideale senza bisogno di ricorrere, come è stato fatto, ad espressioni analitiche più o meno complicate.

Supponiamo infatti di avere un trasformatore, il cui ferro, privo d'isteresi, lavori ad induzioni tanto basse da rendere trascurabile in ogni caso l'effetto della saturazione. La tensione applicata al primario sia sinusoidale (fig. 2 a), e sia pure sinusoi-

([1]) E. PUGNO VANONI: *L'Elettrotecnica*, 15 agosto 1929.

([2]) Si trascurano le perdite nel ferro.

dare la semionda di corrente utilizzata attraverso il raddrizzatore (fig. 2 b).

Il valore medio della corrente i'_2 in un periodo è evidentemente I'_{2M}/π, essendo I'_{2M} il valore massimo di i'_2.

Avendo supposto una caratteristica di magnetizzazione rettilinea la $-I'_{2m} + i'_\mu$ viene rappresentata da una sinusoide il cui asse dei tempi è spostato di una quantità I'_{2M}/π. La fig. 2 c mostra l'andamento della $-I'_{2m} + i'_\mu$, in quadratura con la i'_2. Sommando la i'_2 con la $-I'_{2m} + i'_\mu$ otteniamo la i_1 e quindi possiamo calcolare il suo valore efficace I_1.

Possiamo ora determinare il fattore di potenza Θ (indicando con Θ il rapporto fra le potenze attiva e apparente) sia direttamente per via grafica, sia, volendo mettere in evidenza le armoniche della corrente, dall'espressione

$$\Theta = \frac{I_1}{\sqrt{I^2_1 + I^2_2 + I^2_3 + \ldots}} \cos \varphi_1$$

dove φ_1 è lo spostamento di fase fra l'onda fondamentale di corrente e l'onda di tensione e I_1, I_2, I_3, sono i valori efficaci delle armoniche della corrente primaria (³).

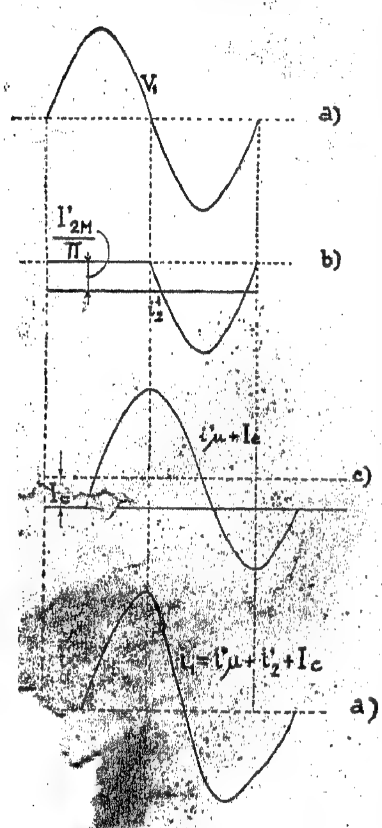


Fig. 2.

E' chiaro però, che facendo astrazione dai fenomeni di saturazione e conseguente deformazione dell'onda di corrente, andiamo incontro a dei risultati che poco o nulla dicono nei riguardi delle grandezze che ci interessano, tanto più che l'esistenza di una corrente secondaria di valore medio diverso da zero porta facilmente ad una saturazione del nucleo, anche se il trasformatore funziona a vuoto con induzioni molto basse. Volendo però prendere in considerazione tutti gli elementi che intervengono nel funzionamento reale, e dare al problema una soluzione analitica generale, nascono serie complicazioni, di carattere sia pure formale, che sconsigliano decisamente questa via.

Le varie semplificazioni da noi tentate per trovare questa soluzione analitica non hanno portato a risultati soddisfacenti. In questa nota proponiamo un metodo di soluzione grafica che oltre ad offrire il vantaggio di una maggiore semplicità, permette di ottenere dei risultati che concordano sufficientemente con quelli sperimentali.

§ 4. — Dato un trasformatore al cui primario sia applicata una tensione sinusoidale, risulta immediata la determinazione della corrente magnetizzante, quando sia noto il ciclo d'isteresi, relativo a quella data qualità di ferro impiegato ed al valore massimo dell'induzione B raggiunta nel nucleo, fig. 3. Tale corrente, di andamento non sinusoidale, passa per lo zero in istanti diversi dalla B ed è simmetrica solo rispetto all'asse dei tempi.

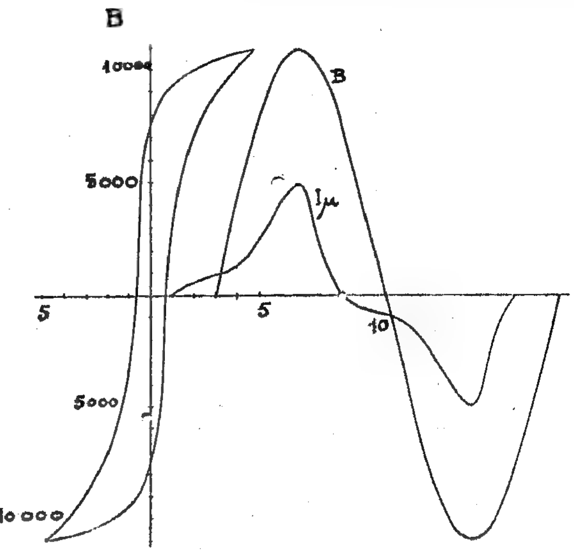


Fig. 3.

Se nel ferro esiste una magnetizzazione continua, caso simile a quello che stiamo studiando, la determinazione della corrente magnetizzante è analoga alla precedente, ma ci dobbiamo riferire (fig. 4) ad una sinusoide rappresentativa dell'induzione che abbia l'asse dei tempi passante per o' anzichè per o, rappresentando $o\,o'$ la magnetizzazione costante B_c. I valori estremi dell'induzione risultano allora

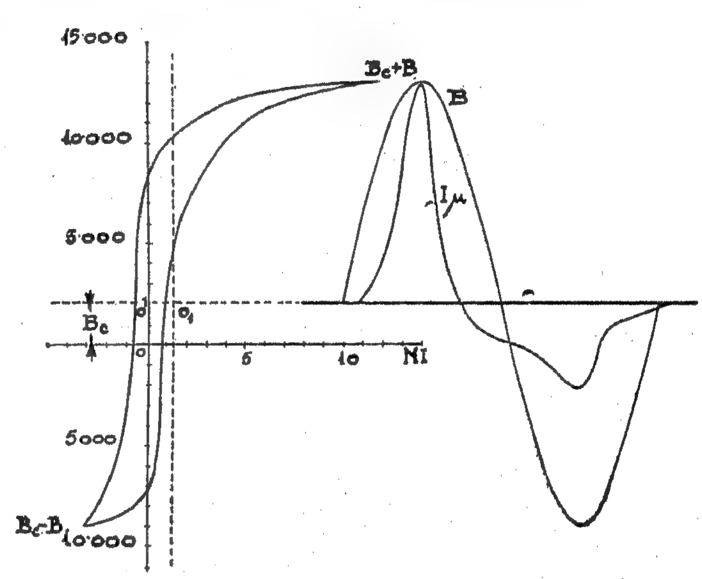


Fig. 4.

$B_c + B$, $B_c - B$, il ciclo d'isteresi diviene asimmetrico e va riferito ad una nuova origine delle coordinate (o); la corrente magnetizzante perde la simmetria rispetto all'asse dei tempi, conservando sempre però in un periodo valore medio nullo. In particolare la fig. 4 mostra il ciclo d'isteresi e l'andamento della corrente magnetizzante per una variazione dell'induzione di 2 × 11.000 gauss e per una magnetizzazione continua di 2000 gauss.

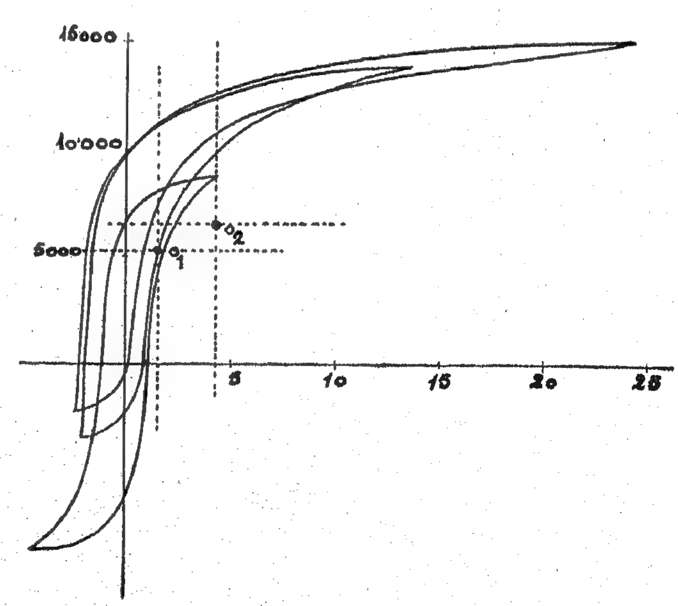


Fig. 5.

Se facciamo variare la magnetizzazione continua B_c, variamo il ciclo e l'asimmetria, per cui, volendo conoscere le varie curve della corrente alle diverse magnetizzazioni, dobbiamo avere a disposizione tutti i cicli corrispondenti. La fig. 5 mostra alcuni cicli asimmetrici

(³) I valori istantanei della tensione e della corrente al primario sono dati da

$$e_1 = E_{M1} \text{ sen } \omega t + E_{M2} \text{ sen } (2\,\omega t + \varphi_2) + \ldots$$

$$[illegible] \text{ sen } (\omega t + \varphi'_1) + I_{M2} \text{ sen } (2\,\omega t + \varphi'_2) + \ldots$$

ed i valori efficaci

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + \ldots} \qquad I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \ldots}$$

La potenza è:

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T ei\,dt = E_1 I_1 \cos \varphi_1' + E_2 I_2 \cos (\varphi_2' - \varphi_2) + \ldots$$

ed il fattore di potenza, come sopra, definito

$$\Theta = \frac{P}{E\,I} = \frac{E_1 I_1 \cos \varphi_1' + E_2 I_2 \cos (\varphi_2' - \varphi_2) + \ldots}{\sqrt{E_1^2 + E_2^2 + \ldots} \times \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \ldots}}$$

Se la tensione applicata è sinusoidale il fattore di potenza risulta

$$\Theta = \frac{I_1}{\sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \ldots}} \cos \varphi_1$$

corrispondenti ad una stessa variazione dell'induzione ed a diverse magnetizzazioni continue [4]. Nella stessa figura abbiamo inoltre segnate le origini delle coordinate relative ad ogni ciclo. Se ci riferiamo ad un'altra qualità di ferro, otteniamo una nuova serie di cicli, più o meno diversa dalla precedente a seconda delle caratteristiche del nuovo materiale.

Anche per materiali della stessa categoria, nel nostro caso per lamiere al silicio, possiamo incontrare differenze sensibili per piccole variazioni della percentuale in silicio contenuta.

Se però tracciamo sopra un unico diagramma i cicli di magnetizzazione dei diversi materiali che sono usati correntemente per formare i nuclei dei trasformatori, vediamo che, per lo scopo che ci siamo proposti, possiamo sostituire ad essi dei cicli di andamento medio, assumendo inoltre per tutti, oltre ad un certo valore dell'induzione massima, una stessa forza coercitiva.

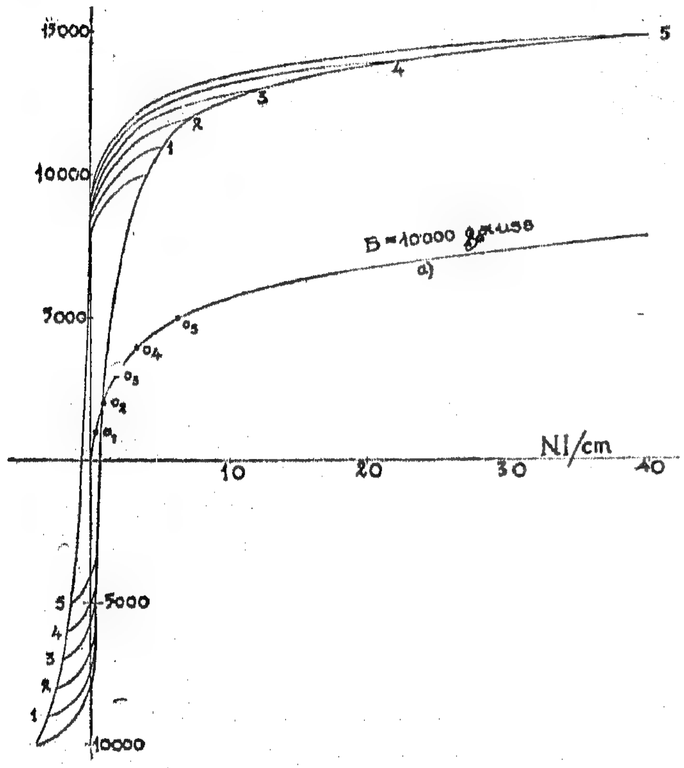


Fig. 6.

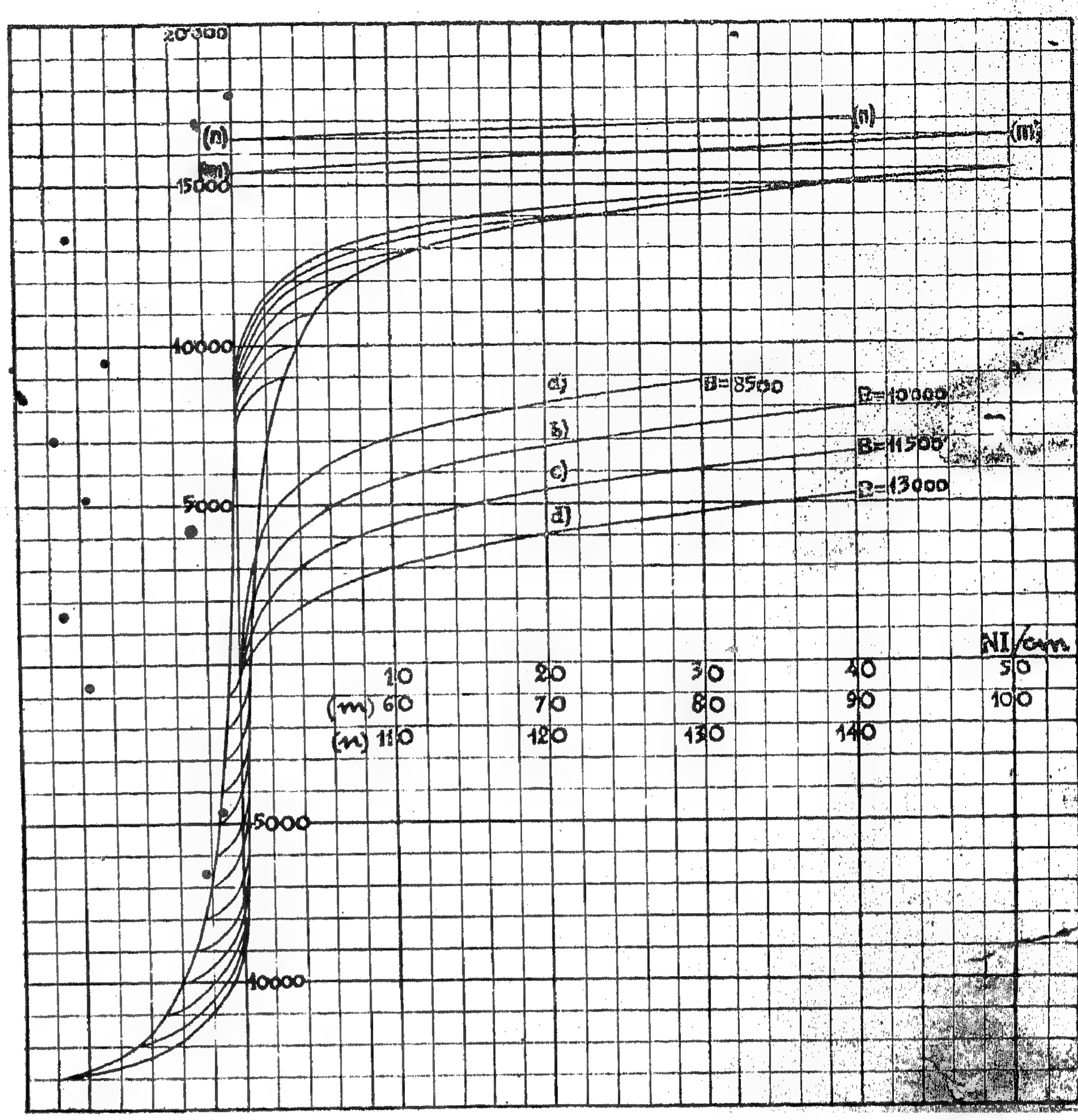


Fig. 7.

Nella fig. 6 abbiamo appunto sovrapposto una serie di cicli asimmetrici corrispondenti ad una variazione dell'induzione 2 × 10.000

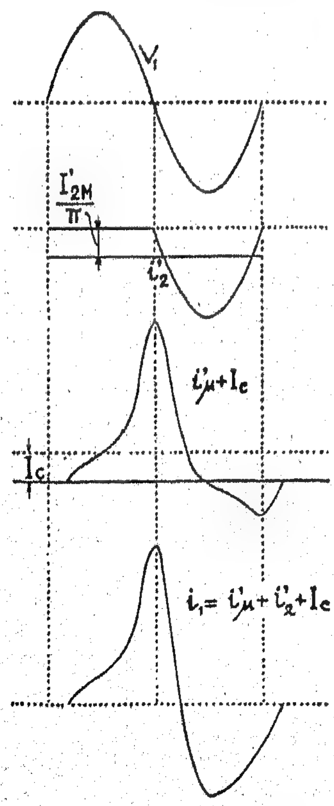


Fig. 8.

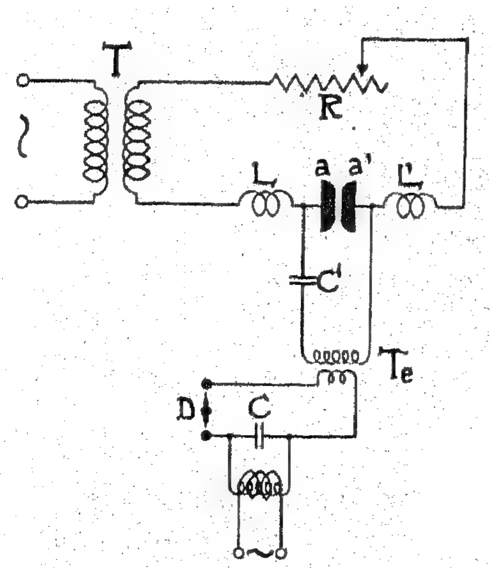


Fig. 9.

gauss ed a diverse magnetizzazioni continue; i punti segnati sulla curva *a*), rappresentano le origini delle coordinate relative ai diversi cicli.

Gli errori che commettiamo riferendoci ai cicli da noi tracciati anzichè ai reali, non possono certo preoccupare se teniamo conto delle approssimazioni che necessariamente abbiamo introdotto, come tensione applicata sinusoidale, andamento noto della corrente secondaria, ecc.

Se inoltre teniamo conto che per induzioni massime superiori a 15.000 ÷ 16.000 gauss, i cicli d'isteresi diventano fortemente appuntiti vediamo che oltre tali induzioni possiamo sostituire ad essi, in prima approssimazione, la curva di magnetizzazione media.

Partendo da questo criterio abbiamo tracciato le curve di fig. 7, dove abbiamo preso in considerazoine i cicli d'isteresi per induzioni

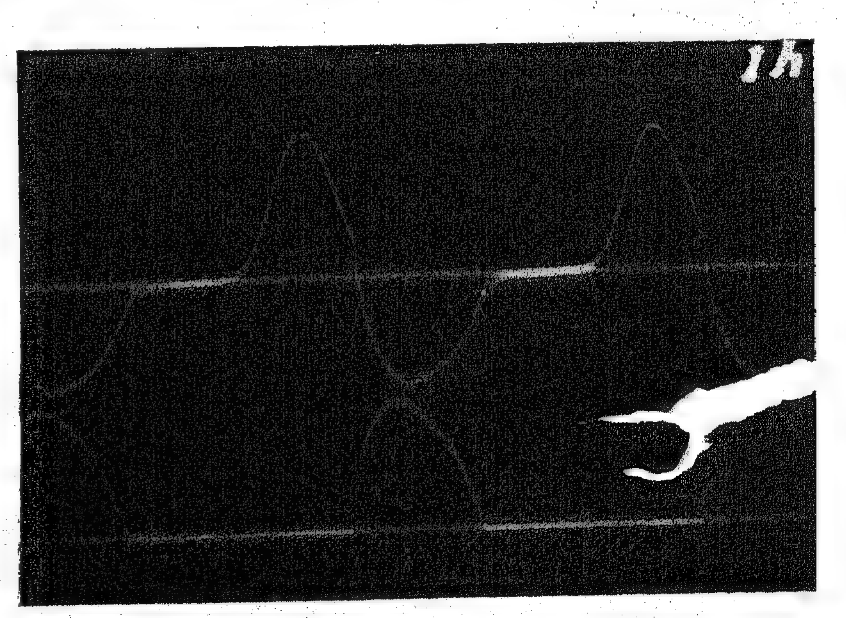


Fig. 10.

fino a 15.000 gauss e la curva di magnetizzazione media per induzioni maggiori. Le curve *a*) *b*) *c*) *d*), analoghe alla curva *a*) di fig. 6, si riferiscono alle induzioni massime a vuoto corrispondentemente segnate.

§ 5. — Definite le curve magnetiche che ci interessano, possiamo passare alla determinazione della corrente primaria del trasformatore.

Come precedentemente supporremo noti l'andamento ed il valore medio della corrente erogata al secondario, ed il valore massimo dell'induzione col trasformatore a vuoto. A titolo d'esempio svilupperemo

(4) G. Vallauri: Atti A. E. I., pag. 90, 1911.

il caso in cui l'induzione massima sia di 10.000 gauss per poter utilizzare la fig. 6 (5).

La soluzione è immediata; basta a tale scopo innalzare dal punto di ascissa I'_{2m}, valore della componente continua ammessa nel primario,

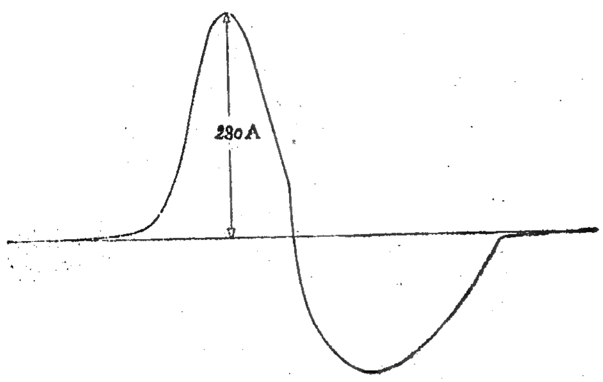


Fig. 11.

una parallela alle ordinate, per avere nel punto d'incontro con la curva *a*) il valore della magnetizzazione continua e quindi il ciclo asimmetrico corrispondente. Noto il ciclo e la variazione dell'induzione otteniamo l'andamento di i'_μ e quindi la $i_1 = -I'_{2m} + i_\mu + i'_2$.

La fig. 8 mostra l'andamento delle curve di tensione e di corrente per lo stesso caso trattato al paragrafo 3).

Diamo qui alcuni esempi relativi a diversi tipi di raddrizzatori, riportando contemporaneamente, oltre ai valori calcolati, quelli determinati per via sperimentale.

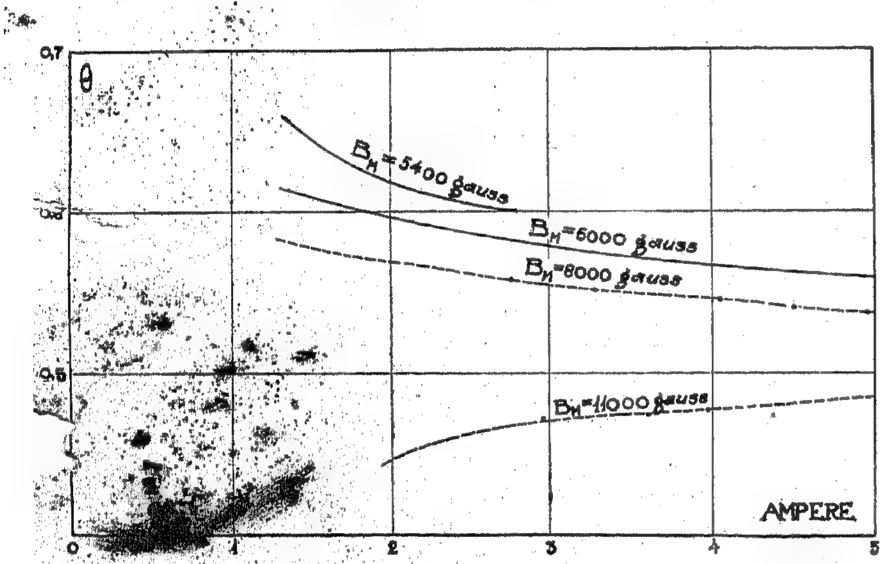


Fig. 12.

Esempio I. — Raddrizzatore ad arco in aria a scintilla pilota; circuito di fig. 9 (6). Il trasformatore adoperato, della potenza di circa 12 kVA, aveva un rapporto di trasformazione 125/900 V.

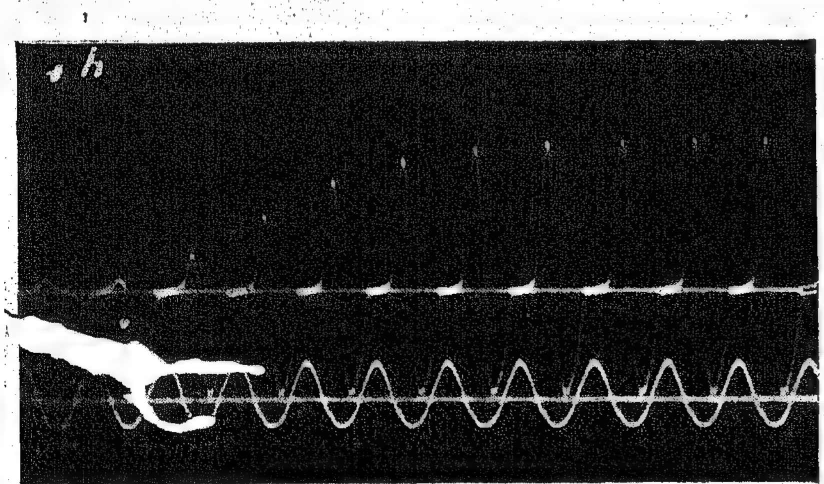


Fig. 13.

L'oscillogramma di fig. 10 mostra l'andamento della corrente al primario (curva superiore), e della corrente al secondario (curva inferiore), quest'ultima innescata, a mezzo della scintilla pilota, con un ritardo di circa 45° rispetto alla tensione secondaria.

I valori relativi a tale oscillogramma sono:

$V_1 = 126$ V. $f = 42$ Hz. $I_1 = 118{,}5$ A.
$W_1 = 6500$ W.
$I_{2m} = 6{,}5$ A. $\Theta = 0{,}435$.

(5) Se l'induzione massima a vuoto fosse diversa, basterebbe riferirsi al grafico di fig. 7.

(6) C. Di Pieri: *L'Elettrotecnica*, 25 maggio 1934.

Nella fig. 11 mostriamo la curva di corrente da noi determinata col procedimento prima esposto, e qui sotto riportiamo i valori su essa colcolati, che rispondono sufficientemente a quelli sperimentali.

$V_1 = 126$ V. $f = 42$ Hz. $I_1 = 124{,}5$ A.
$W_1 = 6900$ W.
$I_{2m} = 6{,}5$ A. $\Theta = 0{,}440$.

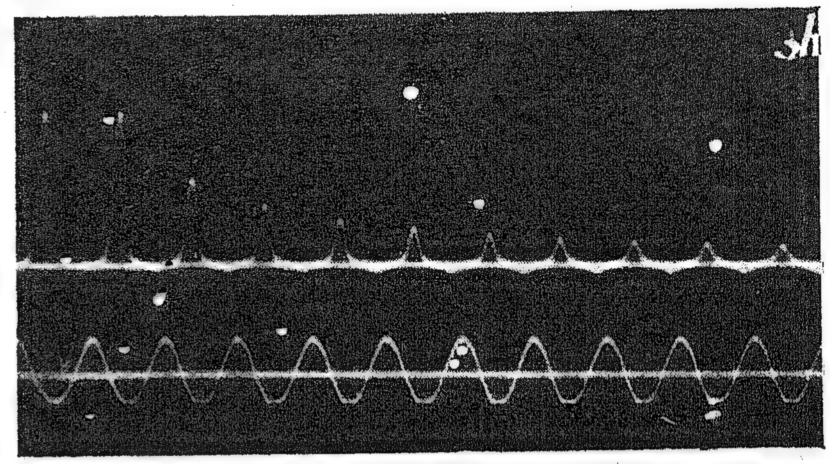


Fig. 14.

Utilizzando sempre lo stesso circuito, abbiamo voluto studiare, sia con i procedimenti esposti, sia con rilievi oscillografici e misure dirette, il comportamento del trasformatore al variare del carico secondario ed al variare dell'induzione massima del nucleo. Possiamo riassumere i risultati come segue: Per induzioni elevate (oltre i 10.000 gauss) il fattore di potenza, generalmente inferiore a 0,5, cresce al crescere del carico. Diminuendo l'induzione il fattore di potenza aumenta. Per induzioni basse il fattore di potenza decresce al crescere del carico. Le curve di fig. 12 mostrano le variazioni di Θ in funzione del valore efficace della corrente secondaria, per tensioni secondarie costanti di 500 V (7).

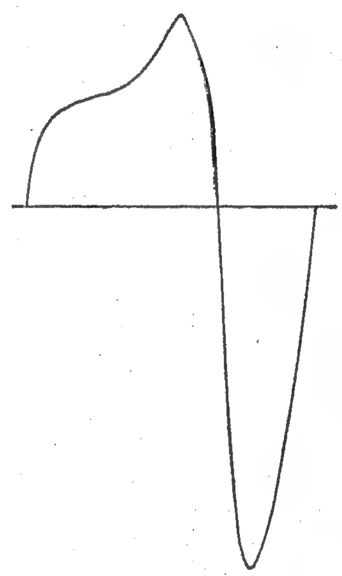


Fig. 15.

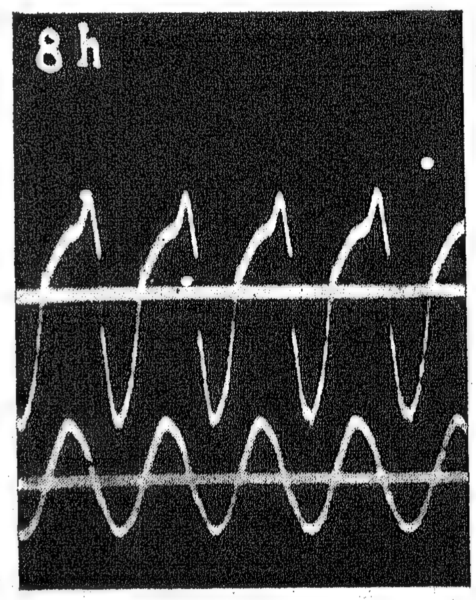


Fig. 16.

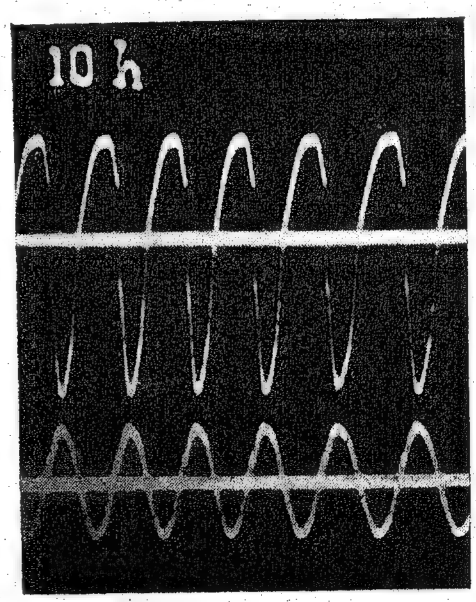


Fig. 17.

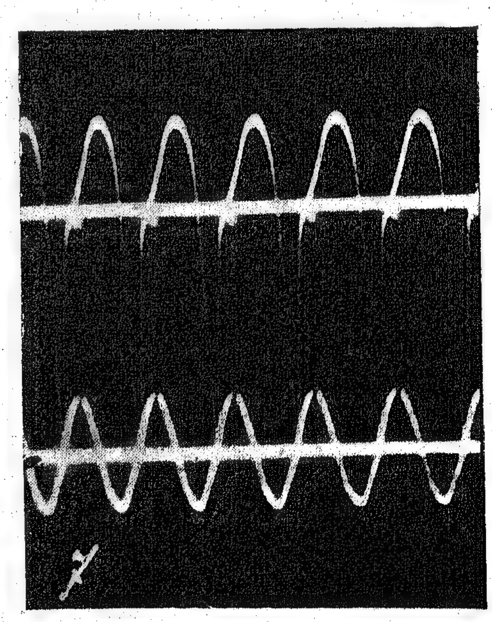


Fig. 18.

(7) Il trasformatore adoperato consentiva diversi rapporti di trasformazione.

Nelle figg. 13 e 14 riportiamo gli oscillogrammi che mostrano l'andamento della corrente al primario, curve superiori, nel transitorio da vuoto a carico e da carico a vuoto; le curve inferiori danno l'andamento della tensione.

Abbiamo voluto inoltre vedere se, sottoponendo il nucleo ad una magnetizzazione continua di segno contrario a quella prodotta dal ca-

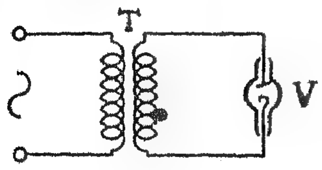


Fig. 19.

rico secondario, si ottengono dei risultati corrispondenti a quelli che il metodo qui esposto lascierebbe prevedere. La fig. 15 mostra l'andamento dell'onda di corrente da noi ricavata, per una magnetizzazione continua prossima a quella relativa all'oscillogramma di fi-

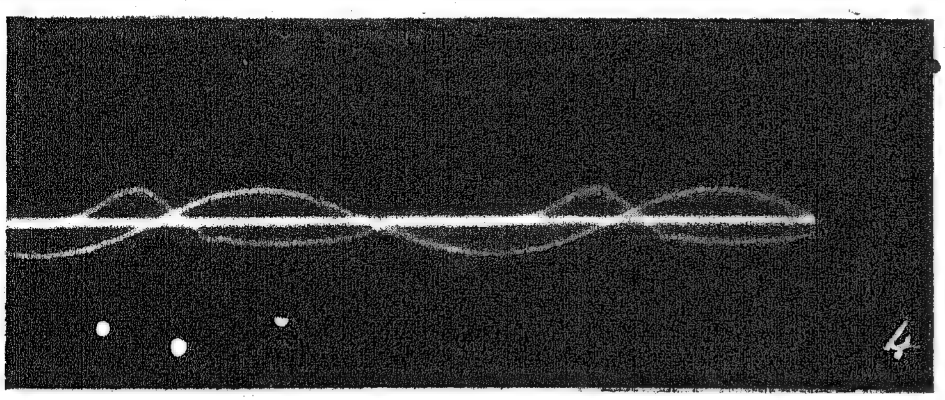


Fig. 20.

gura 16; l'oscillogramma di fig. 17 mostra l'onda di corrente al primario quando tale magnetizzazione sia molto forte.

L'oscillogramma di figura 18 mostra invece il caratteristico andamento della corrente a vuoto, quando il nucleo sia sottoposto ad una forte magnetizzazione continua. Nonostante la forte asimmetria, il valore medio di tale corrente, è sempre nullo, come abbiamo già rilevato al paragrafo 2.

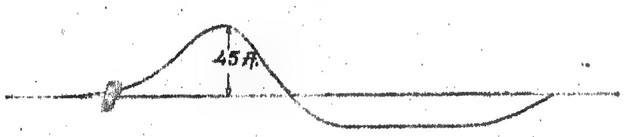


Fig. 21.

Una serie di misure eseguite sullo stesso trasformatore, utilizzando però un raddrizzatore a vapori di mercurio, hanno portato a risultati perfettamente analoghi a quelli ora esposti.

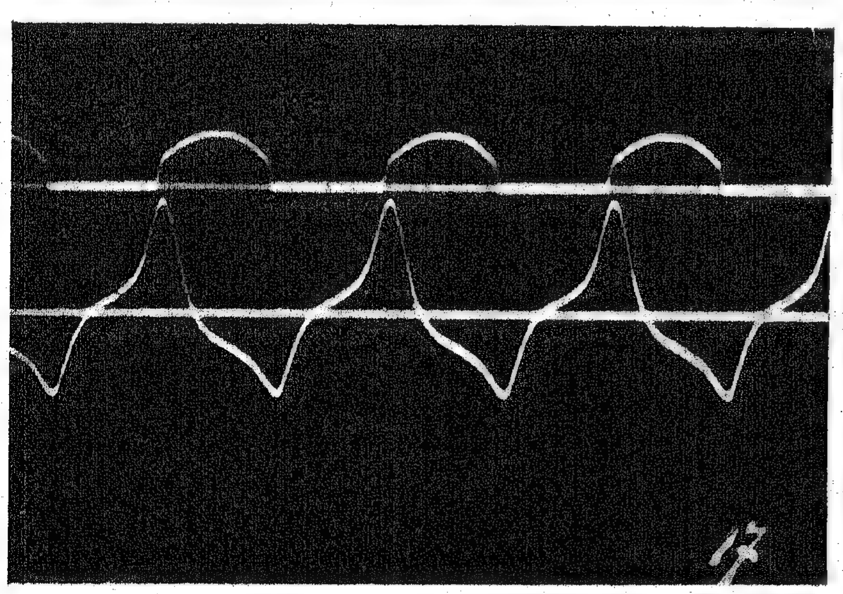


Fig. 22.

Esempio II. — Raddrizzatore a valvola; circuito di fig. 19.

Il trasformatore adoperato, con rapporto 250/70.000 V, apparteneva ad un apparecchio Radiagna-Gorla per roentgen-diagnostica medica; esso alimentava un tubo termo-elettronico autoraddrizzatore. L'oscillogramma di fig. 20 mostra l'andamento della corrente primaria e della tensione (la curva di quest'ultima è rovesciata); i dati relativi sono i seguenti (8):

$V_1 = 150$ V. $f = 42$ Hz. $I_1 = 19$ A. $I_{2m} = 30$ mA.

(8) Dati gentilmente forniti dal Prof. Pugno Vanoni.

Nella fig. 21 mostriamo la curva di corrente da noi determinata tenendo conto che il tubo era in regime di saturazione. Il valore efficace è di 18,7 A.

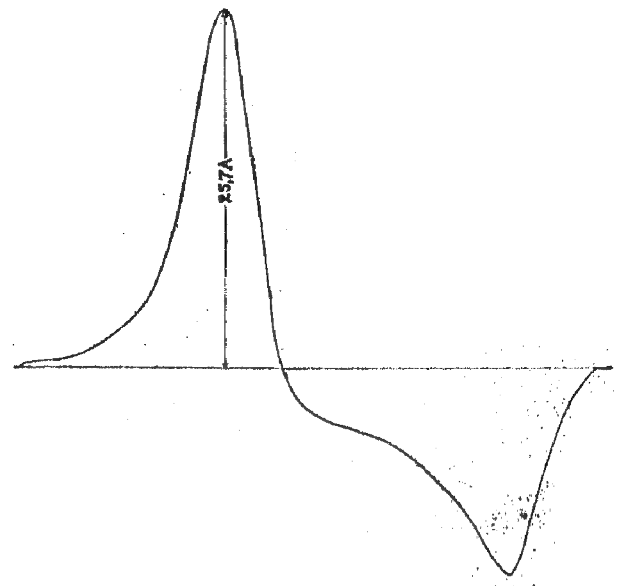


Fig. 23.

Esempio III. — Raddrizzatore a valvola, circuito di fig. 1.

Il trasformatore impiegato, della potenza di circa 10 kVA, aveva un rapporto di trasformazione 460/100.000 V. La curva inferiore dell'oscillogramma della fig. 22 mostra l'onda di corrente assorbita al pri-

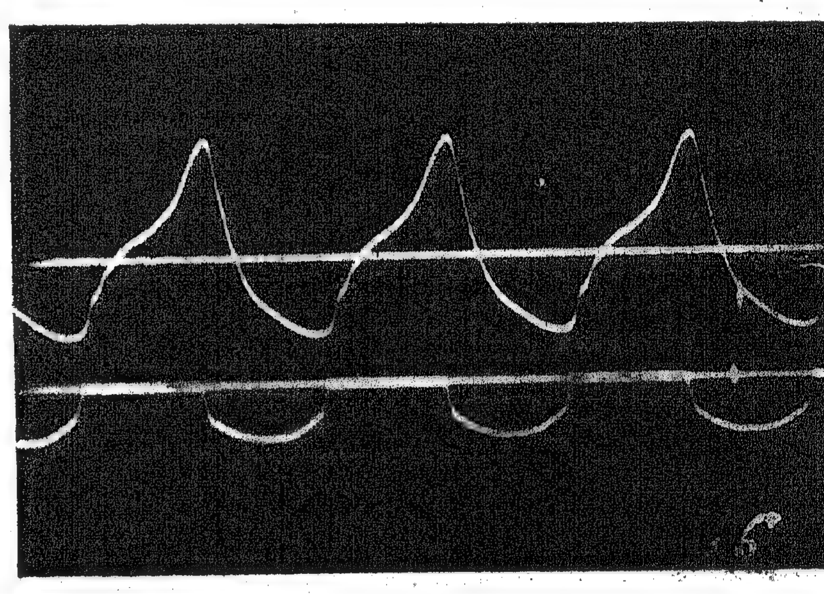


Fig. 24.

mario e la curva superiore quella erogata al secondario; la fig. 23 dà l'onda di corrente da noi determinata. I valori corrispondenti sono:

Per la fig. 22

$V_1 = 405$ V	$f = 42$ Hz	$I_1 = 10,5$ A
$W_1 = 1600$ W	$I_{2m} = 14$ mA	$\Theta = 0,375$

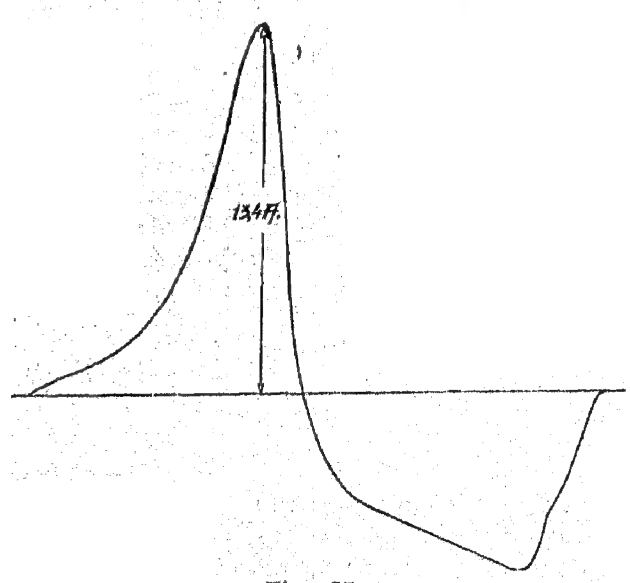


Fig. 25.

Per la fig. 23

$V_1 = 405$ V	$f = 42$ Hz	$I_1 = 9,5$ A
$W_1 = 1300$ W	$I_{2m} = 14$ mA	$\Theta = 0,34$

Nelle figg. 24, 25 sono riportate due curve analoghe corrispondenti ai valori qui sotto segnati:

Per la fig. 24

$V_1 = 308$ V	$f = 42$ Hz	$I_1 = 6,1$ A
$W_1 = 1090$ W	$I_{2m} = 14$ mA	$\Theta = 0,58$

Per la fig. 25

$V_1 = 308$ V	$f = 42$ Hz	$I_1 = 5,5$ A
$W_1 = 910$ W	$I_{2m} = 14$ mA	$\Theta = 0,54$

*

Dagli esempi che abbiamo qui sviluppati, ci sembra di poter ritenere, che il metodo qui esposto, permette di predeterminare, tenendo conto degli elementi che intervengono nel funzionamento reale di un trasformatore, l'andamento della corrente ed il fattore di potenza al primario quando il secondario sia caricato su una sola semionda.

Il procedimento qui svolto è evidentemente analogo a quello seguito nella determinazione della corrente a vuoto di un trasformatore e quindi, come in quel caso, porta a dei risultati che dipendono dalla conoscenza, sempre incerta, delle caratteristiche magnetiche del trasformatore. Data la natura del problema, l'approssimazione ottenuta è, secondo noi, più che sufficente per le applicazioni pratiche.

Studio eseguito nel Laboratorio di Elettrotecnica del R. Istituto Superiore d'Ingegneria di Padova, diretto dal Prof. Enzo Pugno Vanoni, al quale l'autore esprime qui la sua gratitudine.

Padova, 20 settembre 1934-XII.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Il nome «Volta» sul mare.

Riceviamo:

Signor Redattore Capo de L'Elettrotecnica.

La lettera che recentemente Ella ha pubblicato col titolo «Un singolare omaggio a Volta» (L'Elettrotecnica, 15 *settembre* 1934, pag. 604) *è stata riprodotta integralmente dalla* Revue Générale de l'Electricité *nel fascicolo del* 17 *novembre* 1934 *a pag.* 158 B. *Gli elettrotecnici italiani ne saranno sicuramente assai lieti: con questa comunicazione la* R. G. E. *si è resa interprete dei nostri sentimenti presso i Colleghi d'oltralpe per quel simpatico omaggio che la Marina Francese tributa da parecchi lustri al nostro Volta.*

La stessa R. G. E. *nell'informarmi dell'avvenuta pubblicazione, mi dà cortesemente notizia di un* battello elettrico *dal nome «Volta» che traversò la Manica nel* 1886. *La descrizione di questa traversata, forse la prima con propulsione elettrica, si trova nel* Bulletin de la Cité Internationale des Electriciens, *settembre-ottobre* 1886, *pag.* 341.

Eccone la traduzione integrale:

« *Traversata della Manica col battello elettrico Volta.* — Fino ad oggi l'elettricità aveva traversato i mari soltanto in profondità e per mezzo di cavi; oggi è alla superficie che la vediamo compiere le sue meraviglie come sorgente motrice, Tutta la stampa scientifica ha ultimamente annunciato la recente traversata del *Volta* da *Douvres* a *Calais* e ritorno; l'andata è stata effettuata in 3h 41' e il ritorno in 4h 15'.

Questa scialuppa in lamiera d'acciaio misura 11,26 m di lunghezza, 2 m di larghezza; nello spazio libero sotto il ponte, contro la chiglia, trovano posto 61 accumulatori E. P. S. del peso di 2 tonn circa.

La carica degli accumulatori è stata effettuata, in partenza, con una dinamo [illegible] sulla banchina di Douvres. La scarica di 28 A in partenza si è mantenuta costante fino a Calais, poi è diminuita progressivamente durante il ritorno fino a raggiungere 25 A a Douvres.

L'ultimo mezzo miglio è stato percorso a grande velocità coi motori a circa 1000 giri al primo.

I due motori che azionano direttamente l'elica sono del tipo Reckenzaun ed assicurano tre velocità: per la più piccola velocità i due motori sono in serie, per la media un solo motore è in servizio, e infine per la massima velocità i due motori sono alimentati in parallelo. Tutte queste manovre sono comandate da un commutatore, mentre un altro commutatore permette di invertire la marcia rovesciando la corrente nelle armature.

I motori hanno le seguenti dimensioni: lunghezza 1,15 m, larghezza 0,52 m, altezza 0,33 m. A piccola velocità girano a 600 e a grande velocità a 1000 giri al primo, sviluppando 16 HP con un peso di 330 kg cioè di 21 kg circa per cavallo.

Sono note le prime applicazioni di M. Trouvé sulla Senna e le prove del canotto *Electricity* sul Tamigi. Il *Northumbria* del Duca di Beaufort aveva già raggiunto la velocità di 16 km/h e la scialuppa porta-torpedini (11 m per 1,90 m) consegnata all'Italia da M. Yarrow 13,3 km/h. Coll'attuale esperimento i costruttori si proponevano di dimostrare l'adattabilità ai bisogni della Marina da Guerra di scialuppe sempre pronte a partire e che esigono solo una carica parziale di tanto in tanto, quando esse non sono in servizio. Il *Volta* col tempo calmo scelto per la traversata, ha provato fino a che punto la sua marcia fosse silenziosa, manovrando in modo da catturare un gabbiano addormentato sulla superficie del mare. Questa caratteristica sarebbe di grande importanza negli impieghi bellici ».

Come vede, Signor Redattore, il nome Volta è legato anche ai primi esperimenti di propulsione elettrica delle navi. Di ciò non possiamo che prendere atto ben volontieri, grati ai colleghi francesi per l'omaggio che la loro Patria ha reso e rende al grande italiano.

Mi creda dev.mo Suo Ing. KHA.

Torino, 2 dicembre 1934-XIII.

A complemento delle interessanti notizie segnalate dal collega Kha, non è forse fuori luogo ricordare, che il nome di Volta è stato portato ed è tuttora portato per i mari anche da navi, che alzano la nostra bandiera da guerra.

Il R. Trasporto «Volta», di 2520 tonnellate, entrato in servizio nel 1885 e mobilitato subito per il Mar Rosso, occupa un posto importante nella storia delle nostre colonie dell'Africa Orientale. In tutti i periodi più intensi della attività militare italiana in quelle regioni, fino al 1908, il «Volta» si trovò a battere il mare lungo quelle coste difficili e inospiti. Al «Volta» apparteneva il Sottotenente di Vascello Carlo Zavagli, caduto nell'imboscata di Varsheik sulla costa Somala (1890). L'ultima comparsa del vecchio e glorioso bastimento fu alla grande rivista navale di Napoli (novembre 1912), passata da S. M. il Re al termine della guerra di Libia. Nel 1914 fu radiato.

Il nuovo «Volta», di 2400 tonnellate, entrato in servizio nel 1923, ha già compiuto una lunga missione nei mari dell'Estremo Oriente ed è ora aggregato alla Flottiglia della Scuola di Comando, che, con attività intensa e molteplice, tempra i giovani ufficiali di vascello all'esercizio di una fra le forme più complete e più dure di responsabilità, di cui la società moderna ci offra l'esempio.

N. d. R.

SUNTI E SOMMARI (*)

ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA.

M. CAILLART — Sulle batterie di avviamento. (Bull. Soc. Franc. Elec., ottobre 1934, pag. 992-998, con 2 fig.). **2 b**

L'A. si riferisce ad un recente studio di M. Jumau (vedi *L'Elettrot.* 1934, pag. 409) secondo il quale le batterie di accumulatori piombo-zinco non avrebbero praticamente vantaggi sufficienti per compensarne gli inconvenienti. Questi ultimi consistono specialmente nell'intervento di azioni locali per causa delle quali l'elemento perde la sua capacità. L'A. in base ad esperienze proprie arriva a conclusioni opposte. Le esperienze furono eseguite in confronto fra una batteria Pouchain da 36 Ah e una batteria al piombo da 75 Ah. I risultati delle esperienze sono riportati per esteso, e riguardano: la capacità in Ah in funzione della corrente fornita; le variazioni in funzione del tempo, ad erogazione su resistenze costanti, della tensione, dell'intensità e della potenza; il confronto dell'energia fornita in funzione della potenza media; la perdita di carica per giorno; il comportamento in regime di carica e scarica ripetute; la rapidità massima di scarica, e il sovraccarico tollerabile. Secondo l'A. le conclusioni dei confronti eseguiti confermerebbero che la batteria piombo-zinco giustifica anche in pratica la superiorità teorica che da tutti le è riconosciuta. La contraddizione fra le proprie esperienze e quelle dell'Jumau è spiegata dall'A. ritenendo che il Jumau abbia sperimentato su batterie di cattiva costruzione. Le batterie Pouchain avrebbero la superiorità indiscutibile di sopportare regimi di carica molto elevati e permettere quindi ricariche molto rapide, particolarità assai utile per le batterie destinate ad azionare veicoli soggetti a frequenti arresti e avviamenti. Inoltre l'attitudine a sopportare forti intensità permette notevoli semplificazioni di impianto. *Ri.*

APPLICAZIONI VARIE.

L. G. H. SARSFIELD — Apparecchi per radiologia ed elettromedicina. (J. I. E. E. Londra, LXXV, 451, luglio 1934, pag. 33-40). **6 b**

I tubi per radiografia attualmente in uso sono tutti a vuoto spinto con catodo incandescente; la tensione anodica può arrivare fino a 100 kV. I tubi sono circondati da camicie di piombo nella zona dove si generano i raggi X salvo l'apertura attraverso la quale si utilizzano i raggi per le radiografie. La potenza dei tubi è variabile da 2,5 a 20 kW (riferita però ad un tempo massimo di utilizzazione continua di 1 secondo); i tipi con raffreddamento natu-

(*) Per i titoli delle Riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

rale sono preferiti a quelli con circolazione ad acqua (sebbene il loro ingombro sia maggiore) perchè danno una maggiore sicurezza di funzionamento. In metallurgia si usano, per l'esame delle saldature e dei getti di fusione, tubi per raggi X con tensione anodica maggiore di 100 kV ed in un caso persino di 1500 kV; il bulbo è allora di tipo smontabile in modo da permettere le necessarie riparazioni agli elettrodi ed il vuoto è mantenuto in modo continuo, mediante una pompa.

I fili di collegamento sono di solito isolati in gomma e rivestiti con una guaina metallica collegata a terra; data la tensione di alimentazione molto elevata è necessario provvedere il cavo di appositi terminali per evitare le scariche superficiali fra il filo ed il rivestimento metallico. La corrente continua di alimentazione dei tubi per raggi X è sempre ottenuta a mezzo di una valvola termoionica collegata al secondario di un trasformatore elevatore di adatto rapporto. La regolazione del tempo di esposizione può essere ottenuta in due modi: o regolando il tempo di applicazione della tensione fra gli elettrodi del tubo, oppure applicando un otturatore a lastra di piombo in corrispondenza dell'apertura dalla quale escono i raggi X; il tempo di esposizione per le radiografie ordinarie è di solito compreso fra 0,1 e 10 secondi. Per controllare il funzionamento del tubo occorre un milliamperometro col quale si misura la corrente anodica ed un voltmetro per la misura della tensione anodica.

Apposite emulsioni fotografiche contenenti sali metallici, come il solfuro di zinco, che diventano fluorescenti quando sono esposti ai raggi , vengono usate per aumentare la sensibilità delle lastre destinate alle radiografie. Per la visione diretta si usano schermi di vetro sui quali viene applicato uno strato di sostanza fluorescente.

Sempre nuove applicazioni trova la diatermia nella produzione della febbre a scopo curativo; si usano correnti alternate ad alta frequenza (da 10 milioni a 40 milioni di hertz) ottenute mediante oscillatori a valvole termoioniche. Il corpo del paziente viene di solito posto fra due piatti metallici isolati ai quali si applica la differenza di potenziale a frequenza molto elevata.

I raggi ultravioletti sono prodotti specialmente con lampade a vapore di mercurio in bulbo di quarzo; recentemente è stato messo in commercio un tipo di lampada al cadmio che sembra dare una radiazione in raggi ultravioletti anche più ricca della lampada a vapore di mercurio. Per maggiore comodità degli operatori sono stati studiati speciali complessi di apparecchi che permettono di eseguire molte operazioni successivamente con grande facilità. Una applicazione recente dell'effetto galvanico della corrente continua è stata fatta per ottenere il deposito di sali metallici (di solito sali di zinco) sopra le mucose malate ad es. del naso a scopo curativo.

I. L.

E. Altschul — **Il nuovo ponte mobile di Barendrecht (Olanda).** (Revue B. B., N. 4, aprile 1934, pag. 71, con 1 fig.). **6 c**

Il ponte mobile installato sull'Onde-Meuse ha una portata di 68,5 m ad un'altezza di sollevamento di 40 m; il peso della travata mobile è di 540 tonn. e la velocità di sollevamento di 0,76 ÷ 1 m/sec. I problemi inerenti al comando sono stati risolti ricorrendo al motore a collettore, che consente, come è noto, un avviamento facile, la regolazione continua e senza perdite della velocità ed il frenamento elettrico immediato fino all'arresto completo. L'avviamento, la regolazione ed il frenamento sono comandati da un'unica leva di comando. Oltre al freno elettrico, il ponte è munito di freno ad aria compressa e di un freno di sicurezza, il quale entra in azione quando manca la tensione, oppure quando la pressione dell'aria compressa è insufficiente.

Come dispositivi di sicurezza sono notevoli un dispostivo di messa in corto circuito del rotore del motore di comando per renderne impossibile la fuga; un dispositivo agente sul freno di sicurezza quando, per qualche motivo, la fuga del motore tenda egualmente ad avvenire; un apparecchio speciale che riduce la velocità in prossimità delle posizioni finali; una serie di interruttori di fine corsa per le posizioni estreme.

V. D. Ma.

H. Wildhaber — **Comandi regolabili nelle tintorie.** (Revue B. B., N. 4, aprile 1934, pag. 71-72, con 2 fig.). **6 c**

Le macchine impiegate nelle tintorie richiedono in gran parte un comando a velocità variabile entro ampi limiti. Il comando individuale con motore trifase a collettore a caratteristica shunt è particolarmente raccomandabile perchè consente una regolazione altrettanto graduale come col motore a corrente continua, mentre ha un rendimento migliore se si tien conto delle perdite per la conversione dell'energia. Il motore a collettore permette di adattare esattamente la macchina comandata alle condizioni di servizio richieste e contribuisce quindi al miglioramento del lavoro ed all'aumento della produzione. Questi vantaggi, secondo l'A., sono tali da compensare largamente le maggiori spese d'impianto.

V. D. Ma.

H. Mattel — **Una piallatrice con comando a contattori.** (Revue B. B., N. 4, aprile 1934, pag. 74-75, con 2 fig.). **6 c**

È un esempio tipico di comando per macchina utensile mediante contattori. Questi ultimi controllano il funzionamento del motore principale a corrente continua che assicura lo spostamento della tavola. All'avviamento ed all'atto dell'inversione di marcia, il motore è portato alla velocità desiderata variando le resistenze inserite nel circuito principale e nel circuito di campo. Un frenamento molto energico in corto circuito rende estremamente rapido l'arresto del motore. Relais termici a massima corrente proteggono il motore contro i sovraccarichi permanenti, mentre le valvole assicurano la protezione contro i colpi bruschi di corrente. Tutti gli apparecchi sono rinchiusi dentro un apposito armadio, con porte chiuse a chiave. Sul pannello in lamiera posto tra le porte sono montati un voltmetro, un amperometro, una lampada segnale ed una leva per il comando dell'interruttore principale.

V. D. Ma.

CONDUTTURE.

M. Artini — **Le vibrazioni sulle linee aeree in relazione alle caratteristiche meccaniche dei conduttori.** (L'En. Elettr., settembre 1934, pag. 713-718). **9 c**

Una speciale inchiesta ha dimostrato che sulle linee elettriche italiane si sono avuti soltanto rari casi di vibrazioni e che tali fenomeni hanno avuto conseguenze spiacevoli soltanto nel caso di una sola grande linea. Tale fatto, in contrasto con quanto rilevato in molti paesi esteri, può essere, secondo l'A., messo in relazione con le direttive generalmente seguite nella costruzione delle nostre linee ad alta ed altissima tensione.

Richiamando brevemente la teoria dei fenomeni connessi alle vibrazioni dei conduttori l'A. mette in evidenza l'importanza che assume a tale riguardo il valore $\sqrt{T/p}$, cioè del rapporto fra la tensione meccanica del conduttore ed il peso di esso per metro. Le vibrazioni sarebbero tanto più facili quanto maggiore è tale rapporto. Esso può aumentare per tre ragioni: tendenza a sfruttare al massimo la resistenza meccanica del conduttore, adozione di grandi diametri per evitare il fenomeno corona, scelta di un metallo diverso dal rame. La prima tendenza si è nettamente affermata in alcuni paesi esteri, mentre in Italia si è generalmente più prudenti nel calcolo delle linee, cosicchè la maggior parte delle nostre linee è calcolata con coefficiente di sicurezza 3 rispetto al sovraccarico massimo di vento o ghiaccio. Per quanto riguarda il materiale, la tendenza alle vibrazioni aumenta per i conduttori leggeri ad alta resistenza meccanica. I conduttori che hanno il maggiore valore $\sqrt{T/p}$ sono quelli cavi in rame con anima di rinforzo, che però differiscono pochissimo dai soliti conduttori cordati in rame. Per quelli in alluminio od acciaio il valore è del 40 al 50 % più grande di quello del rame ed ancor più per quelli in aldrey. Dall'esame di molte grandi linee con campate di 200 a 250 m l'A. ritiene che possa riconoscere un valore critico di detto rapporto intorno 0,9 a 1,1 nel senso che al di sotto di 0,9 le vibrazioni sarebbero molto improbabili, mentre al di sopra di 1,1 esse diventano molto probabili, quando esistano condizioni geografiche e metereologiche favorevoli.

Ri.

W. G. Standring — **Alcune misure sulle caratteristiche elettriche delle catene di isolatori.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 451, luglio 1934, pag. [illegible] a 118, con 5 fig.). **9 e**

L'A. ha eseguito una serie di misure di fattore di potenza e di impedenza su 22 catene di isolatori di 8 tipi diversi montate all'aperto; le prove sono state fatte nell'inverno del 1931 con tempo sereno, piovoso e nebbioso con brina. Uno speciale ponte di misura accoppiato con riduttore elettrostatico di tensione di tipo cilindrico ha permesso di compiere le varie misure con una tensione di alimentazione fino ad 84 kV. Le prove hanno dimostrato la superiorità degli isolatori a campana con profilo tronco-conico, eventualmente con scanalature interne (quantunque l'efficacia delle scanalature sia piuttosto modesta), su quelli con scanalature esterne. Buoni risultati si ottengono dagli isolatori a disco [illegible] di forma piana senza scanalature superficiali. Con tempo [illegible]oso le catene presentavano un'impedenza crescente col crescere della tensione applicata.

I. L.

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

N. Kotschubey — **Raddrizzatori a vapore di mercurio per forti intensità installati in Russia.** (Revue B. B., N. 5, maggio 1934, pag. 91-92, con 2 fig.). **29 c**

Per due impianti di elettrolisi dello zinco in Russia sono stati forniti quattro gruppi raddrizzatori da 9000 A a 575 V. Ciascun gruppo comporta un autotrasformatore di regolazione, il quale consente la regolazione sotto carico della tensione continua da 475 a 575 V. I raddrizzatori sono a 12 anodi e sono ripartiti in quattro gruppi di due ciascuno allacciati ad altrettanti trasformatori con secondario doppio esafase. Oltre agli accessori normali, ciascun raddrizzatore comporta un dispositivo di protezione contro i corti circuiti ed i sovraccarichi, agente sulle griglie di controllo. Queste, mediante un relais extrarapido, vengono polarizzate negativamente rispetto al catodo ogni qualvolta si manifesta un sovraccarico inamissibile; la tensione negativa è fornita da una dinamo a 110 V,

di 550 W. La protezione dei gruppi è completata da interruttori trifasi a monte e da interruttori rapidi a valle. Gli interruttori automatici sono comandabili elettricamente a motore: lo stesso comando a distanza è stato previsto per l'inseritore a gradini addossato a ciascun autotrasformatore di regolazione.

Per la messa in servizio, vengono effettuate successivamente le seguenti operazioni: inserzione della pompa a mercurio; inserzione della pompa rotativa; chiusura dell'interruttore di eccitazione e simultanea messa in marcia del gruppo di polarizzazione e della pompa di circolazione dell'acqua refrigerante; chiusura dell'interruttore in olio; chiusura dell'interruttore a corrente continua. La successione dei comandi è assicurata da un certo numero di blocchi, i quali impediscono false manovre e mettono fuori servizio i gruppi se si manifestano irregolarità di funzionamento. *V. D. Ma.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

A. Drigo — **La resistenza elettrica dei materiali ferromagnetici e le loro proprietà magnetiche.** (L'En. Elettr., settembre 1934, pag. 683-689, con 12 fig.). **14 h**

L'A. ricorda anzitutto i fenomeni essenziali del ferromagnetismo e le interpretazioni teoriche che ne sono state date, con particolare riguardo alla teoria del Weis sui campi molecolari.

Si ritiene oggi che i cosidetti portatori del ferromagnetismo siano gli elettroni liberi, che in seno a particolari reticoli cristallini, e in certe particolari condizioni, conferiscono al materiale uno stato di magnetizzazione spontanea che ne modifica l'energia totale interna e le proprietà che da essa dipendono. Un materiale policristallino risulterebbe di elementi materiali (domini elementari) magnetizzati a saturazione e orientati a caso in tutte le direzioni cosicchè il materiale appare smagnetizzato per compensazione. Vengono poi ricordate le anomalie nella variazione di resistenza presentate dai metalli ferromagnetici nella zona di temperatura in cui possiedono la magnetizzazione spontanea. Tale anomalia sarebbe da interpretarsi come una sopraconduttività di origine magnetica da ricollegarsi alla orientazione che subiscono gli elettroni magnetici per l'azione delle forze di scambio. Questi studî dovuti principalmente al Gerlach condussero alla interpretazione dei fenomeni di magneto-resistenza nei materiali ferromagnetici policristallini. Le conclusioni della teoria generale hanno anche permesso di utilizzare i fenomeni di magnetoresistenza per studiare le modificazioni di proprietà magnetiche che un materiale subisce per varî trattamenti, e confrontarle fra loro. Dallo studio delle anomalie della magnetoresistenza in un filo cilindrico sottoposto ad un campo obbliquo e dalle ricerche sperimentali su laminette sottilissime si è potuto riconoscere che nella massa del materiale policristallino laminato esiste una direzione rispetto alla quale i fenomeni di magnetoresistenza sono affini a quelli a cui darebbe luogo un monocristallo. Queste ricerche di carattere teorico hanno portato anche pratici risultati per le applicazioni tecniche, offrendo un nuovo metodo di indagine assai sensibile, delle proprietà magnetiche caratteristiche dei materiali. *Ri.*

E. Perucca — **Conduzione delle pellicole metalliche e conduttività superficiale dei metalli.** (Nuovo Cimento, 1934, N. 8, pag. 531-541, con 2 figure). **14 b**

L'A. si richiama a precedenti suoi studî, dai quali era risultato non potersi accettare l'ipotesi che le anomalie osservate nella conduzione delle pellicole metalliche sottili (cioè deficiente conduttanza delle stesse) dovessero attribuirsi ad una struttura granulare delle pellicole stesse; secondo tali studi dell'A. la deficiente conduttanza delle pellicole sarebbe invece dovuta al fatto che gli elettroni di conduzione sarebbero forniti soltanto dagli atomi abbastanza interni nella massa metallica da non risentire le perturbazioni dovute al cessare del reticolato cristallino, cosicchè tali elettroni verrebbero a mancare nelle pellicole sottilissime. Altri autori hanno preferito attribuire l'origine delle anomalie ad una struttura anomala, perchè amorfa, della pellicola metallica.

L'A. critica gli studî di Reinders e Hamburger sugli strati di wolframio di spessore medio monoatomico e dimostra, contrariamente, alle conclusioni di tali Autori, che anche nel wolframio esiste la pellicola a conduttanza anomala. Esamina altresì l'ipotesi del Tisza, che il cammino libero medio degli elettroni liberi nella pellicola diminuisca collo spessore di essa; rileva come questa ipotesi ed altre analoghe non possano accordarsi coi risultati sperimentali. Secondo il Kramer i fenomeni dipenderebbero da grandi variazioni irreversibili di conduttanza delle pellicole sottili con la temperatura. Ma anche questa ipotesi non si accorda con molti risultati sperimentali. Recentemente è stato dimostrato che la struttura delle pellicole metalliche è sicuramente cristallina.

Dall'analisi di questi fatti e di altri risultati sperimentali l'A. crede che si debba ritenere confermata l'ipotesi che un metallo sia normalmente terminato alla sua superficie da uno strato in cui gradualmente la conduttività cresce da un valore relativo alla parte esterna dello strato, fino al valore relativo alla parte interna dello strato, valore ormai coincidente col valore della conduttività che spetta al metallo massiccio. *Ri.*

L. Leprince-Ringuet — **I raggi cosmici.** (Annales P. T. T., luglio 1934, pag. 639-657, con 4 fig.). **14 b**

La scoperta dei primi fenomeni relativi ai raggi cosmici risale al 1900 e consistette al principio nell'osservazione di una leggera ionizzazione, che si produceva in un gas sottratto ad ogni altra apparente influenza. Il problema ha fatto grandi passi specialmente in questi ultimi pochi anni. Si riconobbe che questo effetto di ionizzazione aumentava notevolmente se ci si elevava nell'atmosfera, mentre era ancora sensibile sotto uno strato d'acqua di oltre 200 metri. Si osservò pure che questa nuova radiazione era indipendente dal susseguirsi del giorno e della notte e pressochè costante in tutte le località. Il Millikan emise la teoria che la radiazione in questione pervenga dagli spazi intersiderali, dove la materia è assai rarefatta, e che essa fosse composta di fotoni e non di elettroni o altri corpuscoli caricati. Dalla analisi della curva di assorbimento il Millikan credeva di poter dedurre che essa fosse dovuta alla sovrapposizione delle curve di assorbimento esponenziale relative a 4 bande monocromatiche. Secondo il Millikan la radiazione cosmica sarebbe prodotta nei processi che conducono alla formazione degli atomi. Più recentemente si sono acquisiti altri risultati sperimentali, fra cui: esistono in tale radiazione corpuscoli aventi energia dell'ordine di parecchi miliardi di elettroni-volt; la intensità della radiazione diminuisce coll'aumentare della latitudine; un complesso di considerazioni conduce a ritenere che esista una radiazione primaria arrivante nelle alte regioni dell'atmosfera con certe distribuzioni di energia e che la radiazione da noi ricevuta sia in parte un effetto secondario. Le più recenti esperienze hanno poi messo in evidenza che la radiazione cosmica, che noi riceviamo, è in gran parte costituita da corpuscoli a carica positiva. L'A. descrive anche sommariamente l'apparecchiatura usata per le misure dei raggi cosmici. *Ri.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

H. L. Curtis e R. W. Curtis — **Una determinazione assoluta dell'ampere.** (Bur. of Stand. Jour. Res., giugno 1934, pag. 665-734, con 14 fig.). **15 a**

Il Bureau of Standards ha effettuato una determinazione del valore assoluto dell'ampere internazionale, seguendo il metodo usato nel 1911 da Rose, Dorsey e Miller lievemente modificato. La ricerca aveva lo scopo di verificare se si fosse manifestata una alterazione sensibile nell'unità di corrente dopo il 1911 e di determinare di quanto la attuale unità internazionale di corrente differisca dalla unità assoluta. Tale ricerca aveva importanza in relazione alla decisione del 1928 del Comitato Internazionale Pesi e Misure di adottare le unità elettriche assolute. Per le misure venne usato il metodo della bilancia di corrente, installando l'apparecchiatura in un locale sotterraneo a chiusura ermetica, nel quale la temperatura era mantenuta costante entro piccole frazioni di grado centigrado; le osservazioni venivano effettuate dall'esterno mediante dispositivi ottici. La sensibilità della bilancia era dell'ordine di 3 milliradianti per milligrammo; era possibile riconoscere l'influenza di un centimilligrammo, il che corrispondeva ad una precisione di uno su un milione nella misura della forza elettromagnetica fra le bobine.

Gli AA. descrivono molto dettagliatamente tutto il dispositivo sperimentale e discutono ampiamente le cause di errore. La determinazione in ampere assoluti della corrente nelle bobine della bilancia esigeva oltre che la misura della forza elettromagnetica fra le bobine stesse, anche la misura delle costanti di esse. Anche a questo riguardo vengono riportati molti dettagli, specialmente intorno al metodo elettrico adoperato per la misura del rapporto dei raggi delle bobine. Il risultato finale delle misure è stato il seguente: 1 ampere internazionale = 0,999.928 ampere assoluti. Tale risultato corrisponde, entro i limiti degli errori sperimentali, con quello ottenuto nel 1911, dimostrando che il campione di corrente realizzato presso il Bureau of Standards mediante pile campione e resistenza campione non ha da allora sensibilmente cambiato. *Ri.*

A. Iliovici — **Sulle unità.** (Bull. Soc. Franc. Elec., ottobre 1934, pag. 968-992, con 3 fig.). **15 a**

Riassumendo lo stato attuale della questione l'A. rileva come permanga il dissidio fra coloro che considerano le relazioni fisiche come vere relazioni fra grandezze e quelli che le considerano invece soltanto relazioni fra le misure delle grandezze stesse. Molte questioni hanno carattere di arbitrarietà, come ad esempio quella del numero delle unità fondamentali, che va scelto in base a considerazioni di semplicità e di opportunità. L'A. indugia sulla divergenza di opinioni precedentemente citata, dimostrando di inclinare verso l'opinione di coloro che considerano le relazioni riferite alle misure di grandezze e, discutendo parecchie relazioni geometriche e fisiche, mette in evidenza come esse debbano essere interpretate veramente come relazioni fra valori particolari delle grandzze considerate. Passa poi a considerare la natura dei coefficienti che intervengono nelle relazioni fisiche, rilevando come essi possano essere dei semplici numeri o dipendere dalla misura di grandezze costanti. Mette poi in evidenza l'utilità delle equazioni di dimen-

sione ed illustra le dimensioni dell'unità d'angolo. In ultimo discute le note questioni ancora in sospeso riguardo alla nomenclatura delle unità dei sistemi elettrostatico ed elettromagnetico. Concludendo l'A. rileva che scegliendo formule di definizione appropriate si arriva ad avere un solo gruppo di unità, con quattro unità fondamentali per la misura delle grandezze elettromagnetiche. Se si definisce il campo magnetico H come rapporto fra una forza ed una massa magnetica (questa definita colla legge di Laplace, con coefficiente 1) e se si definisce l'induzione mediante le formule $e = -d\phi/dt$ ed: $\phi = BH$, le unità B ed H hanno dimensioni differenti e devono quindi portare nomi differenti in tutti i sistemi di unità facenti parte dell'unico gruppo a 4 unità fondamentali e quindi anche nel sistema di unità elettromagnetiche. *Ri.*

A. Brunn — **Diagramma vettoriale e bilancio energetico dei circuiti elettrici.** (E. u. M., N. 18, 19, 20 del 6, 13, 20 maggio 1934, pag. 205-208, pag. 216-221 e 225-230, con 9 fig.). **25 a**

La rappresentazione vettoriale delle grandezze elettriche si presta egregiamente allo studio dei fenomeni stazionari nei circuiti elettrici: può condurre per contro a risultati errati quando si vogliano rappresentare fenomeni energetici dei circuiti stessi. Tali errori, come dimostra l'A., sono imputabili al concetto comune di tensione fra due punti, ben definito dalle norme come il lavoro specifico delle forze elettriche sull'unità di carica positiva che si sposta dall'uno all'altro dei due punti del campo. Una rappresentazione vettoriale pienamente soddisfacente anche per lo studio del bilancio di energia dei circuiti elettrici è possibile se al succitato concetto di tensione si sostituisce quello di « tensione dinamica » definita come la somma algebrica delle f.e.m. indotte e delle f.e.m. statiche nel tratto di circuito ai cui capi è riferita la tensione. Un esempio di calcolo riportato dall'A. dimostra la fecondità di questa definizione nello studio vettoriale delle macchine elettriche, in particolare del trasformatore. *V. D. Ma.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

H. Lux — **L'illuminotecnica nel 1933.** (Licht, gennaio e febbraio 1934, pag. 5-6 e 26-28). **19 a**

L'anno 1933 è caratterizzato dal fatto che vengono introdotte nella pratica, specialmente per l'illuminazione delle autostrade, le lampade a vapori di sodio e, parallelamente ma in altri campi speciali, le lampade a vapori di mercurio ad alta pressione. In campo fotometrico si sono fatti numerosi studi per ideare o per perfezionare metodi e strumenti di misura: l'A. ricorda i varî accorgimenti escogitati per risolvere le difficoltà della fotometria eterocromatica, gli studi sulla questione dell'unità di misura fondamentale fotometrica, ecc. Progressi si sono registrati anche in campo applicativo: notevoli quelli dell'architettura luminosa e dell'illuminazione pubblica per la quale si va sempre più adottando il sistema di controllo con cella fotoelettrica. *G. Co.*

R. G. Weigel — **Proprietà fotometriche dei vetri smerigliati ed opalini.** (Licht, gennaio e febbraio 1934, pag. 13-17 e 39-40). **19 a**

Fra i materiali per illuminazione, i vetri smerigliati e quelli opalini adempiono all'ufficio di mascherare la sorgente luminosa abbassandone il valore dello splendore e contribuendo a creare la distribuzione di flusso luminoso voluta. Perchè ciò possa effettuarsi col massimo rendimento è necessario che i vetri in oggetto possiedano determinate doti di trasparenza e di potere diffondente e presentino convenienti valori nei coefficienti di trasmissione, di riflessione e di assorbimento. Su queste proprietà fotometriche riferisce l'A., prendendo in considerazione tanto i diversi tipi di vetro smerigliato (a sabbia, all'acido, su una faccia, su tutte e due le faccie) quanto quelli opalini (massicci e placcati). *G. Co.*

K. Fränz — **Sul calcolo esatto delle intensità d'illuminazione.** (Licht, gennaio 1934, pag. 17-18, con 1 fig.). **19 b**

La determinazione analitica del valore dell'intensità d'illuminazione che si ha in un locale a pareti riflettenti è, notoriamente, assai difficile. Nell'articolo si espone un procedimento molto interessante per risolvere tale problema, procedimento che si presta anche, come mostra l'A., per accertare facilmente l'influenza dei cosidetti corpi estranei nella sfera di Ulbricht. *G. Co.*

E. Meyer — **Un nomogramma per il calcolo dell'illuminazione naturale.** (Licht, febbraio 1934, pag. 19-23, con 4 fig.). **19 b**

Il nomogramma illustrato dall'A. permette la facile soluzione di un problema interessante gli architetti: determinare le dimensioni da dare alle finestre di un locale affinchè in questo si abbia una intensità d'illuminazione prefissata. Esso è costituito da dieci assi corrispondenti alle seguenti grandezze: l'intensità d'illuminazione media orizzontale ad 1 m di altezza dal pavimento del locale; la stessa intensità all'aperto; il rapporto fra queste due intensità; il rapporto fra l'intensità d'illuminazione media verticale alla finestra e l'intensità d'illuminazione media orizzontale all'aperto; il rendimento del locale; la superficie della finestra; la superficie del pavimento; il rapporto fra le superfici del pavimento e della finestra; la larghezza della strada; la differenza fra l'altezza della casa dirimpetto e l'altezza della finestra sulla strada. L'A. fa qualche esempio per mostrare l'uso del nomogramma. *G. Co.*

IMPIANTI.

W. R. Felix — **Il gruppo turbo-alternatore da 36000 kW del Puits Caroline della Miniera di Witkovvitz.** (Revue B. B., N. 5, maggio 1934, pag. 92). **20 f**

L'A. espone i risultati delle prove di collaudo definitivo del gruppo, costituito da un generatore trifase da 36.000 kW a 3000 giri/min e da una turbina alimentata con vapore a 120 kg/cm² ass. ed a 480 °C. I risultati ottenuti sono i seguenti:

Carico	20.000	30.000	36.000	kW
Consumo di calore riferito ai morsetti dell'alternatore	2544	2464	2469	cal/kWh
Riscaldamento dell'acqua d'alimentazione	76	85	88	°C
Surriscaldamento intermediario	360	360	360	°C
Acqua refrigerante pel condensatore	25	25	25	°C
Rendimento termico riferito al vapore vivo prima della valvola d'immissione ed alla potenza ai morsetti del generatore	33,7	34,9	34,8	%

Con un calcolo semplice l'A. dimostra che, disponendo di acqua refrigerante a 15 °C e potendo riscaldare l'acqua d'alimentazione fino a 165 °C, si potrebbe contare sopra un rendimento termico del gruppo pari al 37 % e sopra un rendimento totale di tutto l'impianto, riferito al carbone ed ai morsetti dell'alternatore, [illegible]. Con l'installazione di un generatore di vapore Brown Boveri Velox a olio pesante, il rendimento totale salirebbe sicuramente al 32 ÷ 33 % raggiungendo praticamente il rendimento di un gruppo con motore Diesel. *V. D. Ma.*

A. Fritz — **Una stazione di smistamento senza apparecchi in [illegible]** (Revue B. B., N. 4, aprile 1934, pag. 75-76, con 2 fig.).

Per motivi di ingombro e di sicurezza, gli apparecchi in [illegible] sono stati banditi dalla sottostazione Keplerplatz dei Servizi [illegible]trici di Vienna.

Siccome lo spazio sotterraneo disponibile per gli arrivi [illegible] partenze delle linee è strettamente ridotto ed incompabile [illegible] l'installazione di interruttori in olio, sono stati prescelti interr[illegible] ad espansione, i quali sono stati montati su zoccoli separati, [illegible]pendenti dalla intelaiatura che porta i sezionatori ed il quadro [illegible] gli strumeni di misura. Questa disposizione è stata necessaria [illegible] evitare solecitazioni e vibrazioni dannose al telaio ed agli a[illegible]recchi, che sarebbero state altrimenti inevitabili a causa [illegible] grande velocità di apertura e chiusura degli interruttori ad [illegible]sione. I sedici interruttori impiegati hanno una potenza di rott[illegible] di 100.000 kVA. *V. D. Ma.*

W. Kissling — **Centrali idroelettriche automatiche nei [illegible] oceano.** (Revue B. B., N. 4, aprile 1934, pag. 67-68, con 2 fig.). **20 n**

Fra le centrali interamente automatiche è notevole l'impianto di Medellin nella Colombia con una unità trifase da 650 kVA, 6000 volt, 50 Hz, 900 giri/min. La messa in o fuori servizio della centrale può esser effettuata a distanza attraverso la linea di trasporto ad alta tensione; la sincronizzazione, la mesa in carico e l'arresto sono interamente automatici. Il tipo di apparecchiatura impiegato per questo impianto è particolarmente indicato per le centrali secondarie chiamate a fornire un apporto di potenza ad una grande centrale oppure a contribuire con altre a fornire la potenza necessaria ad una sottostazione. In alcuni casi, l'automatismo completo può essere sostituito ad un automatismo parziale, il quale non comporta in generale la messa in marcia automatica, ma soltanto la regolazione della tensione e del carico in condizioni ordinarie, nonchè l'arresto della centrale in caso di perturbazione. Come esempi tipici di impianti automatici sono ricordate la centrale di San Lorenzo in Armero nella Colombia (un gruppo da 200 kVA, 2400 V, 500 giri/min) ed una centrale dell'isola di Giava, con due unità da 180 kVA, 300 V, 50 Hz, 1500 giri/min. Un impianto semiautomatico, a sorveglianza ridotta, è quello di Curupao nel Venezuela, con due gruppi idro-elettrici da 2050 kVA, 6600 V, 50 Hz, 740 giri/min, con trasformatori elevatori a 70.000 V. Nonostante che questo impianto sia anche stazione di smistamento per le linee in arrivo da altre centrali, grazie all'automatismo parziale, è stato possibile affidarne ad un solo agente la sorveglianza. *V. D. Ma.*

MECCANICA.

A. Mazza — **Utilizzazione dell'aria liquida come accumulatore di energia e come forza motrice.** (L'Industria Mineraria, agosto 1934). **27**

La utilizzazione dell'aria liquida sia come accumulatore di energia sia come fluido motore potrebbe permettere di migliorare i diagrammi di sfruttamento delle centrali elettriche, utilizzando l'e-

nergia di supero in certe ore del giorno. Il disperdimento minimo che si ha nell'accumulo dell'aria liquida permette, secondo l'A., di utilizzare disponibilità idroelettriche assai discontinue nel tempo e nella quantità.

Secondo l'A. sarebbe anche possibile attualmente costruire serbatoi di aria liquida così grandi da permettere l'immagazzinamento stagionale della energia. Una delle utilizzazioni più convenienti dell'aria liquida così accumulata potrebbe essere, secondo l'A., quella per la trazione ferroviaria e pei motori di aviazione. L'A. svolge un calcolo di massima di un motore alimentato ad aria liquida, illustrando anche in linea di massima alcune disposizioni costruttive e di installazione. L'aria liquida potrebbe anche essere usata per comandare le motrici di centrali elettriche di riserva, facendo evaporare l'aria liquida in serpentini immersi nei corsi d'acqua delle centrali idroelettriche o esposti alle radiazioni solari. Analoghe applicazioni si potrebbero avere per gli autocarri e simili veicoli. Una speciale considerazione viene rivolta dall'A. all'applicazione del motore ad aria liquida per le locomotive ferroviarie, nelle quali la difficoltà principale è quella di assorbire dall'aria ambiente il calore necessario per l'evaporazione dell'aria liquida; a tale scopo viene prospettato l'impiego di speciali radiatori opportunamente disposti sulla locomotiva. *Ri.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

M. KRONDL — **Calcolo dei motori monofasi a condensatore.** (E. u. M., N. 12, 25 marzo 1934, pag. 133-136, con 6 fig.). **29 b**

Oltre all'avvolgimento principale dell'induttore, il motore monofase a condensatore comporta una avvolgimento ausiliario in serie con una capacità. Quest'ultima sfasa in anticipo, rispetto alla tensione della rete, la tensione ai morsetti dell'avvolgimento ausiliario. Con una scelta conveniente del condensatore, è possibile ottenere ai morsetti del motore un sistema bifase. Il motore funziona allora come macchina bifase alimentata da una rete monofase: esso possiede quindi il rendimento ed il fattore di potenza di un motore bifase ed è in grado di assorbire dalla rete corrente in anticipo e di funzionare quindi come compensatore. Il motore a condensatore possiede inoltre una coppia all'avviamento eguale al 40 %, della coppia normale e non richiede collegamenti speciali per la messa in marcia. L'utilizzazione della macchina è di gran lunga migliore di quella del motore monofase. La mancanza di componenti pulsanti nel campo rende il motore praticamente silenzioso ed adatto per applicazioni domestiche.

La teoria ed il calcolo del motore a condensatore sono molto semplici se si ammette che la macchina funzioni a carico costante: l'A. mostra infatti che, in tale ipotesi, è possibile realizzare un sistema bifase simmetrico scegliendo la capacità in modo che la potenza apparente eguagli la potenza apparente assorbita dalla parte del motore. A carico variabile, il calcolo si complica per la determinazione del diagramma di lavoro del motore comporta la risoluzione di equazioni complesse. L'A. dimostra che è, tuttavia, possibile conciliare l'esattezza di calcolo con una notevole semplificazione del medesimo ed espone la linee generali del metodo da lui proposto. *V. D. Ma.*

MOTORI PRIMI.

La più grande centrale Diesel-elettrica del mondo installa una nuova unità di 10.000 kW. (Power, aprile 1934, pag. 198-200, con 5 fig.). **30 d**

La centrale Diesel-elettrica più importante del mondo è quella di 27.000 kW che fornisce energia alla Concessione francese di Shangai. Recentemente vi è stata installata una nuova unità che porta la potenza totale a 37.000 kW. Contrariamente alle unità precedentemente installate, che sono a semplice effetto, il nuovo motore è a doppio effetto. Esso è ad 8 cilindri con velocità di 136 giri al minuto ed è direttamente connesso ad un alternatore trifase da 8000 kW a 500 volt. Il motore è ad iniezione con aria compressa, fornita da un compressore a [illegible] facente corpo col motore; una pompa a doppio effetto, anch'essa facente corpo col motore, fornisce l'aria compressa per il lavaggio. Il combustibile è introdotto nella camera superiore da una valvola centrale in testa al cilindro. Tutte le valvole hanno l'asse verticale e sono facilmente accessibili. Il pistone è composto di 3 parti, la superiore e la inferiore connesse con bulloni ad una grossa flangia dell'asta del pistone. Nella camera di combustione inferiore il combustibile viene introdotto attraverso due aperture nella testa del cilindo. Vi sono pompe del combustibile distinte per l'alimentazione della camera superiore e di quella inferiore. È possibile mettere in servizio il motore da un posto centrale di comando in un tempo che va un minuto e mezzo a due minuti. Gli sforzi rilevanti che sono necessari per la regolazione hanno reso necessaria l'adozione di un regolatore a servomotore: schematicamente il dispositivo consiste in una pompa comandata direttamente dall'albero a gomiti e che fornisce l'olio, a pressione variabile secondo la velocità del motore, agli organi del meccanismo di regolazione. Per il raffreddamento si usa acqua dolce che viene refrigerata in una torre ad evaporazione; vi sono due pompe di circolazione, una per i cilindri e l'altra per il pistone. L'olio di lubrificazione viene fornito al motore attraverso un filtro triplice ad elementi ripulibili durante il funzionamento. Vi è anche un dispositivo depuratore a centrifugazione attraverso il quale periodicamente l'olio viene fatto passare. *Ri.*

A. A. CRIQUI — **Scelta del tipo di ventilatore per tiraggio forzato e per tiraggio indotto.** (Power, maggio 1934, pag. 250-252, con 3 fig.). **30 d**

Per il tiraggio forzato sono in uso ventilatori del vecchio tipo a pale radiali, quelli più recenti a pale incurvate in avanti e finalmente quelli a pale curve all'indietro. Il tipo a pale radiali è usato soltanto raramente, per deboli pressioni, e per comando con motori a vapore. Date le sue piccole velocità esso diventa troppo ingombrante per elevate pressioni e non si presta al comando con motori elettrici. Esso sarebbe tuttavia adatto al servizio avendo una caratteristica di pressione che sale gradualmente dallo scarico libero allo scarico chiuso. Il tipo a pale curve in avanti può in molti casi essere opportuno, ma è molto sensibile alle variazioni di resistenza. La potenza assorbita cresce rapidamente e perciò i motori di comando devono sempre essere largamente proporzionati. L'impiego di tali unità in parallelo è consigliabile soltanto in casi eccezionali, quando cioè le condizioni siano rigidamente fissate impedendo perciò che il carico si distribuisca troppo diversamente. Nella curva che rappresenta l'andamento della pressione in funzione della portata si nota per le portate più ridotte una accentuata caduta delle pressioni; la macchina deve perciò essere fatta funzionare oltre il massimo della curva. L'A. svolge una discussione del funzionamento in parallelo di 2 unità di questo tipo. I ventilatori a paletta a semplice curvatura in avanti, oppure con doppia curvatura sono meccanicamente robusti e si prestano per grandi velocità periferiche. La pressione sale continuamente dallo scarico libero alla chiusura; queste macchine si prestano bene per il funzionamento in parallelo e per il comando con motori elettrici o con turbinette a vapore. La massima potenza si verifica in vicinanza al punto di portata normale. Per tiraggi indotti e basse pressioni si presta bene l'ultimo tipo descritto; per pressioni maggiori è preferibile una modificazione di esso con le palette pressochè radiali alla loro estremità. *Ri.*

L. BÖTTCHER — **Una nuova turbina a vapore di piccola potenza.** (Revue B. B., N. 5, maggio 1934, pag. 89-90, con 1 fig.). **30 d**

Si tratta di una una turbina a contropressione adatta per industrie che richiedono vapore per servizi. La macchina è costruita, in cinque tipi, per una potenza massima di 450 kW. La girante in metalli ad alta resistenza, si compone di una sola ruota Curtiss di piccolo diametro, montata a sbalzo nei tipi più piccoli; la velocità può arrivare a 17.000 giri/min; le tenute sono a labirinto; i supporti sono lubrificati con olio sotto pressione. Il tipo più piccolo di turbina è munito di una valvola di regolazione comandata meccanicamente dal regolatore di velocità; gli altri tipi hanno la distribuzione comandata con olio sotto pressione, in modo analogo a quanto avviene nelle turbine Brown Boveri di grande potenza. Un regolatore di sicurezza indipendente dal sistema di regolazione, chiude la valvola d'immissione del vapore quando la velocità della turbina sorpassa del 10 % la velocità di regime. Le turbine a contropressione costante sono munite di un regolatore di pressione di scarico. Gli ingranaggi di collegamento fra turbina e macchina comandata sono di alta precisione, lubrificati con olio sottopressione fornito da una pompa posta nel carter del riduttore e comandata dall'albero della grande ruota, e che fornisce pure l'olio al circuito della distribuzione.

L'ingombro delle turbine è ridotto, le fondazioni poco importanti, il rendimento elevato; il servizio è compatibile con tutte le pressioni e temperature abituali del vapore e per tutte le contropressioni variabili da 0,4 a 0,6 kg/cm² ass. *V. D. Ma.*

RADIOTECNICA.

W. A. HILLEBRAND, CH. J. MILLER — **Superficie degli isolatori ed effetti radio.** (Elec. Eng., agosto 1934, pag. 1213-1220, con 22 fig.). **34 v**

Gli AA. hanno studiato in particolare gli effetti delle scariche superficiali sugli isolatori nei riguardi dei disturbi che ne derivano alle trasmissioni radio, ricercando i mezzi per mettervi riparo. Lo stato della superficie degli isolatori e anche lo stato dell'atmosfera (specialmente nei rispetti dell'umidità) hanno notoriamente grande influenza sulla formazione delle scariche; il meccanismo delle formazioni di esse viene analizzato mettendo in evidenza come esse si inizino di solito come deboli archi ad alta tensione fra elettrodi liquidi. In generale l'effetto corona prodotto in aria non produce disturbi notevoli. La presenza di croste saline può produrre la scarica a tensioni molto inferiori alla normale come è stato dimostrato da osservazioni in linee in servizio e da esperienze di laboratorio che vengono descritte. Esse consistettero sopratutto nel confrontare il comportamento di lastre di vetro pulite oppure ricoperte di una crosta salina ottenuta facendo evaporare su di esse l'acqua di lavaggio di isolatori di linee esposte in vicinanza del mare, in modo da riprodurre la stessa composizione della crosta salina; le lastre di vetro interposte fra due elettrodi venivano chiuse in un ambiente in cui si poteva regolare il grado di umidità e ad esse veniva ap-

plicata una certa tensione facendo passare la corrente di perdita e di carica nel primario di un trasformatore a radiofrequenza che aveva il secondario connesso al circuito di antenna di un impianto radioricevente. Le esperienze consistevano nel creare nell'ambiente il grado di umidità voluto, applicare la tensione e misurare le tensioni risultanti nell'apparecchio radio rilevandone anche oscillogrammi. Analoghi rilievi furono eseguiti su isolatori di linee in esercizio prima e dopo una lavatura. Nel complesso la presenza o meno di uno strato conduttore alla superficie dell'isolatore non cambia sostanzialmente il fenomeno della scarica che, anche nel caso della presenza di depositi conduttori, si stabilisce sempre colla stessa repentinità: l'unica differenza consiste nella minore tensione a cui la scarica si determina. Gli AA. descrivono per esteso le particolarità delle esperienze e delle osservazioni eseguite e riportano anche parecchi rilievi oscillografici. *N.*

M. M. Morack — Curve di tensione per i circuiti di griglia dei tiratroni. (Gen. Elec. Rev., giugno 1934, pag. 288-295). **34 b**

Le condizioni, alle quali deve obbedire la forma della tensione applicata alla griglia per ottenere che l'accensione del tubo si verifichi nel tempo voluto, senza che questo tempo vari col variare della caratteristica del tubo, sono sostanzialmente tre: la tensione positiva, deve essere sufficiente per ottenere una rapida ionizzazione dello spazio catodo-anodo; inoltre, occorre che l'onda di tensione applicata alla griglia abbia una fronte, per quanto è possibile ripida e che la griglia per un certo periodo, abbia una forte tensione negativa e che il percorso che gli ioni positivi devono seguire per neutralizzarsi sia a bassa impedenza.

Il modo ideale per ottenere delle forme d'onda opportune è di impiegare un trasformatore di impulso. Esso è costruito con un normale trasformatore monofase corazzato con lamiera in acciaio al silicio, su cui sono avvolti l'avvolgimento primario ed un avvolgimento di eccitazione a corrente continua. Sul cappello, che è formato di permalloy è avvolto il secondario. Inotre vi è uno shunt magnetico dello stesso materiale dei nuclei principali. Il flusso positivo della tensione primaria si concatena tutto col giogo di permalloy fino ad un certo valore della corrente, poi, quando il permalloy è saturo, si chiude attraverso lo shunt magnetico; il flusso nel giogo si mantene costante fino a che la direzione del flusso si inverte. In questo modo nel secondario sul giogo di permalloy si verificano intense e brevi variazioni di flusso, che danno luogo a onde di tensione molto strette e aguzze. Agendo sull'avvolgimento a corrente continua si può modificare lo sfasamento tra la tensione primaria e secondaria. Per ottenere una rapida deionizzazione, importantissima se si usano tiratroni in circuito di invertitore, si può usare vantaggiosamente il trasformatore ad impulso, completando il circuito con un condensatore ed un piccolo raddrizzatore, per esempio del tipo a ossido di rame, che serve a fornire un circuito a bassa impedenza, necessario ad eliminare rapidamente gli ioni positivi. Dato che il tempo che si ha a disposizione per la deionizzazione è molto breve, è importantissimo che questa avvenga nel modo più completo e perfetto e nell'istante voluto. *C. G. E.*

A. F. Wilkins — Il rilievo dell'angolo d'incidenza sulla terra delle onde riflesse dalla ionosfera. (J. I. E. E. Londra, LXXIV, 450, giugno 1934, pag. 582-588, con 9 fig.). **34 e**

L'A. ha studiato un apparecchio col quale è possibile misurare la differenza di fase delle correnti indotte dalle onde radio in due aerei orizzontali disposti parallelamente ad una certa distanza fra di loro: se l'onda scende verticalmente lo sfasamento è nullo, se invece arriva orizzontalmente lo sfasamento è massimo. Un oscillografo a raggi catodici permette di misurare lo sfasamento in modo diretto; le correnti d'aereo sono prima amplificate e poi applicate alle due coppie di elettrodi dell'oscillografo; sullo schermo si disegna un segmento a 45° rispetto agli elettrodi quando le due correnti sono in fase, ed un'ellisse quando sono sfasate. Dal rapporto dei due diametri dell'ellisse si deduce lo sfasamento delle due correnti e da questo si passa poi all'angolo d'incidenza delle onde radio in arrivo. La sensibilità del metodo di misura è tanto maggiore quanto più lontani sono i due aerei, in generale non conviene di sporre gli aerei ad una distanza maggiore del doppio della lunghezza d'onda ricevuta perchè il campo potrebbe presentare delle disuniformità. Il diagramma dell'oscillografo può essere rilevato a mezzo di una macchina fotografica di grande luminosità.

L'apparecchio è stato usato per determinare l'angolo d'incidenza delle onde emesse dalle 3 stazioni di Lawrenceville (su lunghezze di onda di 20,59 - 20,73 - 22,4 m) e di Montreal (22,58 m) dal gennaio al giugno 1933. L'angolo d'incidenza è misurabile con l'approssimazione di 1°; occorre una certa pratica nel valutare i risultati ottenuti perchè se la lunghezza d'onda è breve ad uno stesso angolo di sfasamento possono corrispondere diversi angoli di incidenza. Durante le misure prolungate per sei mesi sono state rilevate variazioni notevoli nell'angolo di incidenza, non soltanto da un giorno all'altro ma anche nello stesso giorno. Le attenuazioni (fading) si traducono sullo schermo dell'oscillografo in un impicciolimento del diagramma senza variazione del rapporto dei due assi. *I. L.*

T. I. Jones — La misura della capacità fra griglia e anodo nelle valvole schermate. (J. I. E. E. Londra, LXXIV, 450, giugno 1934, pag. 589-594, con 7 fig.). **34 g**

L'A. ha sviluppato due metodi per misurare la capacità fra griglia e placca nei tetrodi; come è noto questa capacità è molto piccola ed è difficilmente misurabile con metodi ordinari. Il primo metodo si applica alle valvole con filamento acceso; esso consiste nel misurare la capacità della griglia per due condizioni di carico diverse nel circuito di placca e precisamente prima con una resistenza in serie poi senza la medesima. Nel circuito di griglia si osserva allora una variazione della capacità di entrata rilevabile attraverso alla regolazione delle capacità dei circuiti di risonanza che fanno capo alla valvola. Se i circuiti di risonanza sono studiati in modo da permettere di valutare variazioni nella frequenza di risonanza di un periodo su 20.000 si dimostra che la capacità fra griglia e placca è misurabile a meno di 0,0001 $\mu\mu$F. Col secondo metodo si ottengono praticamente gli stessi risultati tenendo il filamento freddo; si applica fra la griglia e lo schermo esterno alla valvola una differenza di potenziale alternativa prima collegando la placca con lo schermo attraverso ad un condensatore e poi direttamente; si misurano le tensioni applicate con un voltmetro elettrostatico, e quelle indotte fra anodo e schermo con un voltmetro a valvole termoioniche. Si può allora dimostrare che facendo il rapporto delle letture di tensione corrispondenti, si può dedurre anche la capacità fra griglia e placca. *I. L.*

Il radioricevitore popolare V E 301. (E. T. Z., N. 7 del 15 febbraio 1934, pag. 157-158, con 3 fig.). **34 d**

In Germania è stato dato un grande impulso alla costruzione di un radioricevitore di tipo popolare, di cui sono stati prodotti già 600.000 esemplari. La costruzione è stata suddivisa fra oltre 30 Case costruttrici sotto la sorveglianza di un posto di controllo istituito presso l'Istituto Enrico Hertz. L'apparecchio è a tre valvole in alternata, compresa la raddrizzatrice e pure a tre valvole per alimentazione di batteria; in questo caso nel circuito è inserita una valvola RES 174 d. Malgrado il semplice circuito accordato, pre[…] la selettività dell'apparecchio è buona e ciò è dovuto alla a[…]tissima costruzione, scevra di smorzamenti, delle bobine e dei [con]densatori, e all'opportuno collegamento di antenna. L'appare[cchio] è munito di altoparlante elettromagnetico.

H. J. Zetzmann — Raddrizzatore a catodo caldo di piccola potenz[a ed] elevata tensione per stazioni radiotrasmittenti. (E. T. Z., N. [...] 1 marzo 1934, pag. 215-217, con 4 fig.).

Nella nuova stazione radiotrasmittente di Flensburg da 1, [...] sono stati installati piccoli raddrizzatori a vapore di mercu[rio a] catodo caldo per fornire la corrente anodica. Fra la rete di ali[men]tazione a 380 volt, 50 per/sec e il raddrizzatore sono interposti [il] trasformatore di regolazione e il trasformatore di alimentazione: la tensione continua erogata del raddrizzatore può essere regolata fra 12.000 e 3000 volt. L'impiego di un raddrizzatore di questo tipo per ottenere tensioni sui 10.000 volt costituisce una novità interessante. L'impianto ha un rendimento di oltre l'80 %: esso è stato eseguito dall'A. E. G. *Tt.*

E. B. Moullin e H. D. M. Ellis — I rumori di fondo degli amplificatori prodotti dall'agitazione termica e dall'emissione elettronica del filamento. (J. I. E. E. Londra, LXXIV, 448, aprile 1934, pag. 323-348, e discussione fino a pag. 356 con 25 fig.). **34 [...]**

Si calcola che in un cm³ di metallo vi siano 10^{23} elettroni liberi corrispondenti ad una carica di 15.000 coulomb; ogni elettrone si muove urtando contro le molecole; il percorso libero è di 6×10^{-6} mm in media (cioè 30.000 volte il diametro di un elettrone) e la corrente corrispondente è di 1,59 μA. Il movimento irregolare degli elettroni dà alla corrente risultante un valore medio nullo, tuttavia da istante ad istante la corrente prodotta dall'agitazione termica degli elettroni assume valori diversi ed anche contrari fra di loro. Se si considera un conduttore avente una resistenza R si osserverà ai suoi estremi una differenza di potenziale prodotta dall'agitazione termica degli elettroni tanto più grande quanto maggiore è R. Se il conduttore fà parte di un circuito contenente induttanza e capacità di valore opportuno, le correnti elettroniche potrebbero far sorgere oscillazioni elettriche di frequenza ben definita ed in relazione con le caratteristiche del circuito. La presenza di queste correnti può essere facilmente avvertita con un altoparlante qualora la frequenza delle oscillazioni non superi il limite di udibilità; il rumore di fondo che ne segue disturba la ricezione dei segnali più deboli. L'agitazione termica aumenta se nel circuito si fà circolare una corrente d'intensità costante; l'aumento è in relazione con la quantità del materiale di cui è costituito il filo e con l'isolamento fra spira e spira del medesimo.

Un'altra causa di disturbo risiede nell'emissione elettronica del filamento; si notano infatti variazioni da istante ad istante nel

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

flusso elettronico con frequenza abbastanza alta da creare onde sonore in sovrapposizione con quelle di origine esterna; l'entità di questo disturbo cresce dapprima con la corrente nel filamento e poi diminuisce. L'aumento della tensione anodica produce sempre un aumento nel disturbo. In certe condizioni speciali di risonanza del circuito anodico, per frequenze minori di 1.000 hertz, i disturbi possono diventare anche rilevanti.

Gli AA. analizzano i fenomeni ora esposti da un punto di vista teorico riuscendo a stabilire formule che rispondono bene ai risultati della pratica. Con circuiti ben studiati e con valvole adatte si può ritenere che l'entità dei disturbi di origine interna sia paragonabile ad un'onda di ampiezza massima sempre minore di 1 μvolt applicata alla griglia della prima valvola amplificatrice.

Discussione. — Non è sempre facile distinguere i disturbi prodotti dal turbamento elettronico da quelli di origine atmosferica raccolti dall'aereo. L'amplificazione di un apparecchio radioricevente è sempre necessariamente limitata quando si voglia ottenere una riproduzione dei suoni buona e senza distrubi apprezzabili. Altre cause di disturbo insite nell'apparecchio sono le correnti di dispersione attraverso gli isolatori che sostengono le valvole ed i fili di alimentazione delle medesime; l'entità di questo disturbo cresce con la tensione anodica applicata alle valvole. *I. L.*

Apparecchio per la trasmissione di fotografie, disegni etc. (Engin., 16 febbraio 1934, pag. 203-204, con 4 fig.). **34 f**

La caratteristica di questo nuovo sistema, della « Marconi's Wireless Telegraph Co. », è di permettere la trasmissione molto fedele di immagini anche complicate, nere e bianche, di 25,4×25,4 cm, senza far loro subire alcuna preparazione speciale, e di essere di manovra estremamente semplice. Un equipaggiamento unico serve per la trasmissione e per la ricezione: L'azione di una semplice leva consente di passare dall'una all'altra operazione. L'immagine da trasmettere è posta con la faccia contro un cilindro, e precisamente davanti ad una fenditura trasversale di questo; essa si sposta lateralmente mediante un motore sincrono che trascina pure un sistema ottico posto nell'interno del cilindro. Questo sistema produce una zona luminosa che gira di moto uniforme facendo oscillare l'immagine secondo un'elica, e dirige il fascio riflesso, la cui intensità variabile dipende dall'immagine, su di una [illegible] elettrica.

[illegible]riazioni elettriche della cellula azionano un trasmettitore [illegible]lla ricezione i segnali radio, selezionati e amplificati, azio[illegible] una lampada a incandescenza o un tubo a scarica nel gas in [illegible] raggi imprimono l'immagine su di un foglio di carta al bro[illegible] posto su di un altro cilindrico identico al primo ed animato [illegible] stesso movimento. Per portare e mantenere il sincronismo fra [illegible]ti due movimenti si utilizza un dispositivo a diapason. L'arti[illegible] riporta i dettagli di questa installazione e cita altresì gli altri [illegible]di Marconi anteriori a questo ultimo. *E. R.*

[illegible]TISTICA.

[illegible]. SCHNAUS — **I metodi di rappresentazione del carico annuo.** (E. u. M., N. 18, 6 maggio 1934, pag. 208-211, con 6 fig.). **36**

I nuovi mezzi di rappresentazione del carico annuo, proposti per ovviare alle deficienze degli altri sistemi utilizzati fino a qualche anno fa, appartengono a due categorie distinte: curve di potenza e curve di lavoro. Appartengono alla prima categoria: la *rappresentazione topografica della potenza* desunta dalle curve di carico giornaliero; la *rappresentazione topografica della utilizzazione* desunta dagli stessi diagrammi. Le rappresentazioni ricavate in base alla curva integrale del carico giornaliero rispetto alla potenza ed appartenenti alla seconda categoria sono: la *rappresentazione topografica dell'energia* ed il *diagramma con curve di livello*. Agli effetti di una pratica utilizzazione dei diagrammi rappresentativi per la somma e la sottrazione di carichi e per la valutazione del carico durante determinati periodi di tempo, i suddetti metodi si comportano in modo differente. L'A. dimostra, in modo dettagliato, che fra le rappresentazioni di potenza è preferibile la topografia del carico, mentre la topografia dell'energia si presta meglio fra le rappresentazioni del lavoro. *V. D. Ma.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

L. H. BEDFORD e O. S. PUKLE — **Un sistema di televisione con modulazione a velocità.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 451, luglio 1934, pag. 63-82 e discussione fino a pag. 92, con 19 fig.). **38 f**

Un punto luminoso mobile su uno schermo lascia una traccia tanto meno luminosa quanto maggiore è la sua velocità di spostamento. Gli AA. hanno applicato queso principio alla televisione utilizzando un tubo a raggi catodici normale per la riproduzione dell'immagine. Il fascetto dei raggi catodici si muove secondo linee orizzontali in modo da ricoprire successivamente nel tempo di 0,04 secondi tutto lo schermo fluorescente; l'intensità dei raggi è costante mentre la velocità di spostamento è variabile da punto a punto ciò che permette di riprodurre i contrasti fra luce ed ombra con tutte le sfumature dell'originale che si vuol produrre. Per la trasmissione si segue un procedimento analogo poichè non è possibile utilizzare un trasmettitore ad intensità luminosa variabile per alimentare un ricevitore a velocità variabile.

Il tubo a raggi catodici serve anche per esplorare l'immagine impressa ad es. su una pellicola cinematografica; il punto luminoso generato dai raggi catodici sullo schermo del tubo viene proiettato a mezzo di una lente sulla pellicola e raccolto da una cella fotoelettrica. La corrente prodotta da questa serve a modulare la velocità di spostamento orizzontale del punto luminoso sullo schermo in modo da rallentarne il movimento nelle zone più luminose; sullo schermo del trasmettitore si riproduce ingrandita l'immagine fissata sulla pellicola. Disponendo un secondo tubo di Braun in parallelo col primo si avrà una seconda riproduzione della figura qualunque sia la distanza esistente fra i due tubi. Il trasmettitore presenta tuttavia notevoli difficoltà di costruzione a causa della permanenza della luminosità sullo schermo fluorescente per uno certo tempo dopo che il fascetto dei raggi catodici è passato via; ciò porta ad un'immagine a contorni sfumati. Questo inconveniente è stato in parte eliminato mediante uno speciale circuito di compensazione contenuto nell'amplificatore a 12 pentodi in controfase collegato alla cella fotoelettrica. La trasmissione dell'immagine viene ottenuta con un numero di linee compresa fra 120 e 160; il movimento del pennello dei raggi catodici è comandato da uno speciale circuito contenente 2 thyratron che generano gli impulsi elettrici a profilo triangolare da applicare alle piastrine orizzontali e verticali dell'oscillografo trasmittente. Gli impulsi che determinano il movimento orizzontale vengono poi modulati ulteriormente dalla corrente della cella fotoelettrica soltanto durante il percorso di andata; il fascetto dei raggi deve tornare indietro con la massima velocità senza essere influenzato dalla trasparenza della pellicola. Per ottenere una buona riproduzione anche delle zone in ombra sarebbe opportuno accoppiare il sisema a velocità variabile con quello ad intensità variabile; il problema è allo studio ma non è ancora stato risolto date le difficoltà che esso presenta.

Il sistema di televisione a velocità variabile avrebbe il vantaggio di non richiedere la sincronizzazione come nei sistemi a disco di Nipkow e potrebbe funzionare con una tensione anodica costante nei tubi a raggi catodici, ciò che semplifica molto il problema della trasmissione. Il rendimento che si può ottenere da un oscillografo è maggiore col sistema a velocità variabile perchè l'intensità luminosa del punto sullo schermo è sempre massima e varia soltanto il tempo durante il quale il punto viene trattenuto su una determinata zona dello schermo; le zone luminose acquistano così un maggiore risalto su quelle in ombra. Il sistema a velocità variabile è stato usato per riprodurre le immagini fotografiche dal formato 3 × 4 al formato 6 × 8 cm.

Discussione. — Le zone in ombra dell'immagine appaiono rigate sullo schermo fluorescente perchè il punto luminoso le percorre più velocemente lasciando una traccia più ristretta; le zone in luce appaiono illuminate con maggiore uniformità. La televisione ottenuta col sistema a velocità variabile richiede una banda di frequenza dell'ampiezza di almeno 200.000 hertz che può essere trasmessa soltanto con le onde corte, mentre col sistema meccanico ad intensità variabile basta una banda più ristretta. La willemite (silicato di zinco sintetico) dà una fluorescenza migliore del tungstato di calcio e di cadmio; migliori risultati sono stati ottenuti recentemente coi solfuri di zinco e di cadmio-zinco coi quali sarebbe possibile costruire tubi di grande formato, tali cioè da permettere una visione più comoda senza che l'immagine abbia a perdere in luminosità. *I. L.*

E. WIDL — **Un nuovo procedimento per individuare difetti di isolamento nei cavi telefonici caratterizzati da resistenze di passaggio molto elevate.** (E. u. M., N. 19, 13 maggio 1934, pag. 213-216, con 6 fig.). **38 c**

Per individuare il punto difettoso del cavo, due conduttori sono chiusi in corto circuito ad un estremo; fra i capi dell'estremo opposto è applicato un galvanometro. La deviazione dello strumento è segnalata una prima volta quando la batteria è collegata, sopra una resistenza smorzatrice, fra un conduttore e la terra, ed una seconda volta quando la batteria è collegata fra l'altro conduttore e la terra. Note le resistenze di passaggio in corrispondenza del punto difettoso ed ammesso che le resistenze dei conduttori e le loro conduttività verso terra possano essere considerate convenientemente concentrate, lo schema equivalente del collegamento permette di calcolare la distanza del difetto dai due estremi del cavo. Il metodo è applicabile sotto determinate condizioni restrittive per quanto riguarda il rapporto fra la resistenza di passaggio nel punto difettoso e la resistenza ohmica dei conduttori, le resistenze d'isolamento, ecc. Un esempio numerico illustra il metodo di misura. *V. D. Ma.*

L. ESPENSCHIED e M. G. STRIEBY — **Trasmissione di larghe bande di frequenza su linee coassiali.** (Elec. Eng., ottobre 1934, pag. 1371-1381, con 19 fig.). **38 c**

I progressi della tecnica moderna hanno messo in evidenza l'utilità di servirsi di bande di frequenza assai più vaste di quelle comunemente impiegate in telefonia e in telegrafia; i servizi di televisione fanno ritenere necessario arrivare a poter disporre di bande

dell'ampiezza di 1000 chilocicli al secondo od anche più. Allo scopo di arrivare a tali risultati sono stati studiati accorgimenti che gli AA. descrivono ampiamente pur avvertendo che la loro adozione non può essere immediata e che in ogni modo essa dovrà avvenire gradualmente. I circuiti di tipo normale possono servire per bande di frequenze fino a qualche decina di migliaia di per/sec; coll'aumentare della frequenza diviene sempre difficile proteggere questi circuiti contro la interferenze esterne a meno di fare uso di schermi. È stato quindi studiato un circuito di nuovo tipo che consiste in un tubo conduttore che circonda un secondo conduttore disposto lungo l'asse di esso. Il circuito di trasmissione ad altissima frequenza si realizza fra la superficie esterna del conduttore centrale e la superficie interna di quello tubolare. Il dielettrico fra i due conduttori è quasi esclusivamente gassoso, salvo poche rondelle di sostegno distanziate fra loro, cosicchè le perdite dielettriche sono limitate ad onta dell'alta frequenza. In grazia dello skin-effect, il tubo esterno serve oltrechè come conduttore, anche come schermo perchè le correnti utili e le correnti indotte da interferenze si localizzano rispettivamente sulle due superfici interna ed esterna. Un sistema di trasmissione di questo genere, con conduttori coassiali di 12 mm (1''/2) di diametro esterno può essere usato per trasmettere una banda di frequenze fino ad un milione di periodi al secondo facendo uso di ripetitori per l'intera banda a distanze di circa 15 km; i dispositivi riceventi devono poter suddividere l'intera banda in più di 200 circuiti telefonici oppure utilizzarla completamente per servizio di televisione. Gli AA. illustrano ampiamente le caratteristiche di una linea costruita su tali principî e discutono le proprietà che devono avere gli organi con essa connessi e specialmente gli amplificatori e i ripetitori. *N.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

G. Romagnoli Mosca — **Variazione delle caratteristiche elettriche di lunghe linee aeree ad alta tensione.** **(L'En. Elettr., settembre 1934, pag. 703-712, con 3 fig.).** **40 a**

Viene riferito circa una serie di misure sperimentali eseguite su una delle terne a 130 kV fra la centrale di Mese e la sottostazione di Brugherio relativamente alle variazioni delle caratteristiche elettriche in dipendenza delle condizioni atmosferiche, dalla diversa conducibilità del suolo e da altre cause. La conoscenza di queste variazioni ha importanza per le applicazioni dei relais di protezione e per l'uso di alcuni apparecchi per la ricerca a distanza dei guasti in linea.

La resistenza ohmica varia notoriamente con la temperatura, la quale può subire spostamenti anche di 65° fra l'inverno e l'estate. Per la linea in questione si è riscontrata una variazione totale massima del 16 % rispetto alla resistenza a 16°. La resistenza ohmica del circuito di ritorno attraverso la terra aumenta dall'estate all'inverno del 15 al 18 % e quella complessiva del circuito fase-terra aumenta solo da 0 ad 8 %. Durante una pioggia tale resistenza può diminuire fino al 5 % del suo valore medio, ma appena cessata la pioggia ritorna al valore normale. Il vento, raffreddando i fili, tende ad aumentare, anche del 7 od 8 %, la resistenza del circuito faseterra. La induttanza di una fase non varia sensibilmente colle condizioni atmosferiche, fuorchè nel caso di forte vento trasversale alla linea.

Piccolissima è sempre la variazione dell'induttanza della spira formata da due fasi in serie. Quanto al circuito formato da una fase in serie con la terra come conduttore di ritorno si sono verificate variazioni nell'induttanza di poche unità % senza poter riconoscere l'esistenza di una legge ben definita. La capacità della linea tende ad aumentare dalla stagione estiva all'inverno, sembra per un massimo del 3 %; piccolo aumento si verifica durante le nevicate. Per la conduttanza di dispersione si è riscontrato che ciascuna fase ha un proprio valore medio, che differisce costantemente da quello delle altre due anche del 100 %. In presenza di brine, detta conduttanza aumenta del 50 al 65 % rispetto al valore medio. Poca influenza ha la nebbia; la pioggia porta un aumento anche del 50 %; la neve può produrre un aumento anche del 200 %. Dopo una pioggia, quando i fili e gli isolatori si sono asciugati si raggiunge un valore minimo della conduttanza, che scende al 40 % del valore medio. *Ri.*

W. Kidd e J. L. Carr — **L'applicazione del controllo automatico della tensione negli impianti elettrici di distribuzione.** **(J. I. E. E. Londra, LXXIV, 448, aprile 1934, pag. 285-297 e discussione fino a pag. 322, con 21 figure).** **40 c**

Negli impianti elettrici di distribuzione a bassa tensione si tollerano di solito variazioni del ± 4 % nel valore della tensione presso gli utenti; per consumatori di una certa importanza che derivano energia ad una tensione più alta si tollera anche una variazione in più del 12 %. L'A. riferisce di un impianto di distribuzione della potenza complessiva di 200.000 kVA con linee di trasmissione a 33 kV installato presso Manchester nel quale la regolazione della tensione è fatta in modo del tutto automatico. Bisogna però notare che la regolazione automatica o con trasformatori a prese multiple o con regolatori asincroni porta sempre ad un peggioramento del fattore di potenza medio dell'impianto poichè tutti i dispositivi di regolazione fanno aumentare il carico reattivo sulla rete.

I trasformatori a rapporto variabile risolvono bene il problema di correggere le variazioni di tensione quando siano state previste sufficienti prese in modo che passando dall'una all'altra la tensione non vari più dell'1,5 % del valore medio. La regolazione deve poter essere fatta anche sotto carico a mezzo di appositi inseritori provvisti di resistenze o di reattanze di compensazione; per il comando degli inseritori servono speciali rélais a tempo ritardato (da 0 a 90 secondi); sugli apparecchi di manovra sono montati contatori che indicano il numero delle operazioni eseguite in un dato tempo e ciò per facilitare la scelta del tempo di ritardo da applicare ai rélais. La regolazione automatica può essere realizzata su trasformatori sprovvisti di inseritore mediante l'inserzione in serie col secondario di un trasformatore a prese multiple.

Nelle sottostazioni automatiche è previsto il controllo a distanza delle operazioni eseguite, a mezzo di sistemi di collegamento telefonici distinti da quelli di comando secondi varii schemi recentemente introdotti nella tecnica.

Discussione. — L'inseritore con resistenza di compensazione dà un minore consumo dei contatti del trasformatore e garantisce una maggiore stabilità alla tensione. Il controllo a distanza degli impianti oltrechè permettere di diminuire il personale di sorveglianza, rende più pronto il servizio poichè elimina la trasmissione periodica delle relazioni scritte sull'andamento delle varie sezioni dell'impianto. I regolatori di tensione ad induzione oltre ad avere un minore rendimento rispetto ai trasformatori a prese multiple danno un sistema di tensioni spostato angolarmente rispetto a quello applicato allo stator; i regolatori di tensione ad induzione sono più adatti per correggere le cadute di tensione negli impianti rurali di solito molti estesi e con utenti di piccola importanza.

È stato notato che gli impianti di regolazione automatica danno molti disturbi alle radioricezioni. Un certo ritardo nel funzionamento del regolatore è opportuno in quanto impedisce all'apparecchio di agire quando ad es. la caduta di tensione è prodotta da un corto circuito temporaneo nell'impianto. In ogni caso bisogna ridurre il campo di regolazione entro limiti relativamente ristretti montando linee di sezione piuttosto abbondante. *I. L.*

C. Palestrino — **Perdite sugli isolatori di linea.** **(L'En. Elettr., ottobre 1934, pag. 791-796, con 6 fig.).**

L'A. ha cercato di sceverare fra le perdite a vuoto grande linea di trasmissione quelle dovute all'effetto coron corrente di capacità e le perdite sugli isolatori. Queste ulti dite sono dovute alla isteresi dielettrica, alla conduttanza effluvii; nella conduttanza bisogna distinguere quella inte quella superficiale che ha un valore assai maggiore. Le perdite pe isteresi e per conduttanza interna sono di piccolissime entità possono essere determinate esattamente in laboratorio; quelle p effluvio si possono in generale trascurare, praticamente. Le p dite per conduttanza superficiale sono di gran lunga le maggio non possono essere valutate se non approssimativamente in ope tanto più che le perdite nei diversi elementi di una catena dipe dono dalla ripartizione del potenziale sui varii elementi. L'A. ri porta anzitutto i risultati di determinazioni sperimentali delle perdite per isteresi e conduttanza interna per gli isolatori usati nella linea dell'Isarco; tali perdite non arrivano ad un watt per catena Sono state poi misurate le perdite a vuoto per la linea dell'Isarco in molte condizioni atmosferiche diverse e sono state valutate le perdite per effetto Joule dovute alla corrente di capacità. Dal computo riportato tali perdite per le tre fasi sono risultate di 166,4 kW. Le perdite per effetto corona sono state dedotte per mezzo delle formule del Peek, valutando l'influenza delle caratteristiche dei diversi tronchi, nonchè dell'andamento altimetrico della linea. Più difficile è la valutazione dell'aumento delle perdite corona per effetto della pioggia; a tale riguardo ci si è attenuti alle esperienze eseguite pure dal Peek. Deducendo dalle perdite totali quelle determinate come sopra indicato, si sono determinate le perdite dovute agli isolatori, a diversi regimi di tensione di esercizio. Nelle condizioni normali di 210 kV le perdite dovute agli isolatori risulterebbero mediamente di 4,86 W per catena con tempo secco, mentre con tempo piovoso salgono a 111 W. Pur tenendo presente la difficoltà di tali determinazioni risulta che le perdite sugli isolatori non sono affatto trascurabili e rappresentano la maggior parte delle perdite che si misurano sulla linea a vuoto. *Ri.*

C. Caminiti — **Le caratteristiche dei sistemi di trasmissione in relazione al funzionamento in parallelo dei gruppi generatori.** **(L'En. Elettr., ottobre 1934, pag. 797-801, con 5 fig.).** **40 f**

L'A. considera anzitutto uno schema monopolare dei circuiti di un gruppo di generatori accoppiati in parallelo sul circuito esterno. Rileva come si possa scrivere, in base al principio di coesistenza applicato ai circuiti singoli che costituiscono il circuito complesso, una formula che determina la corrente in uno qualunque dei circuiti in funzione delle forze elettromotrici che agiscono nel sistema e di altrettanti vettori di ammettenza. Tale formula è utile in molti problemi inerenti al funzionamento in parallelo del gruppo di macchine. Osserva l'A. che le impedenze delle macchine una volta sta-

bilite, non subiscono variazioni notevoli, mentre varia molto, con le condizioni di carico, l'impedenza dei circuiti esterni. Dimostra come si possano rappresentare i coefficienti di ammettenza mediante diagrammi che diano il loro modo di variare, in grandezza e fase, al variare dell'impedenza del circuito esterno. La costruzione e l'uso di tali diagrammi vengono dettagliatamente descritti. Quando poi il carico sia trasmesso attraverso linee ad alta tensione e di grande lunghezza, nella costruzione dei diagrammi di ammettenza bisogna tener conto delle variazioni che subisce l'impedenza di tali linee col variare del carico. In tali casi la costruzione dei diagrammi riesce un poco più complessa e viene anch'essa dettagliatamente indicata dall'A.; in generale per avere diagrammi di più immediata utilità pratica conviene fissare le variazioni del carico alla stazione ricevente e calcolare poi l'impedenza totale del circuito esterno al gruppo di macchine. I diagrammi indicati dall'A. riescono utili nello studio di molti problemi inerenti al funzionamento di gruppi di macchine.

Ri.

A. DELLA RICCIA — **Alcune generalità sul calcolo e la regolazione delle linee di trasmissione di energia elettrica.** (Bull. Ass. Ing. Electr. Montefiore, agosto 1934, con 6 fig.). **40 b**

L'A. considera uno dei conduttori d'una linea trifase di trasmissione di energia nei rispetti della cosidetta superficie neutra comune a tutti i conduttori della linea e che può essere costituita dai conduttori di guardia, dai contrappesi o dalla terra. Sviluppando le relazioni analitiche che rappresentano la tensione stellata fra ciascun estremo del tronco di conduttore considerato e la superficie neutra, dimostra come nel caso più generale bastino tre grandezze complesse per definire il problema. Questi coefficienti complessi possono essere considerati come tre operatori, aventi ciascuno una certa ampiezza ed una certa rotazione. Studiando una rappresentazione grafica delle relazioni analitiche trovate l'A. dimostra come tutto lo studio del funzionamento della linea possa essere riassunto nella determinazione di due centri e di due poli in un diagramma circolare. Da queste considerazioni vengono dedotte alcune conclusioni circa la soluzione del problema della regolazione di una linea e per la regolazione degli effetti della resistenza, della reattanza, della conduttanza e della suscettanza distribuite lungo la linea. *Ri.*

H. RISSIK — **Alcuni aspetti della trasmissione dell'energia elettrica mezzo della c. c. ad altissima tensione.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, luglio 1934, pag. 1-9 e discuss. fino a pag. 33, con 8 fig.). **40 a**

trasmissione con c. c. ad alto potenziale offrirebbe il prin- antaggio di trasportare una data potenza col minimo di cor- linea poichè verrebbe a mancare la circolazione della po- reattiva che affligge i sistemi a c. a. in conseguenza della apacità della linea; le linee in cavo avrebbero in modo particolare a guadagnare con la c. c.; infatti a parità di tensione e di lunghezza esse assorbono un carico reattivo che va da 14 a 16 volte ello di una linea trifase aerea. In linea di massima l'A. ritiene veniente la trasmissione con c. c. quando la potenza da traortare superi i 100.000 kW e la distanza sia di almeno 160 km; parità di isolamento la tensione applicabile ad una linea è sensibilmente maggiore con c. c. che con c. a. Le perdite di linea prodotte dall'effetto corona con c. c. sono dal 60 al 70 % di quelle con c. a. a parità di tensione applicata e la distribuzione della corrente è sempre uniforme qualunque sia il diametro dei conduttori.

L'ostacolo principale che si oppone all'adozione della c. c. per il trasporto dell'energia stà nella difficoltà di costruire il macchinario ad un prezzo ragionevole. Le soluzioni proposte sono molte; la dinamo può dare al massimo una tensione di 20 kV (su 2 collettori in serie), occorrono quindi molte unità in serie per ottenere una tensione paragonabile a quella degli impianti attuali a c. a. Più numerosi sono i sistemi basati sul raddrizzamento di una c. a. prodotta col macchinario usuale anche perchè essi permetterebbero di modificare gli impianti attuali con un minimo di spesa. L'A. indica sommariamente alcuni progetti attualmente allo studio per il trasporto di energia elettrica con c. c., essi sono una rete di distribuzione che collegherebbe tutti gli Stati Europei con uno sviluppo di 11.000 km ed una tensione di 500 kV; una linea di collegamento fra la Norvegia e la Germania a 400 kV con una capacità di trasporto di 1.250.000 kW ricavabili dalle stazioni mareomotrici progettate sui fiordi della Norvegia. Nella Patagonia è prevista l'utilizzazione delle maree sul golfo San Josè; l'impianto avrebbe una potenza di 3 milioni di kW e potrebbe alimentare Buenos Ayres alla distanza di 1100 km mediante una linea doppia a 600 kV. Una linea a 300 kV è prevista per collegare un impianto idroelettrico di 120.000 kW progettato sulla diga di Assuan col Cairo ad una distanza di 900 km.

Discussione. — L'impiego della c. c. può produrre fenomeni di corrosione elettrolitica nelle parti metalliche di sostegno degli isolatori e può portare a alterazioni nella massa isolante quando vi sia presente umidità; ciò porterebbe ad una riduzione della tensione applicabile alle macchine ed agli apparecchi per c. c. Il sistema di trasporto con c. c. a corrente costante e tensione variabile col carico dà perdite per effetto Joule costanti e dà quindi un rendimento decrescente col diminuire del carico. L'aria compressa potrebbe rendere più sicuro il funzionamento del collettore delle dinamo e darebbe modo di elevare la tensione della macchina anche da 4 a 6 volte; questa soluzione ha già dato risultati pratici soddisfacenti, essa permetterebbe di semplificare il macchinario non solo nella stazione generatrice ma anche in quella ricevitrice; dove la c. c. deve essere trasformata in c. a. per la distribuzione. Le dinamo ad aria compressa potrebbero soppiantare i sistemi statici di conversione attualmente in uso. Un'altra soluzione possibile potrebbe essere quella di far ruotare l'induttore e tenere fisso l'indotto come negli alternatori, con ciò la costruzione del collettore si semplificherebbe e dalla dinamo così modificata si potrebbero ricavare potenze rilevanti. *I. L.*

R. NIEBENBERGER — **Regolazione a distanza della potenza e della frequenza nelle grandi reti ad alta tensione.** (Bull. Soc. Franc., ottobre 1934, pag. 999-1040, con 21 fig.). **40 f**

Nell'esercizio di grandi reti è spesso necessario combinare una installazione di misura a distanza con un sistema di regolazione automatico a distanza (teleregolazione) del valore misurato. Questa teleregolazione viene eseguita in base a un principio analogo a quello per la misura a distanza: il valore della grandezza da regolare viene trasformato in un valore ausiliario che permetta la televisione e la teleregolazione. Per ottenere un funzionamento corretto di più teleregolatori di macchine o di centrali lontane fra loro è spesso necessario stabilire un sistema di teleregolazione anche per macchine vicine, per le quali tale sistema potrebbe a priori non sembrare necessario. L'A. illustra dapprima i diversi problemi di regolazione che possono presentarsi nella pratica dell'esercizio di reti elettriche. Passa poi a descrivere diversi sistemi di regolazione cominciando dal regolatore di velocità di costruzione normale con dispositivo a pendoli centrifughi; illustra le caratteristiche che deve possedere un regolatore, fermandosi specialmente sulla questione della regolazione statica od astatica. Descrive poi i dispositivi di regolazione statica con correzione astatica, ricordando i regolatori «Isodrom». Si occupa poi della realizzazione dei regolatori di potenza, illustrando prima il cosidetto relais regolatore e poi i sistemi di regolazione combinata con misura a distanza col metodo a impulsi. Accenna anche ai regolatori automatici a programma prestabilito, che permettono di seguire automaticamente un diagramma di carico qualsiasi. Per quanto riguarda la regolazione della frequenza bisogna distinguere fra la regolazione del valore istantaneo di essa e la regolazione del valor medio. Per entrambi questi casi vengono descritti alcuni schemi di realizzazione pratica, illustrandone le caratteristiche peculiari. In generale si può dire che la regolazione astatica della potenza o della frequenza è possibile soltanto nei casi più semplici, mentre quando siano interessate parecchie reti collegate o parecchie centrali bisogna ricorrere ad una regolazione statica. *Ri.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

H. LUITHLEN — **Sistemi di trazione ed alimentazione degli impianti elettrici ferroviari alla luce dei rapporti presentati al Congresso Internazionale dell'Elettricità a Parigi nel 1931 ed alla Conferenza Mondiale dell'Energia nel 1933.** (El. Bahnen, N. 5, maggio 1934, pagine 115-118). **41 a**

La «questione del sistema» affiora diffusamente nelle comunicazioni presentate da molti relatori. Particolare rilievo è dato alla trazione monofase a frequenza industriale. Un primo rapporto (*Langlois-Berthelot e Latrillart*) cita come pregi peculiari di questo sistema di trazione: la semplicità della linea di contatto, la possibilità di impiegare tensioni elevate, la mancanza di convertitori rotanti nelle sottostazioni, la possibilità di utilizzazione immediata delle reti a frequenza industriale. Quest'ultimo problema e le nuove prospettive dei locomotori con raddrizzatori a controllo di griglia oppure con motori monofasi senza collettore sono trattati da *Wechmann*. Le migliori prospettive per l'impiego del «locomotore a 50 Hz» sono affacciate da *Boveri*, il quale ritiene che tale veicolo possa concorrere efficacemente col locomotore monofase a frequenza ferroviaria, agli effetti del peso e del prezzo. I risultati di esercizio delle Ferrovie Ungheresi, citati da *Verebély*, confermano il buon comportamento degli impianti di trazione monofase a 50 Hz. L'aumento della tensione di linea, preconizzato da altri, non si è dimostrato necessario a motivo dell'effetto compensatore del convertitore montato a bordo dei locomotori. Anche agli effetti delle perturbazioni alle linee a corrente debole, la trazione a 50 Hz non ha dato luogo a particolari difficoltà. Sul problema della alimentazione delle linee monofasi a 16 2/3 Hz, non si è manifestata una concordanza di vedute. Alcuni (*Wechmann*) considerano come troppo onerosa la conversione della corrente trifase in monofase mediante convertitori rotanti; *Borquist* sostiene per contro che in Svezia tale conversione ha dato buoni risultati, tanto dal punto di vista della economia del Paese, quanto dal punto di vista tecnico. In Germania, si fa affidamento sulle possibilità offerte dai convertitori a mercurio, attualmente in via di esperimento in alcuni impianti. In Austria (*Kaan*), il collegamento della rete monofase di trazione con quella trifase a frequenza industriale è fatta dal «lato idraulico», assia a monte dei generatori. In Norvegia (Ferrovie Norve-

gesi dello Stato) sussistono diversi sistemi di produzione della energia monofase; si ritiene peraltro che la generazione diretta monofase sia più vantaggiosa della conversione.

Lo sviluppo accentuato della trazione continua è in gran parte dovuto, secondo *Bager*, ai progressi realizzati nella tecnica dei raddrizzatori a vapore di mercurio. *Bianchi* mette in evidenza i pregi indiscutibili della trazione a corrente continua a 3000 V: questo sistema risponde invero, meglio di ogni altro, alle esigenze economiche fondamentali — utilizzazione di energia fornita dalle reti industriali, buon rendimento della conversione — e non è, agli effetti tecnici, inferiore a nessun altro sistema. Le difficoltà costruttive dei motori ad alta tensione e gli inconvenienti del collegamento permanente in serie di due motori, questi ultimi paventati da *Langlois-Berthelot* (Francia) sono insussistenti. *Parodi* (Francia) accenna all'impiego della corrente continua a 3000 V nell'elettrificazione delle Ferrovie del Marocco. I criteri che hanno condotto le Ferrovie della Polonia a dare la preferenza alla corrente continua a 3000 V sono esposti da *Podoski*. La preferenza delle Ferrovie Olandesi per la corrente continua a 1500 V risulta da un rapporto di *van Lessen*. *Moreland*, portavoce degli Stati Uniti, dopo una rassegna nei sistemi di trazione, conclude affermando che la unificazione dei sistemi nel Nord America non entra in considerazione. *V. D. Ma.*

B. Fleck — **Interruttori automatici di feeder per ferrovie elettrificate a corrente continua.** (El. Bahnen, N. 3, marzo 1934, pag. 65-67, con 5 figure). **41 b**

Nelle moderne sottostazioni per trazione a c. c., gli interruttori che proteggono il macchinario contro i corti circuiti in linea sono spesso a reinserzione automatica, combinata con la verifica dell'isolamento della linea, onde evitare la richiusura sotto corto circuito. La verifica dell'isolamento non è assoluta ma è fatta per confronto col carico residuo delle motrici circolanti nel tronco considerato. Si ammette cioè, generalmente, che un corto circuito, anche lontano dalla sottostazione, assorba in ogni caso una corrente maggiore di quella assorbita dal carico residuo (servizi ausiliari della motrice). Quando si tratta di impianti non automatici, la verifica di terra è fatta sulla base delle indicazioni di un amperometro; per impianti automatici, la corrente di terra agisce di solito sopra un relais il quale blocca o libera l'inserzione dell'automatico scattato. Il relais può essere posto direttamente in serie con la resistenza di terra, derivata fra i capi dell'interruttore, oppure può essere influenzato da una corrente proporzionale alla caduta, parziale o totale, di tensione nella resistenza di terra stessa.

Per linee con forti variazioni di tensione, è consigliabile un relais differenziale. Secondi alcuni collegamenti, la resistenza di terra, dopo lo scatto rimane costantemente inserita e percorsa dalla corrente di corto circuito (prova continua); altri dispositivi disinseriscono la resistenza dopo un certo tempo se la reinserzione non è avvenuta; altri infine disinseriscono ed inseriscono in modo intermittente la resistenza, ad intervalli determinati e controllati da un termostato (inserzione in funzione della temperatura) oppure da un relais a tempo (inserzione in funzione del tempo). La misura dell'isolamento viene sempre effettuata impiegando la tensione di esercizio; gli apparecchi ausiliari sono peraltro comandati da una sorgente a bassa tensione. *V. D. Ma.*

Locomotive Diesel-elettriche per linee principali. (Engin., 24 novembre 1933, pag. 571-573, con 6 fig.). **41 g**

Questo tipo di locomotiva ha una potenza di 650 kW ed è costruita in tre unità per la « London and North-Eastern Railway » allo scopo di effettuare delle prove comparative con le locomotive a vapore, sul percorso Newcastle-Berwick. Esse possono trainare un treno disponendole a coppie o anche mediante tre unità assieme, ed il comando avviene in ogni caso da una sola cabina. Il motore Diesel può sviluppare la sua massima potenza alla velocità di 700 giri al 1'; sono però previste pure due velocità più ridotte. I motori di trazione in numero di tre sono a sospensione tipo tram. Il sistema di comando diretto vale solo per la marcia a velocità costante altrimenti esso è auto-regolabile e lascia così al manovratore completa libertà per la sorveglianza della linea.

La locomotiva pesa 72 tonnellate, può raggiungere la velocità di 110 km/ora circa e può d'altra parte utilizzare la potenza totale del motore Diesel per velocità comprese fra 10 e 95 km/ora. *E. R.*

H. Tetzlaff — **Locomotore per treni merci Co-Co della Deutsche Reichsbahn.** (El. Bahnen, N. 5, maggio 1934, pag. 97-110, con 26 fig.). **41 e**

Il locomotore appartiene ad una nuova serie allestita sulla scorta dei risultati di esercizio degli altri due tipi di locomotori per treni merci impiegati dalle Ferrovie del Reich: i tipi C — C e 1 Co+Co 1. Esso comporta sei assi motori ripartiti in due carrelli a tre assi, accoppiati. La cassa è suddivisa in cinque scomparti: una cabina intermedia nella quale sono montati il trasformatore, la relativa pompa di circolazione dell'olio, il moto-ventilatore relativo, un gruppo moto-ventilatore per due motori di trazione, il controller principale, la dinamo d'illuminazione ed i relativi accessori; due cabine di manovra; due cofani di estremità nei quali sono sistemati gli invertitori di marcia, i due moto-ventilatori per gli altri quattro motori di trazione, il motocompressore, i serbatoi per l'aria compressa, la batteria d'illuminazione ed altri apparecchi ausiliari. L'alimentazione è assicurata da due pantografi; un interruttore monofase in olio protegge l'equipaggiamento. Un riduttore di tensione a monte alimenta un voltmetro in ciascuna cabina di manovra ed ha lo scopo di consentire il controllo della tensione di linea anche quando l'automatico è aperto. Il trasformatore è del tipo in olio raffreddato con ventilazione forzata. Il controllo della tensione ai morsetti dei motori, per l'avviamento e la marcia, è fatto mediante un controller a camme. I motori di trazione, del tipo tram, a ventilazione separata, trasmettono il moto agli assi mediante ingranaggi non molleggiati. La potenza oraria di ciascun motore è di 385 kW a 45,4 km/h. I servizi ausiliari a corrente alternata sono alimentati a 200 V; per il riscaldamento sono disponibili le tre prese secondarie a 1000, 800 e 500 V. Il circuito luce è alimentato a 24 V corrente continua. I dati caratteristici principali del locomotore, descritto ampiamente dall'A., sono i seguenti: lunghezza fra i respingenti 17.700 mm; peso totale ed aderente 117 t; peso per asse 19,5 t; potenza totale oraria, a 45,5 km/h, 2310 kW; velocità massima 65 km/h; sforzo di trazione massimo 36.000 kg. *V. D. Ma.*

Dispositivo di regolazione elettropneumatica per navi a propulsione elettrica. (Engin., 6 aprile 1934, pag. 414-415, con 6 fig.). **41 h**

Il complesso è costituito da un combinatore collegato mediante cavo al combinatore principale che è montato sull'albero di un servomotore, a sua volta accoppiato al regolatore dell'eccitazione del generatore elettrico. Il combinatore porta sul tamburo un certo numero di contatti collegati alle parti conduttrici positive e negative del tamburo del combinatore, e due anelli connessi ai conduttori positivi e negativi con l'intermediario delle bobine di due solenoidi. In tal modo manovrando il combinatore si ha in uno di questi solenoidi passagio di corrente la quale aziona una delle valvole del servomotore. In virtù di un sistema di ruota dentata e di ingranaggi a cremagliera e pistone, si provoca la rotazione dell'albero del regolatore di campo. Un relais di sicurezza impedisce la manovra del servomotore quando la corrente è superiore ad un certo valore. *E. R.*

Dispositivo di regolazione a potenza costante per locomotive Diesel-elettriche. (Engin., 19 gennaio 1934, pag. 63-64, con 3 fig.).

In seguito a diverse prove, la società Armstrong, Whitworth e C., ha realizzato un sistema di regolazione utilizzante l'ali[illegible] zione con olio di lubrificazione sotto pressione, come m[illegible] trasmissione, che permette il funzionamento a potenza [illegible] della macchina Diesel. Questo sistema comporta quattro p[illegible] senziali: una valvola ed un servomotore ad olio e due va[illegible] comando elettrico. La valvola ad olio è collegata mecca[illegible] al regolatore della macchina, mentre il servomotore è dir[illegible] accoppiato al reostato di regolazione della tensione del generatore. Un leggero sovraccarico fa funzionare la valvola in un senso ta[illegible] che il servomotore ad olio, e per conseguenza il reostato, gira nel senso corrispondente ad una diminuzione della tensione d[illegible] generatrice. La macchina riprende allora la sua velocità norm[illegible] anche se il carico diminuisce. Le valvole a comando elettrico pr[illegible] teggono il reostato contro le manovre troppo brusche all'avvia[illegible] mento, in virtù di un relais, e riprendono la posizione iniziale allorchè il treno si arresta. Il funzionamento di tale dispositivo è molto semplice e fra gli altri vantaggi, possiede quello di proteggere il motore nel caso in cui un cilindro è messo fuori servizio. *E. R.*

C. Carli — **Sviluppo e miglioramento del servizio di trazione elettrica sulla rete delle ferrovie italiane.** (Rivista Tecnica delle Ferr. Ital., 15 febbraio 1934, pag. 59-69, con 6 fig.). **41 v**

La rete ferroviaria a trazione elettrica che avanti la guerra era di soli 470 km a corrente alternata trifase, 3600 V, 16,66 per/sec, ha raggiunto attualmente lo sviluppo di 1546 km, in cui le linee più recenti sono a corrente continua, sistema questo adottato per lo sviluppo di linee future in genere. L'Autore fornisce notizie circa lo sviluppo delle installazioni del servizio di trazione, i perfezionamenti introdotti nella loro organizzazione e nella manutenzione delle locomotive elettriche, assieme ai risultati di dieci anni di esercizio dei due sistemi di trazione. La locomotiva a corrente continua, con la trasmissione individuale della potenza dei motori agli assi mediante ingranaggi ad opportuno rapporto, è di una struttura meccanica semplice e robusta che ha permesso un percorso fino a 250 mila km senza richiedere una revisione, ciò che non è realizzabile con una locomotiva a corrente trifase che comporta giuochi di bielle. Bisogna però porre mente che nelle locomotive a corrente continua le installazioni elettriche sono più complesse e comportano un gran numero di organi, fra cui diversi motorini ad alta tensione per i servizi ausiliari. *E. R.*

FACILITAZIONI AI SOCI DELL'A. E. I.

Vedere Nota di Redazione a pagina 481 del 25 Luglio 1933-XI

CRONACA TECNICA

APPLICAZIONI VARIE.

6 c Nelle *Tr. Ill. Eng. S.* del novembre 1933 si dà notizia dell'**impiego della cella fotoelettrica per il controllo della densità del fumo dei camini delle fabbriche.** La cella fotoelettrica, che è situata nell'interno del camino verso la sommità, è collegata con un galvanometro che rimane a zero quando nella canna del camino non c'è fumo e segna un valore più o meno grande a seconda della densità del fumo che esce dal camino. Può anche essere fatto suonare un campanello d'allarme quando la densità del fumo sorpassa un certo valore.
G. Co.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 f In *World Power* dell'agosto 1933, J. W. T. Walsh fa **la storia del campione d'intensità luminosa,** a cominciare dal campione candela del 1860 alla lampada a pentano del 1898 e alla lampada Hefner, per finire ai nostri giorni in cui la candela — unità d'intensità luminosa — non esiste come campione vero e proprio ma è definita in base ad un complesso di lampade a filamento di carbone conservate nei laboratori statali della Francia, Gran Bretagna e Stati Uniti. L'A. accenna poi agli studi fatti fin dal 1896 sulle proprietà del cosidetto corpo nero, studi che dimostrano la possibilità della realizzazione, con questo corpo, del campione fondamentale fotometrico. Il Bureau of Standards ha già dato una forma pratica a questo campione che è descritta dettagliatamente dall'A.
G. Co.

19 b Delle **prime applicazioni delle lampade a vapori di sodio e delle lampade a vapori di mercurio ad alta pressione nella illuminazione con proiettori** è detto in *Licht* del settembre 1933. Le lampade a vapori di sodio sono state trovate particolarmente adatte per l'illuminazione delle facciate delle case (le facciate a tinta chiara acquistano una bella tinta giallo-dorata); con le lampade a vapori di mercurio ad alta pressione si sono ottenuti sorprendenti effetti nella decorazione luminosa di parchi e di giardini.
G. Co.

19 b Numerose ricerche per determinare l'**illuminazione più conveniente per i locali di lavoro dell'industria serica** sono state compiute in Germania. I risultati ottenuti, assieme ai calcoli economici istituiti da N. Goldstern e F. Putnoky, sono esposti in *L. u. L.* del ...bre 1933.
G. Co.

... **Il rapporto fra il costo di ricambio delle lampade ed il totale dell'illuminazione** ha dato materia a discussione in al... ...meri di *L. u. L.* Così, nel numero del 25 agosto 1933, Köhler ... un grafico ed un nomogramma mediante i quali riesce facile ...nazione di tale rapporto; d'altra parte Bertling tratta a fondo ...omento nei numeri del 3 agosto e 14 settembre 1933 calco...ando, fra l'altro, che — presa come base la tariffa luce media fra quelle ...ggi in vigore in Germania e considerando le lampade assorbenti da ... a 500 W — il costo ricambio lampade rappresenta solo il 6,6 % ... costo totale dell'illuminazione.
G. Co.

...a Una trattazione completa della **illluminazione del palcoscenico** ... fatta da R. G. Weigel in *Licht* di agosto e settembre del 1933. Ricordate le varie leggi che governano le relazioni fra illuminazione e visione, l'A. si sofferma ad illustrare la tecnica dell'illuminazione del palcoscenico rilevando gli accorgimenti e i dispositivi di cui ci si vale per creare con la luce atmosfere psicologicamente consone alle scene rappresentate.
G. Co.

19 d Nelle *Osram Nachrichten* del novembre 1933, H. Krefft illustra il diverso comportamento delle lampade luminescenti a vapori metallici, ad alta e a bassa pressione, e descrive brevemente le caratteristiche della **lampada a vapori di mercurio ad alta pressione** fabbricata dalla Osram.
G. Co.

19 b In *Siemens Z.* del gennaio 1934 si tratta dell'**illuminazione dell'aereodromo e del terreno d'atterraggio**: sono descritti i vari tipi di proiettori per installazioni fisse ed ambulanti oggi in uso, l'equipaggiamento relativo, ed i sistemi di alimentazione.
G. Co.

19 a **La misura con cui può essere aumentato il profitto degli scolari con l'illuminazione artificiale** è stata determinata in seguito ad esperimenti iniziatisi nel 1930. Secondo quanto riferisce F. C. Albert nelle *Tr. Ill. Eng. S.* del dicembre 1933, questi esperimenti furono effettuati in una scuola di Tuscumbia (Alabama, Stati Uniti). Furono scelte due aule — identiche come superficie, esposizione e disposizione interna — nella prima delle quali si aveva un'illuminazione artificiale compresa fra 20 e 60 lux controllata nel modo usuale, mentre nella seconda l'impianto d'illuminazione (che veniva controllato da un relais fotoelettrico che accendeva automaticamente la luce non appena l'illuminazione naturale cadeva sotto le 120 lux), dava un'intensità compresa fra 120 e 140 lux. Gli scolari appartenevano a due sezioni della medesima classe e le materie ed i metodi d'insegnamento erano gli stessi. Si è constatato che le insufficienze nel profitto dal 23,7 %, quante ne furono accertate nella prima aula, si ridussero all'8,8 % nella seconda. Da notare che il maggior costo dell'illuminazione nella seconda aula non raggiunse il costo annuale dell'educazione di ogni alunno.
G. Co.

19 a Si dà notizia, in *I. G. Light* del novembre 1933, che sono state pubblicate le **Norme inglesi per i segnali luminosi di traffico.** Tali Norme sono distinte in sei parti riferentesi, rispettivamente, ai requisiti ottici dei segnali, alla loro costruzione, ai requisiti della segnalazione, ai comandi, ai requisiti di sicurezza, alle prove. In appendice si danno ulteriori indicazioni e sono contenuti disegni sulle dimensoni dei segnali.
G. Co.

19 b Nel numero di settembre 1933 di *Lux* è pubblicato un articolo sulla **illuminazione dei giardini** nel quale vengono mostrati gli effetti di luce che si possono realizzare nei giardini con l'installazione di potenze assai modeste. L'argomento è ripreso nel numero di novembre 1933 della medesima rivista con la descrizione di alcuni esempi applicativi più variati e più importanti.
G. Co.

MATERIALI.

26 f **Un gruppo alternatore da 22.000 kW** destinato a sostituire un gruppo preesistente di minor rendimento è descritto in *Rev. Electr. Mec.*, luglio-agosto 1934, pag. 36. La nuova macchina ha una velocità di 3000 giri al minuto ed è destinata a sostituire un vecchio gruppo da 25.000 kW a 1500 giri al minuto, conservando invariato l'impianto di condensazione. La turbina del tipo ad azione con 10 stadi, funziona con vapore a 18 atmosfere e 350°, con un vuoto del 96 % nel condensatore; l'alternatore, di costruzione saldata, può dare 22.000 kW continui con $\cos\varphi = 0{,}8$, a 10.500 V, 50 per/sec. Il consumo di vapore per kWh ai morsetti dell'alternatore è risultato variabile da 4,8 kg a 8500 kW a 4,47 kg a 22.000 kW con un minimo di 4,42 kg a 18.000 kW. Tali valori riscontrati in collaudo si sono nuovamente verificati dopo 8000 ore di marcia, dimostrando la buona conservazione della macchina. Per la turbina si è scelto il tipo monoblocco in virtù del prezzo meno elevato e del minor ingombro.
Ri.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Morsetti portanti per conduttori in metallo leggero. — Il crescente impiego dei conduttori di alluminio e sue leghe è legato all'evolversi del morsetto di sospensione specialmente in relazione ai fenomeni dipendenti dalle vibrazioni dei conduttori.

Innumerevoli tipi e soluzioni sono stati studiati, ma non si può dire che finora il problema sia stato soddisfacentemente risolto.

Essenziale è che il conduttore non venga a soggiacere ad elevate, locali sollecitazioni di compressione; per cui è tra l'altro necessario che l'organo premente comprima uniformemente il conduttore.

Tale premitreccia deve essere inoltre unico, chè, contrariamente a quanto ci si poteva attendere, morsetti con due premitreccia hanno dato cattiva prova di sè. Questa constatazione si può parzialmente anche spiegare col fatto che i numerosi bulloni occorrenti non vengono generalmente stretti nè bene, nè in modo uniforme, creando notevoli squilibri di compressione.

È pure ottima cosa che le superfici interne del morsetto e del premitreccia siano ben liscie e non presentino ineguaglianze di sorta. È anzi ormai entrato nell'uso corrente di fasciare il conduttore con nastro di alluminio pure ricotto (1) per una lunghezza non superante

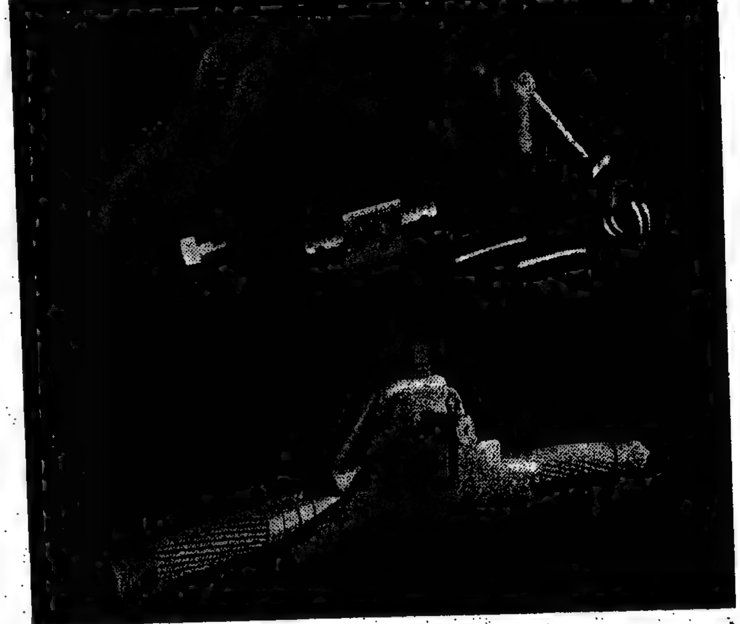


Fig. 1. — La parte costituente il morsetto e lo stesso in opera.

che di due o tre spire le estremità del morsetto, e questo per evitare possibili dannosi martellamenti fra fasciatura e conduttore.

Non è sufficiente che il peso del morsetto sia basso. Occorre anche che la frequenza propria di questo non corrisponda a quella del conduttore, per evitare fenomeni di risonanza.

Pape ha constatato sperimentalmente l'influenza dannosa di tale risonanza; per evitarla è necessaria la condizione:

$$T_m < T_c$$

cioè:

$$2\pi\sqrt{I_m/2bP} < 2l\sqrt{\mu/p}$$

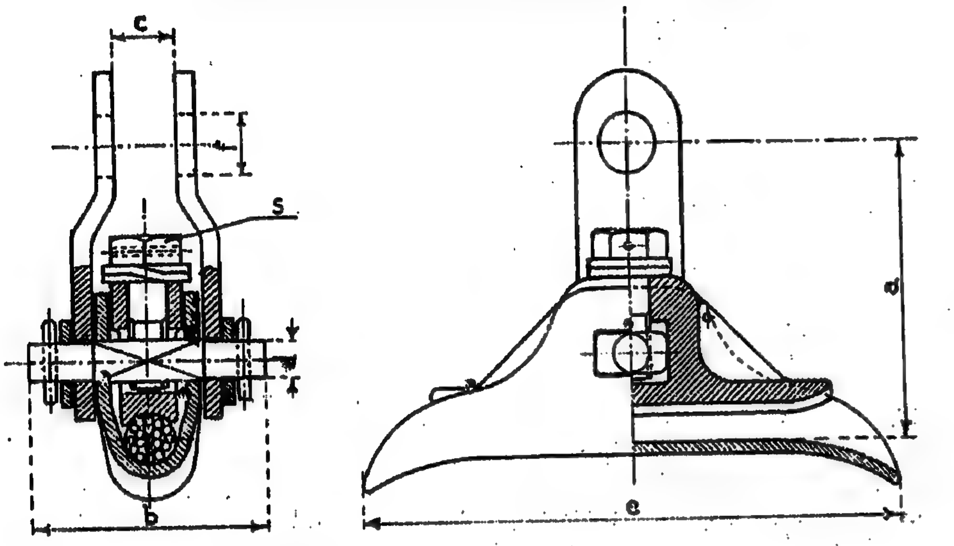
(1) DASSETTO: Alcune esperienze d'esercizio su linee elettriche. - Memoria presentata alla XXXIX Riunione Annuale dell'A.E.I. - Gardone, 1934.

dove T_m = periodo di vibrazione del morsetto in s;
T_c = periodo di vibrazione del conduttore in s;
I_m = momento d'inerzia polare del morsetto in kg cm s²;
b = mezza lunghezza d'appoggio del conduttore nel morsetto in cm;
P = tiro totale del conduttore in kg;
p = sollecitazione specifica del conduttore in kg/cm²;
μ = massa specifica del conduttore kgs²/cm⁴.

Sino ad oggi però nessun tipo di morsetto portante è riuscito a riunire in sè tutte queste qualità.

Una soluzione integrale del problema sembra ora essere offerta da un morsetto recente ideato (¹). Questo morsetto è caratterizzato da semplicità di concezione e da grande praticità. I pregi principali possono venire così riassunti:

Il peso è ridotto ad un minimo e il momento d'inerzia polare è molto piccolo, tutte le parti pesanti essendo concentrate al centro. Si ottiene sempre una compressione uniforme del premitreccia, comandato da un unico bullone, anche quando il montaggio non venga eseguito con molta accuratezza. L'elevato momento d'inerzia della navicella e del premitreccia impedisce che questo si deformi, anche stringendo fortemente il bullone; la sede del conduttore risulta molto liscia, dato che la navicella viene ricavata da lamiera. Tutte le parti in contatto col conduttore sono in lega di alluminio (anticorodal), mentre tutte le parti mobili, quali bullone e perno, sono di acciaio zincato. Per impedire la formazione di giuochi fra premitreccia e conduttore, è fatto uso di una doppia rondella Grower e la testa del bullone a sua volta viene forata, sì da permetterne il fissaggio mediante filo di ferro zincato. Dato il modo di costruzione è reso impossibile un montaggio errato.



Tipo	Conduttore: Sezione	Conduttore: ⌀	Dimensioni principali:						
P	mm²	mm	a	b	c	d	e	f	s
I	16 - 35	5,1 - 7,5	70	40	20	8	90	—	1/4" e
II	50 - 70	9,0 - 10,5	85	52	20	10	135	—	3/8" e
III	95 - 150	12,5 - 15,8	105	65	20	13	180	20	1/2" e
IV	185 - 240	17,5 - 20,5	135	80	20	16	220	20	5/8" e
V	300 - 400	22,5 - 26,0	165	100	20	20	250	20	3/4" e

Fig. 2. — Dettagli costruttivi del nuovo morsetto.

Anche la verifica della condizione che il periodo di vibrazione del morsetto deve essere di molto inferiore di quello del conduttore risulta assai favorevole al nuovo tipo di morsetto.

Esaminiamo per es. il morsetto tipo IV (vedi tabella) ammesso per una corda Aldrey della sezione di 240 mm² e pel quale si ha:

$$p = 1500 \text{ kg/mm}^2$$
$$l = 600 \text{ cm}$$

si ottiene:

$$T_m = 0{,}001528 \text{ s}$$
$$T_c = 0{,}0515 \text{ s.}$$

G. Dassetto.

*

Borse di studio per allievi ricercatori elettrotecnici. — Il Comitato per l'Ingegneria (Reparto Elettrotecnico) del C. N. R. mette a concorso due borse di studio per allievi ricercatori, che intendano avviarsi al *lavoro sperimentale nel campo dell'elettrotecnica* in un laboratorio universitario italiano.

Le proposte di assegnazione delle borse, in carta libera, debbono essere formulate ciascuna da un Direttore di laboratorio universitario od equiparato (di elettrotecnica o di scienze affini) ed inviate alla Segreteria del Comitato per l'Ingegneria del C. N. R. (Roma - Corso Vittorio Emanuele, 251) entro il 31 gennaio 1935-XIII.

La concessione della borsa comporta la liquidazione di L. 500 lorde mensili da effettuarsi a favore dell'assegnatario fino ad un massimo di L. 5000 (durata della borsa: 10 mesi), oltre ad un premio di L. 1000 da concedersi al termine del periodo di 10 mesi, se impiegato dall'assegnatario in modo ben rispondente ai fini della borsa.

La liquidazione avviene per bimestri posticipati in seguito a dichiarazione favorevole del Direttore di laboratorio proponente. Essa è subordinata altresì alla dichiarazione, da parte dell'assegnatario, di non percepire per nessun titolo altri compensi e di dedicare la propria attività professionale esclusivamente al lavoro di ricerca. La liquidazione dell'assegno cessa (anche prima del termine di 10 mesi), se per qualunque motivo cessano di essere soddisfatte le condizioni predette, o se l'assegnatario vi rinuncia, o se il Direttore ne fa proposta per insufficienza di attitudini o di buona volontà dimostrata dall'allievo.

Sull'assegnazione delle borse deciderà entro il febbraio 1935-XIII, il Comitato per l'Ingegneria del C. N. R.

*

Facilitazioni ai Soci per gli abbonamenti a « Sapere ». — I nostri soci che vogliano abbonarsi alla nuova rivista di divulgazione scientifica edita da U. Hoepli sotto il titolo « Sapere » (vedi *L'Elettrotecnica* del 10 gennaio 1935, pag. 37) potranno usufruire di condizioni di favore. Versando l'abbonamento insieme alla quota sociale entro il 25 marzo, verrà loro concesso uno sconto del 20 % sul prezzo normale che è di L. 40 per un anno e di L. 22 per un semestre.

*

Assegnazione del Premio Brambilla del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. — Nella recente seduta dell'Istituto è stato assegnato il premio di 1° grado con medaglia d'oro della Fondazione Brambilla, alla Compagnia Generale di Elettricità, per la costruzione dei raddrizzatori a vapore di mercurio, con una lusinghiera motivazione riguardo alle affermazioni della Compagnia in tale delicato campo della tecnica.

NOTE ECONOMICHE E FINANZI

Movimento delle Società Elett

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Siciliana di Elettricità — Roma — Cap. L. 2.000.000.
Chiuse il bilancio con l'utile netto di L. 155.591 dopo aver m... dato ad ammortamento L. 208.450.

« La Centrale » - Società pel finanziamento di imprese Elettr... e Telefoniche — Milano Capitale L. 300.000.000.
Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 26.274.214 e assegna i dividendo del 7 per cento per azione.

Soc. Termoelettrica Umbra — Roma — Cap. L. 22.000.000.
Chiude il bilancio con la perdita netta di L. 401.649.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Idroelettrica della Majella — Milano.
Reintegra il capitale sociale in L. 1.000.000 emettendo 10.000 azioni da L. 100 e delibera di aumentarlo a L. 11.000.000 emettendo altre 100.000 azioni da L. 100.

Società An. Italiana per l'Elettroagricoltura — Milano.
Reintegra totalmente il capitale a L. 300.000 emettendo 12.000 azioni da L. 25 e delibera di trasferire la sede sociale a Roma.

Società An. di Elettricità Ponale — Milano.
Riduce il capitale da L. 10.000.000 a L. 6.000.000 riducendo il valore delle azioni da L. 100 a L. 60 e delibera di reintegrare il capitale a L. 10.000.000 mediante versamento da parte degli azionisti di L. 40 per azione.

COSTITUZIONE E SCIOGLIMENTO DI SOCIETÀ.

Società An. Elettromeccanica Clerici Simpa — Milano.
Si costituisce detta Società An. col capitale di L. 10.000 in azioni da L. 100 ciascuna.

* *

Rassegna economica del mese di dicembre

Il nuovo anno politico si è aperto sotto buoni auspici. Il riavvicinamento franco-italiano maturato così laboriosamente attraverso vicende e contrasti talora drammatici è ormai un fatto compiuto.

E' con viva soddisfazione che viene ovunque salutato l'accordo stipulato a Roma fra l'On. Mussolini e il Ministro Laval, accordo che viene considerato più come una promessa di avvenire che come la chiusura di un passato doloroso e pericoloso.

Con ciò non si vuol menomare l'importanza intrinseca degli accordi sanciti a dirimere le questioni che per tanti anni hanno tur-

(¹) Preiswerk: Un nuovo morsetto portante per linee di trasporto di energia elettrica (*Alluminio* 1934, N. 5).

bato i buoni rapporti franco-italiani. La sistemazione dei confini meridionali della Libia dà alla colonia un più largo respiro e meglio ne assicura la possibilità di copertura militare, mentre l'estensione del nostro dominio sulle coste africane dello stretto di Bab el Mandeb, e la partecipazione italiana alla ferrovia Gibuti-Addis Abebà, aumentano il prestigio della nostra colonia del Mar Rosso. Ma specialmente gli accordi riguardanti lo statuto degli italiani in Tunisia hanno un grandissimo valore morale e materiale in quanto tolgono quei nostri valorosi connazionali dallo stato di penosissima incertezza in cui si trovavano da parecchi anni. E' noto infatti che le Convenzioni del 28 marzo 1896 venivano ormai prorogate di tre in tre mesi! Coi nuovi accordi esse sono estese per quanto riguarda la nazionalità, praticamente fino al 1965, e per le altre questioni fino al 1945, dopo di che il ritorno al diritto comune dovrà avvenire gradatamente secondo una convenzione da stipulare. Le scuole italiane in Tunisia saranno mantenute fino al 1955 dopo di che diverranno scuole private italiane sottoposte alla legislazione scolastica locale. Viene così eliminata una pungente ragione di attrito fra Italia e Francia, salvaguardando con equità i reciproci interessi.

Ma pur riconoscendo la grande portata di questi accordi particolari non vi è dubbio che la maggior importanza degli accordi di Roma consiste nelle direttive fissate riguardo agli sviluppi ulteriori dell'attività delle due potenze nel campo politico e in quello economico. L'avvicinamento delle due nazioni latine costituisce per l'Europa un efficacissimo coefficiente di pacificazione che elimina implicitamente dal campo delle pericolose probabilità una quantità di questioni suscettibili di gravissime complicazioni. Si può dire senza esagerazioni che, dopo l'armistizio, sia questo l'avvenimento più notevole per la pacificazione d'Europa.

La collaborazione franco-italiana non potrà a meno di frenare ogni impulsività che potesse manifestarsi in altri Paesi d'Europa e non potrà non ripercuotersi in un miglioramento graduale dei rapporti fra i Paesi che rispettivamente gravitano verso Roma o verso Parigi. Specialmente per quanto riguarda il bacino danubiano. L'impegno preso di raccomandare agli Stati interessati la stipulazione di un accordo di non ingerenza negli affari interni rispettivi, e di non suscitare o favorire alcuna azione intesa ad attentare colla forza alla integrità del territorio dei contraenti, mentre non infirma atto le possibilità di un pacifico revisionismo dei Trattati, gioverà mo a tranquillizzare quella zona inquietissima e tanto delicata hio continente.

minore importanza hanno gli accordi relativi alla integrità le dell'Austria che Francia e Italia riconoscono necessario di ze. Ogni minaccia a tale integrità darebbe luogo a misure dell'Italia e della Francia; e il monito è chiaro contro à d'oltre confine.

grande valore degli accordi di Roma è stato universalmente nosciuto negli ambienti politici europei e la stampa internazionale stata pressochè unanime nel cantarne le lodi. Si può nutrire fiia che gli ulteriori sviluppi non abbiano a deludere le speranze ali.

*

Il mondo cammina oggi così in fretta che il compito del cronista costretto a scrivere a distanza di un mese diviene spesso ingrato; avvenimenti che hanno riempito per qualchè momento la vita politica di tutto il continente, si trovano a breve distanza di tempo talmente superati dai successivi sviluppi della situazione che sembrano ormai divenuti vecchi ricordi.

Non possiamo tuttavia non accennare alla felice risoluzione che ha trovato a Ginevra il pericoloso contrasto ungaro-jugoslavo che ha minacciato di degenerare in qualche istante nella famosa scintilla che provoca lo scoppio.

I saggi di Ginevra hanno saputo escogitare una formula che, mentre salvaguarda completamente la dignità dell'Ungheria, concedeva alla Jugoslavia un minimo di soddisfazioni generiche. In questa occasione anzi si è manifestata chiaramente, precedendo gli accordi di Roma, la grande utilità della volonterosa collaborazione di Parigi e Roma che, pur trovandosi a difendere tesi contrastanti, hanno saputo condurre la pericolosa questione ad uno sbocco felice.

La disillusione provocata dalla demolizione della montatura di Belgrado non ha mancato tuttavia di avere ripercussioni nella politica interna della Jugoslavia portando ad una significativa crisi di Gabinetto a cui hanno fatto seguito insistenti ma poco felici tentativi di accostamento alle frazioni più moderate dei partiti di opposizione. La situazione è tutt'altro che stabilizzata.

Matura intanto la grossa questione del plebiscito della Sarre e si comincia a temere che esso, anzichè risolvere, venga a complicare ulteriormente la questione rivelando l'esistenza di una rilevatissima minoranza che metterà in grave imbarazzo la Società delle Nazioni.

Fra le manifestazioni politiche di maggior interesse segnaliamo la visita del Ministro austriaco delle Finanze, Buresch, al Ministro cecoslovacco Benes. Questa presa di contatto diretta fra i ministri d'Austria e di Cecoslovacchia, messa anche in rapporto a recenti dichiarazioni di Benes circa l'utilità di migliorare le relazioni fra la Cecoslovacchia e l'Ungheria, può costituire l'inizio di una evoluzione che gli accordi di Roma concorreranno certamente a favorire.

L'azione della Germania per uscire dall'isolamento politico in cui essa è venuta a trovarsi, continua a svilupparsi. Ne sono episodi il discorso pacifista di Hittler in occasione del capo d'anno, l'assicurazione scritta ufficiale data a Vienna dello scioglimento della legione austriaca e i cauti approcci tentati a Parigi per una ripresa delle trattative pel disarmo. Anche qui gli accordi di Roma non potranno non far sentire il loro peso ammonitore.

A questi patti l'Inghilterra non ha direttamente partecipato pur manifestando ufficiosamente il suo compiacimento. Tuttavia la prevista visita di Laval a Londra darà modo di informare anche quegli ambienti politici della portata pratica degli accordi e di saggiarne la sensibilità a tale riguardo.

Un avvenimento internazionale di grande importanza e suscettibile di ulteriori preoccupanti sviluppi è costituito dalla denuncia da parte giapponese del trattato navale di Washington, il che rimette in discussione tutto il piano di equilibrio delle forze in estremo oriente.

Col 15 dicembre scadeva, come è noto, una rata del debito di guerra all'America. Ad eccezione della Finlandia, nessuno dei debitori europei ha fatto qualsiasi versamento. Con tutto ciò il Presidente Roosevelt si è dichiarato convinto che i pagamenti verranno, prima o poi, ripresi!

*

Un paragrafo degli accordi di Roma dice anche che i due Paesi contraenti riconoscono l'opportunità di sviluppare le relazioni economiche dei loro territori metropolitani colle colonie d'Africa.

Non è fatto parola esplicitamente dei rapporti economici diretti fra territori metropolitani ma è sperabile che ciò debba intendersi sottinteso e probabilmente deferito alle trattative dei tecnici competenti.

Per giudicare dello stato delle relazioni commerciali fra Italia e Francia basta considerare che in tutto l'anno 1934 esse non sono riuscite a scambiarsi merci che per un valore complessivo di 800 milioni di lire. Si tenga presente che ancora nel 1930 quando già infieriva la crisi, il commercio franco-italiano ammontava complessivamente a 2700 milioni di lire circa, senza pensare al 1926 in cui tale ammontare era circa quintuplo di quello attuale.

Occorre dunque che accordi diretti e decisa volontà di cooperazione economica intervengano a tonificare gli scambi fra i due Paesi che hanno ritrovato la solidarietà politica e devono ricostruire anche quella economica. E la cosa non dovrebbe essere difficile.

Si tenga presente che per costituire i poco più 350 milioni di lire di importazioni in Italia dalla Francia concorrono ben 150 voci diverse di tipi merceologici e circa altrettanti costituiscono le esportazioni italiane in Francia. Ciascuna di queste voci è suscettibile di larghi sviluppi quando siano rimossi gli ostacoli artificiali che sono stati, per una ragione o per l'altra, elevati.

Occorre che sia lasciata, specialmente da parte francese, una maggiore libertà d'azione agli esponenti del commercio e dell'industria per trattare direttamente i rispettivi interessi. Da parte italiana coll'Ente per le Esportazioni e colla costituzione delle Corporazioni si sono già approntati gli istrumenti più idonei per le trattative. Questi accordi maturati nei contatti diretti fra gli interessati, concretati e valorizzati poi dall'azione dei rispettivi Governi, potranno potentemente influire sulla ripresa degli scambi italo-francesi che tanta importanza possono assumere per l'economia dei due Paesi.

*

L'energica lotta intrapresa contro la disoccupazione ha portato rapidamente frutti notevoli e continuerà indubbiamente a far sentire i suoi favorevoli effetti nei prossimi mesi.

Secondo notizie raccolte dal Ministero delle Corporazioni, gli accordi interconfederali avvenuti dopo le note disposizioni per la riduzione degli orari di lavoro, hanno permesso di riassorbire un numero di disoccupati che già alla fine di dicembre ammontava a 133.000 dei quali circa 109.000 appartenenti alle industrie, circa 12.700 all'agricoltura e circa 11.500 al commercio. Il vantaggio portato dalle citate disposizioni è stato dunque reale e sensibile e gran parte del merito ne va attribuito all'opera svolta dalle Corporazioni.

L'alleggerimento portato alla dolorosa situazione della disoccupazione è senza dubbio cospicuo sebbene non ancora esattamente valutabile non essendo ancora pubblicati, mentre scriviamo, i dati statistici complessivi pel mese di dicembre. Ad ogni modo è notevole che già alla fine novembre la situazione fosse sensibilmente migliorata rispetto allo scorso anno; infatti al 30 novembre 1934 si contavano 969.944 senza lavoro, cioè 96.271 di meno che alla stessa data del 1933.

Un altro aspetto benefico delle nuove disposizioni è quello dei provvedimenti a favore dei lavoratori con famiglia numerosa a carico; si calcola che circa 610.000 di essi ne beneficeranno.

L'andamento delle industrie pur risentendo sempre gli influssi della crisi specialmente nei rami che lavorano per l'esportazione, continua a dare segni di lenta ripresa. Infatti l'indice generale dell'industria compilato dal Ministero delle Corporazioni, segna per l'ottobre 1934 un valore di 95,19 rispetto a quello del 1928 fatto eguale a 100. Tale valore indica un aumento del 14,6 % rispetto a quello dell'ottobre 1933, del 22,8 % al 1932 e del 10,4 % rispetto al 1931. In particolare rispetto all'ottobre dello scorso anno l'aumento dell'indice è stato del 56 % per l'industria delle costruzioni, del 12 % per

l'industria cartaria, del 7 % per quella metallurgica e meccanica, del 6 % per l'industria tessile e del 3,4 % per le industrie produttrici di energia.

Il movimento del commercio estero durante il mese di novembre ha segnato ancora un sensibile squilibrio passivo. Le importazioni hanno raggiunto in tale mese un valore complessivo di 608 milioni di lire circa mentre le esportazioni non sono arrivate che a meno di 428 milioni di lire; nel novembre 1933 avevamo avuto 580 milioni di importazioni e quasi 477 milioni di esportazoni. Il deficit della bilancia commerciale che alla fine dell'undicesimo mese era lo scorso anno di 1243 milioni è salito quest'anno a 2185 milioni di lire.

Questo fatto influisce naturalmente sul saldo dei nostri pagamenti all'estero e insieme ad altre considerazioni giustifica l'assottigliarsi graduale delle riserve auree della Banca d'Italia. Allo scopo di evitare ogni pericolo alla stabilità della lira, il Governo è intervenuto con una serie di importanti provvedimenti intesi ad avocare a sè le disponibilità di valute estere derivanti da crediti dipendenti da esportazione o altri investimenti all'estero. Queste misure, opportunamente congegnate per non portare intralcio al movimento commerciale mettono in mano al Governo un'arma efficace per la difesa della lira e sono state largamente approvate anche all'estero. Intanto possiamo segnalare che da qualche decade le riserve auree dell'Istituto di Emissione hanno ripreso a incrementarsi.

Il Conto del Tesoro, nel mese di novembre, ha presentato altri sintomi di miglioramento. In tale mese le entrate effettive sono state accertate in 1479 milioni di lire mentre gli impegni di spese sono risultati di 1657 milioni. Si è avuto così un deficit mensile di 178 milioni di fronte a quello di 397 milioni del novembre 1933. Alla fine del quinto mese di esercizio si è così accumulato quest'anno un disavanzo di 908 milioni mentre nel 1933 alla stessa data arrivava a 1924 milioni. Interessante è il movimento di incremento presentato dalle entrate effettive che nei primi cinque mesi dell'esercizio in corso hanno superato di 357 milioni quelle dello stesso periodo dell'esercizio precedente.

*

L'ultimo mese dell'anno si era aperto sotto auspici non troppo favorevoli pel nostro mercato bancario. Le complicazioni politiche internazionali e alcune manovre tentate dalla speculazione ribassista sulla base di voci incontrollabili messe appositamente in circolazione avevano depresso il mercato e rarefatto gli affari.

Ma nella seconda quindicina, migliorata l'atmosfera internazionale e constatata l'inconsistenza delle voci tendenziose, il mercato ha ripreso un andamento nettamente ottimistico e anche il volume degli affari è discretamente aumentato. L'annata chiude così con un orientamento favorevole.

Nel complesso tuttavia gli spostamenti delle quotazioni non sono stati molto rilevanti.

Renato San Nicolò.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di dicembre 1934.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	550	696,—	698,—	711,50
Lombarda	400	358,—	359,50	363,—
Bresciana	200	266,50	266,—	269,50
Gen. Elettr. Cisalpina priv.	125	122,50	119,—	121,—
» » » ord.	125	60,—	61,—	60,—
Unione Esercizi Elettrici	10	10,60	10,30	10,40
Elettricità Alta Italia	100	91,50	91,—	93,—
Adriatica	100	144,50	139,50	142,75
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	200	266,—	267,—	272,—
Officine Elettriche Genovesi	250	284,—	283,—	285,—
Generale Elettr. della Sicilia	100	79,75	78,—	78,62
Soc. Elettrica Piacentina (già Brioschi)	150	178,—	173,—	179,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	362,—	360,—	369,—
Forze Idrauliche Crespi	375	364,—	357,—	365,—
Elettriche Valdarno	100	139,—	135,25	139,—
Tirso	250	59,75	56,50	56,25
Terni	250	188,50	195,—	195,—
Meridionali d'Elettricità	250	242,—	244,—	241,—
Idroelettriche Piemontesi	50	39,75	39,25	39,50
Dinamo	200	251,—	251,—	253,—
Soc. Romana di Elettricità	280	333,—	335,—	335,50

*

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di dicembre 1934.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:					
Cardiff primario	L. 127,—	a	L. 129,—	alla tonn.
Americano	» —,—	»	» —,—	»
Slesia	» 106,—	»	» 108,—	»
Sarre	» 125,—	»	» 127,—	»
Antraciti:				
Inglese primaria (in pezzatura)	L. 168,—	a	L. 201,—	alla tonn.
Tedesca (in pezzatura)	» 168,—	»	» 201,—	»
Coke:				
Coke da gas nazionale	L. 171,—	a	L. 174,—	alla tonn.
» » » inglese	» 160,—	»	» 162,—	»
» metallurgico nazionale	» 167,—	»	» 172,—	»
Petrolio	» 215,35	»	» —,—	al Q.le
Nafta:				
Per Diesel	L. 540,—	a	L. 555,—	alla tonn.
Per caldaie	» 200,—	»	» 235,—	»
Benzina in fusti	» 279,20	»	» 319,20	al Q.le

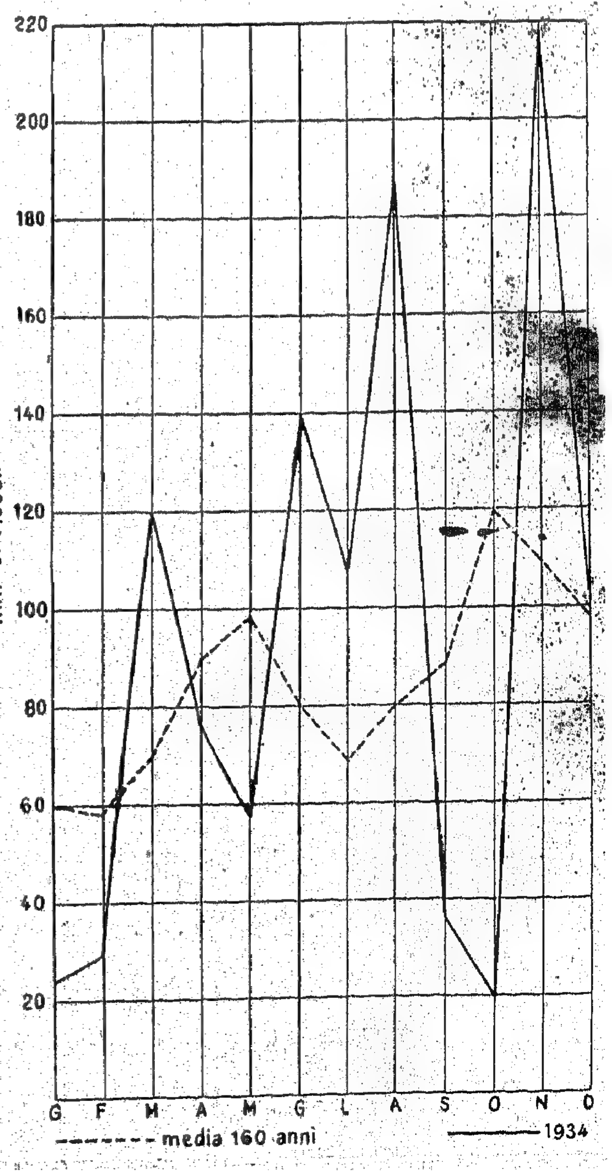
METALLI

Ghisa:				
Engliton N. 1	L. 405,—	a	L. 415,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	» 365,—	»	» 375,—	»
Ematite	» 385,—	»	» 390,—	»
Lussemburgo-Lorena	» 340,—	»	» 350,—	»
Ferro:				
Laminato omogeneo	L. 71,50	a	L. 75,50	al Q.le
Poutrelles	» 69,50	»	» —,—	»
Lamiere da 4 mm. in più	» 86,50	»	» —,—	»
Acciaio:				
Rapido per utensili	L. 300,—	a	L. 3000,—	al Q.le
Martin Resist. 50-70	» 80,—	»	» 125,—	»
Tubi bollitori	» 230,—	»	» 275,—	»
Rame:				
Elettrolitico	L. 240,—	a	L. 260,—	al Q.le
In fogli comuni	» 405,—	»	» 440,—	»
In barre tonde e quadre	» 430,—	»	» 480,—	»
Stagno in pani	» 1630,—	»	» 1690,—	»
Zinco in pani 1ª fusione	» 170,—	»	» 185,—	»
Piombo in pani Iª fusione	» 130,—	»	» 140,—	»
Antimonio in pani	» 440,—	»	» 480,—	
Ottone in barre	» 295,—	»	» 315,—	
Alluminio in pani	» 875,—	»	» 915,—	

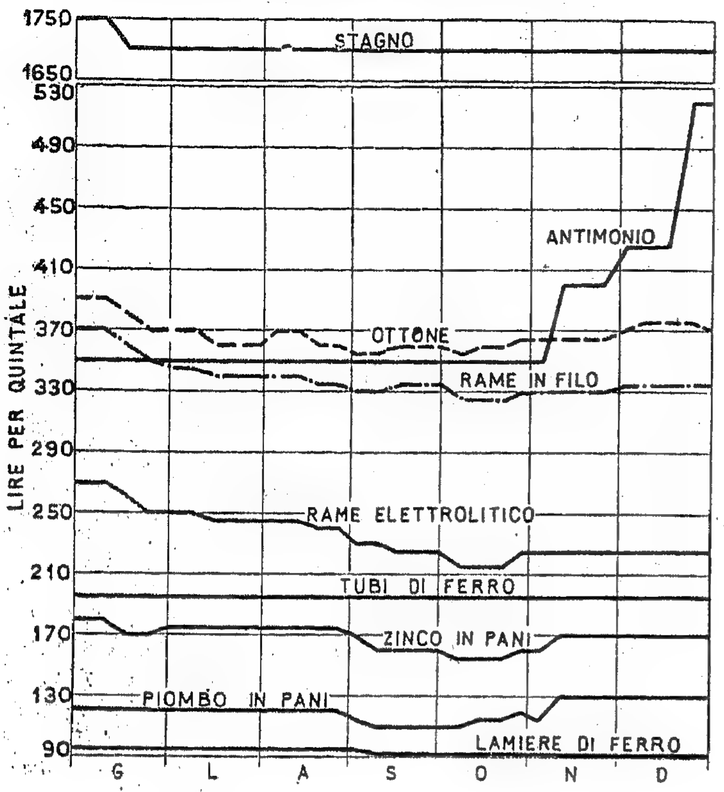
*

Dati pluviometrici mensili per la Città di Milano

(Riassunto annuale)

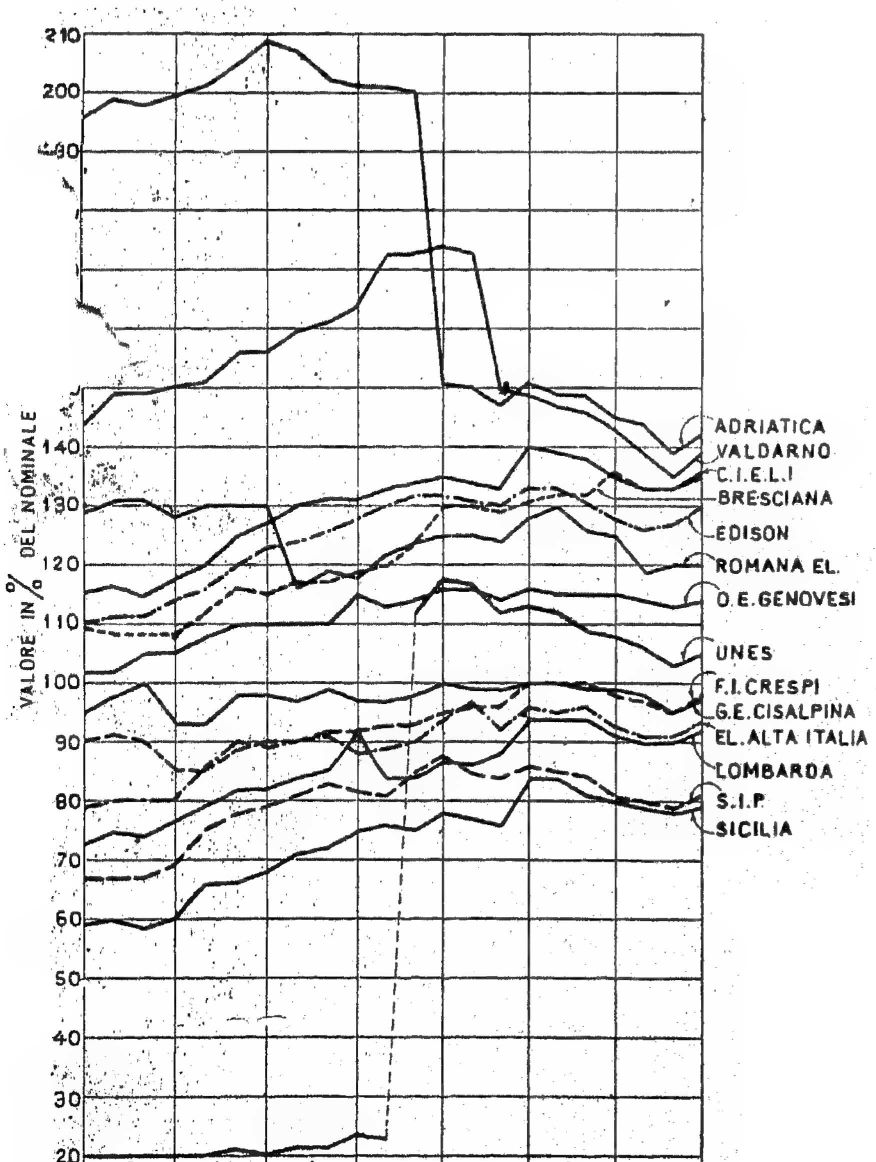


Titoli delle principali Società Elettriche
(Riassunto semestrale)



⁂

Prezzi dei Metalli
(Riassunto semestrale)



LIBRI E PUBBLICAZIONI

L. R. Koller. — *The Physics of Electron Tubes.* — Mc Graw-Hill, New York a. London, 1934. — Un volume di 205 pagine, con 67 figure, legato in tela. — Prezzo 18 scellini.

Vengono trattate in forma semplice ed elementare le principali questioni riguardanti l'emissione elettronica, le scariche in atmosfera gassosa, i fenomeni fotoelettrici. Il volume è quindi una utile introduzione allo studio delle proprietà e dell'utilizzazione dei tubi elettronici. Non vengono affrontate di proposito le questioni teoriche, e soltanto fugaci accenni sono riservati ad argomenti di fisica superiore (statistica, teoria dei quanti, e via dicendo). D'altra parte numerose tavole numeriche e alcuni grafici assai nitidi forniscono al lettore i dati pratici, che gli possono occorrere per eseguire numerosi calcoli interessanti i tubi elettronici. Seguendo un uso assai diffuso nella letteratura tecnica americana, alla fine del volume sono proposti numerosi esercizi di carattere applicativo e numerico, seguiti dalla raccolta delle soluzioni; esercizi utilissimi a chi voglia, con uno studio attento, penetrare più profondamente nella conoscenza dell'argomento.

Con speciale ricchezza di particolari vengono esposti i fenomeni e gli effetti termoionici, dedicando separati capitoli alle proprietà emissive dei catodi toriati, di quelli ad ossidi e di quelli al cesio; segue l'esposizione dei fenomeni dovuti all'emissione secondaria, e poi di quelli inerenti alla carica spaziale. Si tratta della misura della temperatura dei filamenti e dei procedimenti per ottenere i vuoti più spinti. Più rapida e sommaria è l'esposizione dei fenomeni delle scariche in atmosfera gassosa (con un capitolo sulle applicazioni degli archi con griglia di controllo) e dei fenomeni di fotoelettricità, di fotoconduttività e fotovoltaici.

Ogni capitolo è corredato di un'accurata bibliografia sull'argomento trattato; in appendice vengono svolte alcune questioni di carattere matematico. Nel complesso la trattazione è chiara, semplice e piana, presentata sotto veste tipografica nitida ed elegante.

G. Sac.

⁂

M. A. H. Wilson. — *The electrical properties of semi-conductors and insulators.* — Hermann, Paris, 1934. — Un volume di 14 pagine, con 2 figure. — Prezzo Fr. 4.

A. F. Joffé. — *Conductibilité électrique des isolants solides et des semi-conducteurs.* — Hermann, Paris, 1934. — Un volume di 42 pagine, con 13 figure. — Prezzo Fr. 10.

Nel primo lavoro vengono riferite alcune considerazioni teoriche sul comportamento dei corpi semiconduttori, quali ad esempio taluni ossidi. Si deducono relazioni che legano la conducibilità elettrica alla tensione applicata ed alla temperatura, e che rendono conto degli effetti fotovoltaici e raddrizzatori, presentati in modo spiccato da numerosi semiconduttori.

Il comportamento elettrico di questi ultimi (detti anche conduttori di terza specie) si avvicina talvolta a quello dei conduttori elettronici, talvolta a quello dei conduttori elettrolitici, pur presentando i semiconduttori proprietà distinte, come appunto, per esempio, la dipendenza della conducibilità dalla tensione applicata, e la grande influenza delle variazioni di temperatura sulla conducibilità stessa: proprietà che per altro non è dato ancora poter sintetizzare in un unico e semplice schema.

L'A del secondo lavoro descrive varie esperienze in questo campo, trattenendosi sulla delicata tecnica della loro esecuzione, e riportando numerosi risultati; accenna infine alle possibili spiegazioni dei fenomeni fotoelettrici e di raddrizzamento manifestati da alcuni di tali corpi.

Le due note sono state presentate alla Riunione internazionale di chimica fisica del 1933: alla seconda fa sèguito la discussione relativa ad ambedue.

G. Sac.

⁂

J. Billiter. — *Prinzipien der Galvanotechnik* (Vienna - J. Springer 1934. — Un volume di cm 15×23 di 325 pagine con 86 figure. — Prezzo, rilegato, marchi 25,50).

La galvanotecnica ha fatto, come è noto, in questi ultimi anni importanti progressi e va acquistando sempre maggiore importanza coll'intensificarsi degli sforzi dei tecnici per combattere, sotto ogni aspetto, i fenomeni di corrosione.

L'A. presenta in questo libro una visione completa dello stato attuale di questo ramo della tecnica nei suoi molteplici aspetti.

Il libro, di impostazione rigorosa sia dal lato scientifico che da quello applicativo, si apre opportunamente con una prima parte introduttiva che costituisce un piccolo trattato generale di galvanotecnica nei suoi fondamenti elettrici e metallurgici e nelle sue direttive applicative.

Segue poi una seconda parte suddivisa in molti capitoli nella quale sono separatamente considerati i diversi metalli usati nelle

applicazioni galvanoplastiche, anche in quelle meno comuni e meno note. La quantità di notizie, di dati e di informazioni raccolte in queste pagine intorno ai diversi argomenti è veramente ingente e rende il volume di grande utilità per i tecnici del ramo.

Assai interessante è anche l'ultimo capitolo dedicato alle prove e verifiche sui depositi galvanici. Si tratta di argomenti relativamente poco noti e che possono d'altronde assumere notevole importanza pratica.

Il volume è corredato da abbondanti riferimenti bibliografici e da molte e belle figure; da rilevare fra esse specialmente le numerose e ottime riproduzioni di micrografie di depositi galvanici.

La veste tipografica è degna di ogni lode.

*

M. Pantaleo. — *Elementi di meccanica.* — Un volume rilegato di cm 12 × 17 con 772 pagine e 373 figure. Editori Bemporad e Figlio, Firenze. Prezzo L. 32. (Il prezzo è ridotto a L. 28 per i Consoci che faranno pervenire l'ordinazione per il tramite della Amministrazione del Giornale).

Per quanto, data la materia, ciò esca forse dalle consuetudini, siamo lieti di segnalare con compiacimento ai nostri lettori questo volume, destinato agli allievi degli Istituti industriali, ma che può riuscire di utile consultazione per ogni categoria di tecnici.

Il libro è diviso in quattro parti, che riguardano successivamente la statica e la dinamica, le resistenza dei materiali, la meccanica dei corpi deformabili e la meccanica applicata alle macchine.

La esposizione è elementare, ma sempre rigorosa, la materia bene aggiornata; nè viene, giustamente, per alcune questioni fondamentali dimenticato il processo storico attraverso il quale si è addivenuti alla sintetica e concisa enunciazione che ci è abituale.

Ottima la presentazione tipografica.

*

Vanderwiele. — *Cours de lignes souterraines à grande distance.* - Livre II - Equipement des Stations de Repeteurs. - (Théorie, description, fonctionnement). - Pag. 735, litografate, con un atlante separato (illustrazioni e schemi). — Edit. L. Eyrolles, Parigi, 1934.

Il primo libro di questo Corso sulle linee sotterranee a grande distanza (ad uso del personale del Servizio Trasmissione) è stato affidato al Prache ed è riservato alla Trasmissione ed alle Linee.

Di questo secondo libro, ecco schematicamente il contenuto:

La prima parte riassume alcuni complementi teorici sulla Trasmissione: terminologia, definizioni, teoremi fondamentali, comportamento generale dei quadripoli, linee artificiali, filtri, distorsioni, eco.

La seconda parte comprende i principii di funzionamento degli elementi essenziali delle installazioni di ripetitori: fenomeni fotoelettrici, termoelettrici, cellule fotoelettriche, coppie termoelettriche, diodi, triodi, impiego del triodo, trasformatori, differenziali, terminali, funzionamento dei ripetitori a 2 e a 4 fili, innesco, eco, bilanciamenti, condensatori elettrolitici, raddrizzatori a secco.

La terza parte è interamente riservata alla descrizione di stazioni amplificatrici installate sulla rete telefonica francese.

La quarta parte contempla la manutenzione delle installazioni e particolarmente le misure di collaudo e periodiche, con la descrizione degli apparecchi di impiego normale.

Infine la quinta parte riguarda i sistemi a correnti vettrici, la moderna telegrafia in supervirtuale, infraacustica, armonica e la trasmissione delle immagini.

Il volume è completato da un indice alfabetico dettagliato e da una interessante raccolta di esercizi, colla loro soluzione.

Lo sforzo evidentissimo con cui l'A. ha cercato di presentarci chiaramente una materia sovente astrusa deve essere messo in rilievo. Notiamo che una delle preoccupazioni costanti dell'A. sembra essere quella della terminologia razionale e della metodica scelta dei simboli. Il familiarizzarsi colle definizioni e coi molteplici complicati simboli qui adottati non è cosa immediata. Però chi riesce a superare questa iniziale difficoltà finisce per apprezzarne tutti i vantaggi. Nell'insegnamento di una tecnica così complessa, le qualità di ordine e di metodo dell'A. sono lodevolissime.

Notevole la ricca collezione di fotografie e di schemi, raccolta in un atlante separato dal testo. Utilissima poi, per chi voglia approfondire le questioni qui trattate, la collezione di esercizi colla loro dettagliata soluzione. Chi conosce il valore didattico dell'esercizio numerico, il solo che possa dare al lettore la reale visione delle cose studiate, apprezzerà anche da questo punto di vista, la non piccola fatica supplementare che l'A. si è imposta e gliene sarà grato.

Peccato che l'edizione in litografia, per quanto accurata e nitida, non metta in evidenza l'intero valore dell'opera. Sopratutto per i simboli più complessi la maggior chiarezza della tipografia consentirebbe una ben più comoda lettura. Non ci resta che augurare una prossima ristampa in veste più consona alle esigenze dello studioso, e tale da rendere l'opera brillantemente apprezzata anche fuori da quel limitato campo scolastico cui adesso sembra riservata.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

IL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, L'A.E.I. ED IL COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

Il Direttorio del Consiglio Nazionale delle Ricerche ha definitivamente approvato la seguente Convenzione, a conclusione degli accordi di massima stabiliti fra il Presidente del Reparto per le Costruzioni Elettriche, il Presidente Generale dell'A.E.I. ed il Presidente del C.E.I.

1º) L'Associazione Elettrotecnica Italiana ed il Comitato Elettrotecnico Italiano sono posti sotto l'alto patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

2º) Il C. N. R. designa tre suoi rappresentanti nel Consiglio Generale dell'A.E.I. e uno nel C.E.I. Il rappresentante del C.N.R. è di diritto Vice Presidente del C.E.I.

3º) L'A.E.I. ed il C.E.I. prestano la loro opera al servizio del C.N.R. (Reparto per le Costruzioni elettriche del Comitato per l'Ingegneria) nell'ambito delle questioni di loro competenza, alla medesima stregua delle altre Commissioni di Studio costituite dal C.N.R.

4º) L'A.E.I. ed il C.E.I. inviano copia al C.N.R. di tutte le loro pubblicazioni e provvedono a che su di esse sia messa in evidenza la costituzione del patronato del C.N.R. sopra i due Enti. Questi collaborano altresì nei limiti richiesti dal C.N.R. alle pubblicazioni di quest'ultimo, nelle quali viene del pari indicata la posizione dell'A.E.I. e del C.E.I. nel C.N.R. secondo le presenti norme di inquadramento.

Il Direttorio stesso, su proposta del Presidente della 1ª Sezic del C.N.R. ha confermato a suo rappresentante nella del C.E.I., S. E. il Prof. Giancarlo Vallauri, ed ha des suoi rappresentanti nel Consiglio Generale dell'A.E.I. lo Vallauri ed i Proff. Luigi Lombardi e Ferdinando Lor.

COMITATO ELETTROTECNICO IT

NORME

Al presente fascicolo de *L'Elettrotecnica* è allegato un su mento che contiene il testo preparato dal Sottocomitato Mater di Trazione per le **Linee aeree di contatto per ferrovia** e per **Ordinazione e collaudo dei raddrizzatori a vapore di mercurio de stinati a impianti di trazione.** Decorre quindi da oggi il termine di tre mesi durante i quali chiunque può trasmettere osservazioni e proposte alla Segreteria del C. E. I., presso l'Ufficio Centrale dell'A. E. I.

VERBALE ASSEMBLEA GENERALE DELL'A.E.I.

Gardone - 26 Settembre 1934

ORDINE DEL GIORNO:

1) - Comunicazioni della Presidenza.
2) - Comitato Elettrotecnico Italiano.
3) - Bilanci.
4) - Nomina dei Revisori per l'esercizio 1935.
5) - Eventuali.

Presiede il Vice Presidente Generale, Ing. *Balsamo*, col Segretario Generale, Prof. *Barbagelata*.

Balsamo, Presidente, informa che il Presidente Generale, colpito da lieve indisposizione, ha dovuto rinunciare a presiedere l'Assemblea.

Il nostro primo pensiero — egli prosegue — deve rivolgersi come di consueto ai colleghi scomparsi dopo l'Assemblea dello scorso anno. (*Tutti di alzano in piedi*). Essi sono:

Sezione di Bologna: Brunetti Ing. Enrico, Cricca Ing. Pier Felice, Gaggiotti Osvaldo, Pellizzoni Cesarino.

Sezione di Catania: De Cristoforis Ing. Filippo, Fichera Ing. G. B.

Sezione di Firenze: Bargagna Gino, Funajoli Ing. Ugo.

Sezione di Genova:	Beccherelli Virgilio, Piccardo Cav. Pasquale, Spigai Cav. Fausto, Zanazzo Ing. Dario.
Sezione di Livorno:	Brauzzi Ing. Attilio, Dieterich Ing. Felice, Orlando Ing. Gr. Uff. Luigi.
Sezione di Milano:	Ballanti Ing. Umberto, Duprè Ing. Enrico, Faccioli Ing. Dott. Comm. Giuseppe (Vitalizio), Ferrari Ing. Ettore, Loria Dott. Ing. Cesare, Minetti Ing. Ugolino, Salto Ing. Salvatore, Siciliani Emilio.
Sezione di Napoli:	Sonnino Marco (Vitalizio).
Sezione di Palermo:	Brusca Girolamo, Cantone Prof. Michele, Genuardi Gerlando, La Rosa Prof. Michele.
Sezione Pugliese:	Sciascia Adriano.
Sezione di Roma:	Di Pirro Cav. di Gr. Cr. Giovanni, Falcone Comm. Guido, Lanzerotti Ing. Comm. Andrea, Rebaudi Ing. Vittorio.
Sezione di Torino:	Borello Ing. Luigi, Corinaldi Ing. Attilio, Ferrua Eugenio, Rotta Dott. Giuseppe, Simondetti Ing. Guido.
Sezione di Trento:	Riccobono Ing. Michele.
Sezione Veneta:	Bernard Ing. Luigi.

A tutti vada ancora una volta il nostro commosso ricordo.

Il *Presidente* prega quindi il Segretario Generale di riassumere la Relazione della Presidenza.

Barbagelata, Segretario: Si scusa innanzi tutto con i numerosi Consiglieri presenti se dovrà ripetere molte cose che essi hanno già inteso nella recente seduta del Consiglio Generale.

Passando alle *Comunicazioni della Presidenza*, ricorda come i cordiali rapporti dell'A. E. I. col Consiglio Nazionale delle Ricerche siano ancora diventati più stretti, e come d'altra parte i Ministeri Tecnici tengano sempre in grande considerazione la nostra Associazione, chiamandone spesso il Presidente Generale a far parte di importanti Commissioni (1).

Informa che la Borsa Volta è stata assegnata all'Ing. Paolini, [illegible] accinge a partire per gli Stati Uniti. Ricorda le mani[illegible] genere a cui ha partecipato ufficialmente l'A.E.I.: [illegible]one di Pacinotti il 24 maggio a Pisa; il Cinquantenario [illegible]é Française des Electriciens; ed il Cinquantenario di [illegible]lanté a Parigi. Decisa la partecipazione italiana alla [illegible]e Internazionale delle grandi dighe (in seno alla World [illegible]ference) l'A. E. I. è stata invitata recentemente a desi[illegible] suoi rappresentanti, per il che il Consiglio Generale ha [illegible] alla Presidenza.

([illegible]semblea approva).

Nei riguardi dei *cicli di taratura*, ricorda la brillante relazione [illegible] Prof. Pugno Vanoni, sui risultati realmente soddisfacenti del[illegible] ciclo (1934), ed informa che in seguito al mandato avutone dal [illegible]siglio Generale, la Presidenza organizzerà il prossimo ciclo im[illegible]niandolo su qualche misura interessante in modo particolare le [illegible]municazioni elettriche.

Venendo più particolarmente all'andamento dell'Associazione, il Segretario Generale ricorda le ragioni che spiegano la sensibile contrazione del numero dei soci, e la necessità di sopperire alle defezioni — per la maggior parte di soci venuti all'A.E.I. negli anni della floridezza senza averne particolare ragione — con una attiva opera di persuasione e di propaganda, rivolta specialmente ai molti ingegneri e tecnici che si occupano di industrie e di applicazioni elettriche e che ancora non figurano nelle nostre file. Le facilitazioni economiche offerte ai soci da molte Ditte, e non forse ancora apprezzate al loro giusto valore, possono costituire un buon argomento di propaganda.

Notevole è stata l'*attività delle Sezioni* con 172 riunioni e manifestazioni varie. Di esse circa un terzo furono dedicate ad argomenti attinenti alle comunicazioni elettriche, cosicchè la Presidenza Generae ritiene non lontano il giorno in cui si potrà creare in seno all'A.E.I. — a somiglianza di quanto fu fatto nelle principali Associazioni consorelle dell'estero — una sezione « Comunicazioni ». In vista di tale possibilità il Consiglio Generale ha dato incarico alla Presidenza Generale di studiare il modo di coordinare sempre meglio l'attività sociale nel campo delle comunicazioni, costituendo per esempio presso le Sezioni più importanti, appositi Comitati.

(*L'Assemblea approva*).

Per fronteggiare la ripercussione che la diminuzione del numero dei soci ha sul bilancio sociale, la Presidenza Generale — con l'approvazione del Consiglio — propone all'Assemblea la creazione di una nuova categoria di Soci sostenitori e precisamente:

a) *Soci individuali sostenitori*: coloro che verseranno, oltre l'ordinaria quota annuale, lire *cento* all'anno (80 alla Sede Centrale, 20 alla Sezione).

Il nome dei Soci sostenitori sarà via via pubblicato su *L'Elettrotecnica*; essi avranno diritto al volume dei *Rendiconti* e, conseguentemente, pagheranno 25 lire di meno per l'iscrizione al Congresso Annuale.

Coloro che rimarranno Soci sostenitori almeno per 4 anni, saranno proclamati *benemeriti* (art. 7 dello Statuto), riceveranno un distintivo d'oro analogo a quello dei Soci Vitalizi ed il loro nome verrà stampato in grassetto nell'elenco Soci.

b) *Soci collettivi sostenitori*: gli Enti che, oltre la quota ordinaria, verseranno annualmente almeno lire *cinquecento* (400 alla Sede Centrale, 100 alla Sezione).

Il nome dei Soci collettivi sostenitori sarà via via pubblicato su *L'Elettrotecnica*. Essi avranno diritto a cinque copie de *L'Elettrotecnica* (o dell'*Alta Frequenza*) e di tutte le *Norme* pubblicate nell'anno.

Non occorre aggiungere che anche i Soci Vitalizi e perpetui potranno farsi sostenitori versando annualmente solo le quote complementari.

(*L'Assemblea approva con plauso*).

Il Segretario Generale passa quindi a parlare brevemente delle *pubblicazioni sociali*, insistendo particolarmente sulla necessità di dare una maggiore diffusione ai *Rendiconti delle Riunioni annuali*, di cui la massa dei soci non sembra ancora avere apprezzato il grande valore. Buoni risultati — anche materiali — si sono invece ottenuti col nuovo *Repertorio Elettrotecnico*.

Nei riguardi delle *Riunioni annuali*, accennato al successo di quella che sta per chiudersi, e per la cui organizzazione gran merito va fatto ai colleghi Orefici e Palazzoli (*vivissimi, prolungati applausi*), il Segretario Generale informa che anche la Riunione del 1935 sarà tenuta lontano dalle grandi città, secondo le direttive adottate dall'attuale Presidenza ed approvate dal Consiglio Generale. Quanto al tema, esaminate le varie proposte della Presidenza, il Consiglio Generale ha dato voto favorevole al tema delle « *Misure* »: dalle scientifiche alle industriali, con larga trattazione di quelle che interessano le comunicazioni.

(*L'Assemblea manifesta il suo consenso*).

Il Prof. *Ragno* esprime il voto che nel prossimo congresso sia messo in discussione il problema della saldatura autogena.

Balsamo, Presidente, risponde che la Presidenza terrà conto nei limiti del possibile di tale desiderio.

Barbagelata, Segretario, proseguendo nell'o. d. g., ricorda la sempre maggiore attività sviluppata dal *Comitato Elettrotecnico Italiano* sotto la vigile Presidenza del Prof. Lombardi, (vedasi a proposito il verbale del Consiglio Generale già citato). È poi lieto di comunicare il nuovo alto riconoscimento che l'opera del Comitato ha avuto con una recente deliberazione del Consiglio Superiore dei LL. PP. che ha espresso il voto che possa dai competenti Ministeri essere data forza di legge a quasi tutte le Norme già pubblicate, e per quelle relative agli impianti ha dato mandato allo stesso Comitato di predisporre un nuovo testo unico per la parte relativa agli attraversamenti, tenendo conto delle esigenze delle Amministrazioni pubbliche interessate, le quali designeranno un loro delegato a seguire i lavori del Sottocomitato Impianti.

(*L'Assemblea manifesta il suo compiacimento*).

Bilanci.

Barbagelata, Segretario, ricorda che l'Assemblea deve ora approvare il Consuntivo 1933, il Preventivo di assestamento 1934 ed il Preventivo 1935 che sono stati distribuiti.

Voci: Approvati, approvati!

Il Segretario vorrebbe aggiungere qualche spiegazione, ma l'Assemblea dichiara unanime di ritenere approvati i bilanci e di riconfermare in carica i revisori attuali.

Il Presidente *Balsamo*, essendo esaurito l'o. d. g., ringrazia gli intervenuti e scioglie l'assemblea.

Il Segretario Generale	*Il Vice Presidente Generale*
A. Barbagelata.	N. Balsamo.

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI BOLOGNA

La sera del 26 novembre u. s. ebbe luogo alla R. Scuola di Ingegneria l'annunciata conferenza del Prof. **Giorgio Valle** su: « **I fondamenti dell'elettrotecnica nella fisica moderna** ».

Il Vice Presidente Ing. Fiorini che presiedeva la riunione, presentando l'oratore, lo ringrazia vivamente per essersi prestato in poco tempo a rispondere favorevolmente per ben due volte agli inviti del nostro Presidente Ing. Comm. Spani di cui prega scusare l'assenza dovuta a ragioni di servizio.

Il Prof. Valle cominciando la sua conferenza rileva che le idee attuali sulla costituzione degli atomi e delle molecole ci consentono di spiegare agevolmente come possano spostarsi od orientarsi in queste particelle, ovvero separarsi dalle stesse e farsi liberi, portatori di cariche elettriche: elettroni (negativi) e ioni dei due segni. Si generano così differenze di potenziale e campi elettrici, forze elettromotrici e, col moto concorde dei portatori, correnti

(1) Su questo e su altri argomenti vedasi, per maggiori particolari, il verbale del Consiglio Generale, pubblicato a pag. 714 de *L'Elettrotecnica* del 25 ottobre 1934.

elettriche. Queste differiscono per la natura dei portatori e del loro moto, a seconda delle sostanze in cui si manifestano, quali per es. i metalli, le soluzioni elettrolitiche, i gas resi conduttori, i dielettrici, ecc.

Nei dielettrici i portatori sono tutti legati intimamente alle molecole, e correnti elettriche non sono possibili se non in un campo variabile, mentre sia in corso uno spostamento dei portatori nell'interno delle molecole o l'orientamento di queste, se del tipo polare. Della polarizzazione dielettrica o parelettrica in campo costante si tiene già conto sostituendo il vettore dello spostamento elettrico a quello dell'intensità del campo. Nei metalli fungono da portatori soltanto gli elettroni, che, tra gli atomi ridotti a ioni positivi, sono incessantemente agitati da moti velocissimi e disordinati e costituiscono nell'interno di queste sostanze una specie di gas dalle proprietà eccezionali. La presenza di questi elettroni di conduzione, mobili e quindi capaci di subire in virtù della loro carica l'azione di un campo elettrico applicato, che può spostarli e costringerli a un lento moto ordinato di traslazione tra gli ioni positivi, spiega in pari tempo le proprietà elettrostatiche dei metalli e il meccanismo della corrente elettrica nei medesimi. Nelle soluzioni elettrolitiche sono ioni dei due segni, risultanti dalla dissociazione delle molecole, che fungono da portatori; nei gas, elettroni e ioni simultaneamente, prodotti da ionizzazione o elettrizzazione.

La brevità del libero cammino medio dei portatori, tra due urti consecutivi con altre particelle ,consente che, nella maggior parte dei casi, l'energia da questi acquistata in ciascun punto del campo, sia ivi anche subito di nuovo assorbita negli urti e trasformata in calore; in altre parole, che la velocità media di traslazione dei portatori risulti sempre proporzionale all'intensità locale del campo. Valgono cioè la legge energetica di Joule e quella dinamica di Ohm, che per i metalli e in genere per i conduttori a conduttività specifica indipendente dal campo, assumono la forma più semplice. Questo generalmente non avviene nei gas, anche se densi, e pur quando valgano le due leggi anzidette, esse non si possono ridurre alla solita forma. Basta pensare al caso limite delle correnti di saturazione. Un caso estremo di correnti che non seguono affatto queste leggi è dato infine delle correnti di elettroni veloci nei raggi catodici. Questi ultimi esercitano e subiscono inoltre azioni elettrostatiche per le cariche spaziali che essi creano lungo il loro cammino. Nei metalli invece, la presenza degli ioni positivi fa sì che le cariche spaziali siano annullate e le azioni elettrostatiche si riducano a quelle ordinarie di influenza sui conduttori scarichi.

Di natura ben diversa sono le azioni magnetiche che ogni carica elettrica esercita e subisce soltanto quand'è in moto. L'esperienza di Rowland e la deviazione magnetica dei raggi catodici ne costituiscono delle dimostrazioni all'infuori del campo delle usuali correnti elettriche nei conduttori metallici e confermano la validità delle medesime leggi. Le quali sono poi le leggi delle azioni mutue elettromagnetiche ed elttrodinamiche, che producono il moto dei conduttori stessi, se mobili, in virtù della quantità di moto trasmessa loro negli urti incessanti dai portatori soggetti a quelle azioni.

L'elettrone in moto uniforme non troppo veloce, che trascina con sè indeformato il suo campo elettrostatico, porta quindi anche con sè un campo magnetico solenoidale con l'asse nella direzione del movimento; fenomeno questo cui si può ricondurre anche l'origine della massa stessa dell'elettrone. L'elettrone in moto circolare uniforme genera un movimento normale al piano della sua orbita e si spiega in tale modo l'esistenza dei momenti magnetici degli atomi e delle molecole. Fenomeni spettroscopici e due effetti giromagnetici, diretto e inverso, in sostanze ferromagnetiche, hanno condotto a dover supporre inoltre che l'elettrone stesso sia sede di un momento magnetico (spin dell'elettrone), il quale fatto si può interpretare pensando che l'elettrone ruoti costantemente intorno a un suo asse. Tutti i fenomeni magnetici possono quindi essere ricondotti a manifestazioni del moto di corpuscoli elettrizzati. Le azioni di un campo magnetico sulle orbite elettroniche spiegano la polarizzazione diamagnetica, comune a tutte le sostanze. Per quelle le cui molecole abbiano un momento magnetico e possano quindi orientarsi nel campo, una polarizzazione, più forte, paramagnetica, si sovrappone all'altra. Gli intensi campi molecolari necessari per spiegare il ferromagnetismo si mettono invece in relazione con l'orientamento concorde degli spin elettronici. I fenomeni di polarizzazione magnetica, di cui già in campo costante si tiene conto sostitueundo il vettore dell'induzione magnetica a quello dell'intensità del campo, rendono infine possibile il formarsi di correnti magnetiche di spostamento in campi variabili, analoghe a quelle elettriche nei dielettrici.

Il quadro è completato dai fenomeni d'induzione, che tanta parte hanno nell'elettrotecnica e che, premessa l'esistenza delle azioni elettromagnetiche ed elettrodinamiche, sono necessaria conseguenza del principio della conservazione dell'energia. La sintesi di tutti questi fenomeni si realizza nella concezione maxwelliana che richiede che ogni corrente magnetica (necessariamente di spostamento) sia asse di un campo solenoidale, ossia di un vortice, elettrico, analogamente a quanto risulta in modo diretto per ogni corrente elettrica (di conduzione o di spostamento), ch'è asse di un vortice magnetico. L'interdipendenza tra campi magnetici ed elettrici variabili così determinata, trova la sua completa espressione nelle equazioni di Maxwell; il cui massimo trionfo sta sempre, al di sopra di ogni difficoltà di interpretazione concreta, nella scoperta delle onde elettromagnetiche e nella teoria elettromagnetica della luce.

In realtà la fisica moderna ha messo in evidenza che l'energia non si propaga nella radiazione com'è richiesto dalla teoria ondulatoria, ma bensì per quanti proporzionali alla frequenza; come del pari ha riconosciuto che i moti dei corpuscoli non possono invece essere interpretati rigorosamente se non ricorrendo a un'immagine ondulatoria. Ma i quanti d'energia che intervengono nella propagazione delle onde elettromagnetiche propriamente dette e i portatori messi in movimento nelle correnti elettriche sono talmente numerosi che non ne risulta sostanzialmente modificato ciò che riguarda questi fenomeni.

Il Prof. Valle alla chiusura dell'interessantissima esposizione fu calorosamente applaudito dal folto uditorio e agli applausi seguirono vive congratulazioni di molti dei presenti che si soffermarono a lungo con l'oratore.

* *

SEZIONE DI LIVORNO

La sera del 1º dicembre il Prof. Ing. **Lorenzo Poggi** ha parlato su « **Un nuovo giunto elettromagnetico per trasmissione di potenza** ».

L'Ing. Poggi si riferisce su una macchina da lui ideata e brevettata avente lo scopo della trasmissione di potenza fra due alberi, con rapporto di velocità variabile.

In essa è realizzato il concetto di trasmettere la potenza, parte per diretta azione di trascinamento fra due circuiti collegati elettromagneticamente e fissati, l'uno all'albero motore, l'altro al condotto, e per la parte rimanente, corrispondente alla velocità d[illegible] scorrimento dei due alberi, trasformandola prima in potenza el[illegible]trica, e successivamente in potenza meccanica sull'albero cond[illegible] La prima di tali trasformazioni avviene nel complesso stes[illegible] due circuiti sopraaccennati, essendo dovuta appunto all'azi[illegible] campo magnetico dovuto all'uno, muoventesi rispetto al[illegible] la velocità di scorrimento ,e la seconda avviene nel c[illegible] uno statore fisso e di un avvolgimento rotorico ad es[illegible] elettromagneticamente e fissato all'albero condotto (ch[illegible] formare tutt'uno col primo avvolgimento di questo).

L'Ing. Poggi ha accennato anche ai risultati di una[illegible] mentare dalla quale risultano le buone possibilità [illegible] si è quindi soffermato a descriverne alcune varia[illegible] particolarmente importante, tenedente verso una not[illegible] cazione, che può avere interesse in caso di particolari [illegible] tecniche.

Il Presidente pone l'argomento in discussione, alla quale [illegible] dono parte l'Ing. Alberto Attal e l'Ing. Sica. Si conclude c[illegible] tando l'importanza che potrà avere la nuova macchina restan[illegible] attesa dei risultati sperimentali.

Il Prof. Cassuto ringrazia l'Ing. Poggi e gli offre in ricordo u[illegible] medaglia d'oro.

* *

SEZIONE DI MILANO

La sera di venerdì 14 dicembre u. s. ha avuto luogo l'annunciata conferenza del Dott. Ing. Gr. Uff. **Ferdinando Lori**, Professore del Politecnico di Milano, su: « **Onde e corpuscoli** ».

Il Presidente Ing. Gasparoni, dopo aver ringraziato calorosamente l'oratore di avere accettato l'invito di intrattenere i soci sulle più moderne vedute intorno alla fisica microcosmica, dà senz'altro la parola al Prof. Lori.

Il Presidente Ing. Gasparoni, dopo aver ringraziato calorosavano fino al 1931. Essi erano: l'elettrone, corpuscolo dotato della più piccola massa gravitazionale e della più piccola carica elettrica negativa, che si siano rivelate al fisico; il protone, fornito di massa gravitazionale circa 1840 volte più grande di quella dell'elettrone e di carica elettrica positiva uguale in valore assoluto alla carica negativa di quello; i raggi alfa, equivalenti all'unione di quattro protoni con due elettroni e quindi presentanti una massa gravitazionale pari a quattro volte quella del protone e una carica elettrica positiva doppia di quella dello stesso protone. Ad essi si possono aggiungere i fotoni, o granuli d'energia, che, secondo una teoria affacciata per la prima volta da Einstein per spiegare l'effetto fotoelettrico, sarebbero i costituenti della radiazione luminosa e dell'energia raggiante in generale.

Dei corpuscoli ora descritti solo i primi due avevano un'importanza fondamentale nel quadro della costituzione della materia: protoni ed elettroni si trovavano associati nella formazione del nucleo degli atomi; gli elettroni formavano una nube di carica negativa intorno al nucleo. Le particelle alfa, o nuclei di elio, potevano in sostanza ricondursi a una combinazione di quelli.

Nel 1931 nuovi corpuscoli elementari cominciarono a presentarsi al ricercatore, complicando notevolmente il quadro che in ori-

IL LIBRO D'ORO DELL' A. E. I.

Secondo elenco dei Soci Sostenitori dal 10 al 25 Gennaio 1935
(Vedasi elenco precedente nel N. 1)

Sezione di GENOVA
CARLI Carlo

Sezione di MILANO
LOCATELLI Ing. Giuseppe

Sezione di NAPOLI
**Soc. Generale Elettrica Napoletana

Sezione di ROMA
THURLOW Giuseppe

**Soc. Italiana «Italo Radio»
**Ministero della Guerra, Direz. Gener. del Genio Militare

Sezione di TORINO
**Azienda Tranvie Municipali

Sezione di TRIESTE
PEDROTTI Ing. Felice

Sezione VENETA
REVESSI Ing. Prof. Giuseppe
DE FASSI Dott. Giovanni

*** Socio collettivo*

gine poteva sembrare molto semplice, ma anche sistemando alcune incoerenze. Correlativamente agli elettroni furono scoperti i positroni, corpuscoli carichi di eletricità positiva, la cui massa gravitazionale e la cui carica elettrica sono uguali a quelle dell'elettrone. I neutroni si sono presentati come corpuscoli di massa uguale a quella dei protoni, ma elettricamente neutri. Il desiderio di mantenere valide anche nel campo della fisica microcosmica le leggi della conservazione dei momenti e dell'energia durante gli urti elastici, che avvengono tra corpuscoli, induceva ad ammettere l'ipotesi dell'esistenza di corpuscoli neutri, aventi massa uguale a quella dell'elettrone, i neutrini. La teoria dell'effetto Compton, affrontando lo studio degli urti tra energia raggiante e corpuscoli materiali, consentiva di definire il fotone come un corpuscolo avente, oltre che una determinata energia proporzionale alla frequenza della radiazione raggiante, anche un momento che poteva venire misu-

La scoperta dei nuovi corpuscoli cambia notevolmente il ... a materia: alcuni di essi vengono privati della proprietà ... nti fondamentali dei nuclei, mentre alcuni dei nuovi ... vati a tale dignità.

... si trattiene quindi brevemente sui concetti informa... statistica; e dopo aver brevemente ricordato i con... della statistica classica di Maxwell e di quella ... ermi, si trattiene a enumerare i successi che que... nto nella trattazione della teoria elettronica dei me... erpretazione dei fenomeni relativi al calore specifico ... elettronico e dei metalli e nella previsione delle proprietà ... leghe. Contro tale interpretazione si sono poi sollevate diffi... di carattere concettuale più che incompatibilità coi dati dell'esperienza.

È sorta intanto la meccanica ondulatoria, la quale presenta un carattere spiccatamente statistico, in quanto non ci pone in grado di conoscere e seguire le vicende dinamiche di un solo corpuscolo, ma fornisce dati medi statistici, a carattere probabilistico, sul comportamento di un grandissimo numero di corpuscoli insieme riuniti. Essa è stata posta su fondamenti matematici da Schrödinger sulla base di idee enunciate dal De Broglie, e per una via nettamente diversa, ma che conduce alla stessa mèta, dallo Heisemberg.

La nuova meccanica ,partendo da rappresentazioni puramente matematiche e ricercando relazioni tra grandezze misurabili, ha gettato le basi di quella che potrebbe essere la teoria più completa della conduzione elettrica nei metalli. Notevolissimi successi ha avuto un perfezionamento che ha introdotto in essa Dirac, il quale, benchè la sua teoria fosse molto criticata sopra tutto dal punto di vista matematico, è riuscito ad includervi anche la proprietà degli elettroni di avere uno spin (momento magnetico), e ha preveduto la possibilità di esistenza degli elettroni positivi (positroni) qualche anno prima della loro scoperta.

La nuova meccanica però non è relativistica, nel senso che la sua descrizione del mondo fisico dipende dal sistema di riferimento. Vari tentativi sono stati fatti per introdurre in essa i concetti della reatività einsteiniana; notevoli quelli del Gordon e quello più recente di Levi-Civita, il quale ultimo ha tentato di introdurre nell'equazione di Dirac anche il campo gravitazionale, oltre quello elettrico; nessuno però ha dato risultati soddisfacenti.

L'applicazione della meccanica ondulatoria alla conduzione metallica suggerisce l'ipotesi che la resistenza elettrica sia una manifestazione di imperfezioni nel reticolo cristallino o discontinuità nella sua temperatura. In un metallo, nel cui reticolo tutti gli atomi conservassero perfettamente le distanze mutue e le orientazioni, e la temperatura fosse uniforme rigorosamente, la resistenza sarebbe nulla. Potranno i progressi nella metallurgia realizzare questo prezioso, e per ora ideale, conduttore senza resistenza?

L'oratore conclude con l'augurio che la scoperta si realizzi. Ciascun elettrotecnico ne comprende l'importanza.

La chiusa dell'elevata e brillantissima conferenza è accolta da un prolungato e vivo applauso all'indirizzo del chiarissimo Oratore che, per più di un'ora, ha tenuto incatenato l'attenzione del numeroso e scelto uditorio intervenuto, con l'interesse delle cose dette, la chiarezza, il brio, la forma elevata dell'esposizione.

Il Presidente Ing. Gasparoni ha sottolineato il caloroso successo del Conferenziere, formulando l'augurio, che è il desiderio di tutti i soci, di poterlo riudire ancora presto.

NECROLOGIO

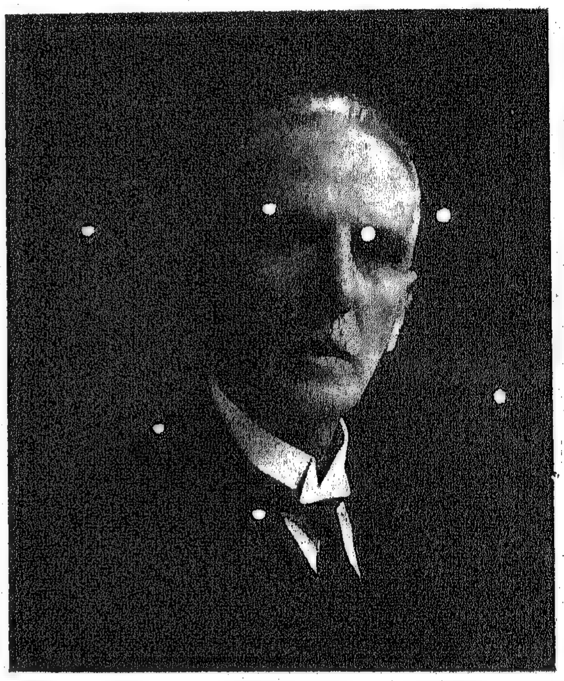
Con sincera commozione comunichiamo ai Colleghi la morte del dott. ing. comm.

ANGELO SILVA

avvenuta in Roma il 7 gennaio 1935.

Non pensavamo certamente di dover così presto dare tale triste annuncio quando due mesi or sono (vedi *L'Elettrotecnica* del 15 novembre 1934) in occasione del suo ritiro da Direttore dell'Azienda Elettrica Municipale di Parma, ricordavamo la sua opera intelligente ed efficace di pioniere dell'elettrotecnica.

Unanime era l'augurio dei colleghi, che sinceramente lo stimavano e lo amavano, che Egli potesse godere a lungo di un sereno riposo dopo la vita operosa condotta per tanti anni con mirabile attività che non conosceva stanchezza. Anche all'ultimo Congresso di Gardone la sua figura aitante e robusta, non ostante l'età avanzata, era apparsa, come sempre alle riunioni della A.E.I., tra la simpatia dei colleghi ed era sembrata una promessa di lunga e forte vecchiaia.



La morte Lo ha rapito invece in seno alla famiglia per ricongiungersi alla quale si era da poco recato a Roma. Il cordoglio dei congiunti è largamente condiviso da quanti Lo conobbero. Ma rimpianto particolarmente profondo l'Ing. Silva lascia nella grande famiglia dell'A.E.I. alla quale apparteneva dalla fondazione e verso la quale in ogni occasione teneva a dimostrare positivamente il suo attaccamento e la sua sicura amicizia. Anche recentemente, non contento di essersi fatto da molti anni socio vitalizio, aveva voluto rispondere fra i primi all'appello della Presidenza Generale iscrivendosi come socio benemerito e versando subito le quattro annualità supplementari per ciò stabilite.

La sua figura buona e autorevole vivrà a lungo nella memoria di tutti i soci dell'A.E.I., interpretando il sentimento dei quali porgiamo da queste pagine ai desolati congiunti le più vive condoglianze.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza de' Celestini, 4).
20 Gennaio - ore 10. — GORI Dott. Prof. Vittorio: « Gli aerei direttivi e le loro applicazioni alla tecnica radiotelegrafica ».

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).
1º Febbraio - ore 21,15. — VECCHIACCHI Dott. Prof. Francesco: « Misure di frequenza ».

SEZIONE DI NAPOLI (Via Tarsia, 39).
16 Gennaio - ore 21. — *Assemblea Generale Ordinaria dei Soci.* Seguirà una comunicazione del Prof. Ing. Lorenzo DE MONTEMAYOR sul tema: « Ultrasuoni ».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).
13 Gennaio. — Visita allo Stabilimento per la fabbricazione dei pali in cemento armato centrifugato, recentemente impiantato alla Magliana dalla S.C.A.C.

SEZIONE DI TORINO (Piazzetta Madonna degli Angeli, 2)
16 Gennaio - ore 21. — CIRILLI Dott. Ing. Gianni: « Realizzazione di un motore sincrono a velocità variabile ».
22 Gennaio - ore 21,30. — Visita alla Stazione Telefotografica Sistema Bélin della « Gazzetta del Popolo ».

SEZIONE DI TRIESTE (Via C. Battisti, 22).
17 Gennaio - ore 20. — RUTELLI Dott. Ing. Prof. Giovanni: « Trasformazioni e catene elettroacustiche ».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

Ind. Graf. It. S... HI - Milano.

SUPPLEMENTO AL N. 2 DEL 25 GENNAIO 1935 DE

L'ELETTROTECNICA

Contiene: SCHEMA DI NORME

LINEE AEREE DI CONTATTO PER FERROVIA — RADDRIZZATORI A VAPORE DI MERCURIO DESTINATI A IMPIANTI DI TRAZIONE

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

SCHEMA DI NORME
PER LE LINEE AEREE DI CONTATTO PER FERROVIA

Composizione attuale del SOTTOCOMITATO MATERIALI DI TRAZIONE

Presidente: SEMENZA MARCO (A) — *Segretario*: RIGATTI G. ANTONIO
Membri: BIANCHI GIUSEPPE (A) – BOVONE EDOARDO (A) – CUCCOLI GIOVANNI (A) – DE FALCO MARIO (A) – ELENA SEBASTIANO (A) – FERRARIO ARTURO (U) – FIORENTINI FELICE (A) – GUARNA FRANCESCO (A) – LA VALLE ERNESTO (A) – MORELLI ETTORE (A) – NISSIM RAOUL (A) – NORSA RENZO (A) – SEMENZA MARCO (A) – VALLAURI RICCARDO (A) – VANNOTTI ERNESTO (A) – VIRGILI ENEA (A)

(A) = designazione A.E.I. (U) = designazione UNFIEL

NOTA BENE. — Secondo il disposto dell'Art. 10 dello Statuto del C.E.I. chiunque avesse osservazioni o suggerimenti da fare in merito al presente Schema è pregato di volerli comunicare entro tre mesi da oggi alla Segreteria del C. E. I. presso l'Ufficio Centrale della A.E.I. (Milano - Via San Paolo, 10).

CAPITOLO I.

GENERALITÀ.

I-1-01. Le presenti norme valgono per le linee aeree di contatto per ferrovie e tramvie interurbane, limitatamente a quelle percorse con velocità non superiori a 100 km/ora.

I-1-02. Le linee aeree di contatto si suddividono in:

a) Linee di contatto a sospensione semplice.
b) Linee di contatto a catenaria.

Si suggerisce che l'impiego del primo sistema sia limitato:

1°) a ferrovie a bassa velocità (sino a 50 km/ora);
2°) in corrispondenza di manufatti e gallerie ove il franco sul piano del ferro non permetta di sviluppare una sospensione diversa.

Qualora i manufatti siano di lunghezza notevole e vengano percorsi a velocità elevata è opportuno rendere la sospensione elastica il più possibile (sospensione trasversale con filo d'acciaio o bronzo, morsetti elastici, doppio filo con sospensione alternata, ecc.).

Le linee a catenaria sono da preferirsi pei binari di corsa.

CAPITOLO II.

SPECIFICAZIONI COSTRUTTIVE.

II-1-01. *Tensioni.* – Per le tensioni alle linee di contatto valgono i limiti fissati nelle norme C.E.I. per i motori di trazione, e precisamente:

	Tensione (volt)		
	minima	nominale	massima
Linee a corrente continua	400	600	720
	500	**750**	900
	800	1.200	1.400
	1.000	**1.500**	1.800
	1.600	2.400	2.800
	2.000	**3.000**	3.600
Linee a corrente monofase	—	11.000	12.100
	12.000	**15.000**	16.000
Linee a corrente trifase	2.800	3.400	4.000

I valori in grassetto sono particolarmente raccomandabili.

II-1-02. *Posizione del filo di contatto rispetto al piano del ferro.* – L'altezza del filo di contatto sul piano del ferro deve essere compresa fra 4,50 m e 6,30 m misurati alla sospensione.

La posa del filo di contatto dovrà essere prevista in modo che lo scarto massimo di altezza rispetto alla posizione media prescelta, in corrispondenza ad uno scarto di temperatura di 60° (da —20° a +40°) e con filo scarico, non risulti superiore a ±20 cm.

Ogniqualvolta si debba introdurre una variazione di altezza del filo di contatto rispetto al piano del ferro, il raccordo deve essere fatto con una inclinazione massima del due per mille pei binari di corsa percorsi con una velocità di 100 km/ora; per velocità inferiori tale inclinazione può essere aumentata fino ad un massimo del cinque per mille.

Zig-zag del filo di contatto. – In relazione alla larghezza utile minima degli organi di presa di corrente, che è di 1 m, si suggerisce di adottare per lo scartamento del filo di contatto una ampiezza di ± 300 mm rispetto alla mezzaria del binario.

II-103. *Distanze di sicurezza. – Distanza degli elementi sotto tensione da quelli messi a terra.* Per tensioni di esercizio nominali sino a 3 kV gli elementi sotto tensione e le prese di corrente debbono essere distanti di almeno 200 mm dagli elementi messi a terra Detta distanza può essere abbassata eccezionalmente sino a 100 mm. purchè, in caso di abbondanti nevicate, il deposito di neve non possa diminuire tale distanza.

Distanza dei sostegni dal binario. – La minima distanza orizzontale dei punti più sporgenti dei sostegni dalla sagoma limite non deve essere inferiore a 0,80 m in rettifilo. In curva, tale distanza deve essere convenientemente aumentata per tener conto dello spostamento della sagoma limite in conseguenza della sopraelevazione della rotaia esterna.

II-1-04. *Messa a terra degli impianti fissi.* – Tutte le strutture metalliche non isolate delle linee di contatto vanno messe a terra.

Anche i manufatti metallici disposti in vicinanza delle linee di contatto vanno messi a terra, specialmente se vi è il pericolo che essi vengano a contatto con le linee in tensione in caso di rottura o di insolite oscillazioni dei conduttori.

Le linee di terra devono essere eseguite con conduttori della sezione di almeno 20 mm².

Gli attacchi delle linee di terra agli elementi da mettere a terra devono risultare accessibili.

Quando per la messa a terra degli impianti fissi si impieghino le rotaie, anche gli attacchi delle linee di terra alle rotaie devono risultare accessibili.

II-1-05. *Connessioni delle rotaie.* – È conveniente connettere elettricamente tra di loro le rotaie mediante connessioni.

Le rotaie, a loro volta, vanno connesse con le sbarre di terra delle sottostazioni. È conveniente eseguire tali collegamenti con conduttori di rame opportunamente protetti contro i fenomeni elettrolitici.

CAPITOLO III.

MATERIALI.

III-1-01. *Fili di contatto.* – Quali fili di contatto sono da preferirsi, di regola, quelli scanalati a profilo unificato con le sezioni: per i binari di corsa di 80-100 e 120 mm²; per i binari secondari di 60 e 80 mm²; con tolleranza del ± 2‰ (due per mille) sulle sezioni prescritte.

Essi saranno di rame elettrolitico crudo avente le caratteristiche seguenti:

Carico di rottura: minimo	38 kg/mm²
massimo.........	42 kg/mm²
Allungamento dopo rottura su una lunghezza di 20 cm.: minimo ...	2,5%
Resistività elettrica a 20° C.	17,78 $\Omega\cdot$/mm²/km
(corrispond. al 97% di conduttiv.)	

Modulo di elasticità	1,3.10⁴ kg/mm²
Coefficiente lineare di dilatazione termica per 1° C.	16,8.10⁻⁶
Peso specifico a 20°	8,89×10⁻³ kg/cm³

Le saldature devono essere fatte con l'argento.

La resistenza meccanica della saldatura non dovrà essere inferiore al 95% di quella minima prescritta per il filo omogeneo.

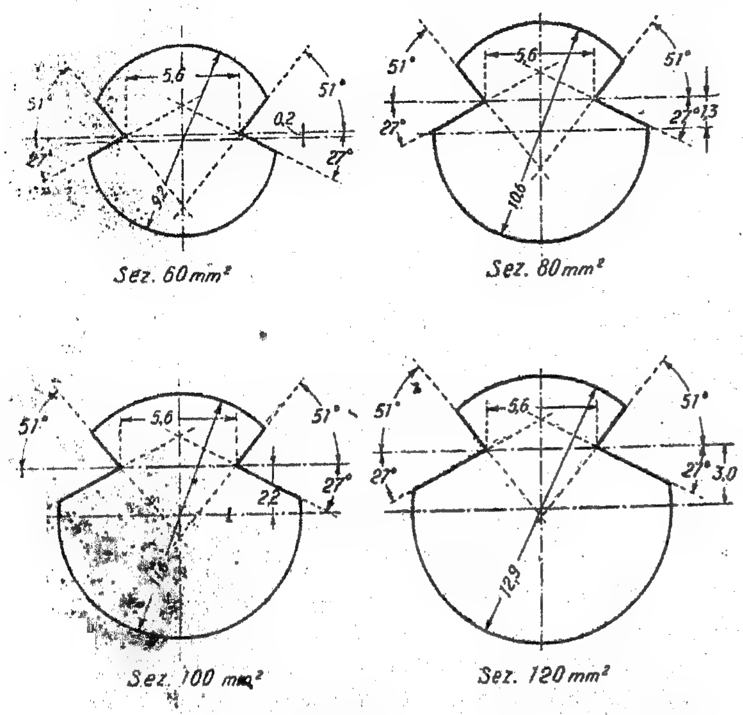


Fig. 1.

Il filo deve avere la superficie esente da qualsiasi scabrosità scaglie. Gli spigoli delle scanalature debbono essere vivi o o arrotondati.

Il filo deve avvolgersi ad elica intorno ad un'asta cilindrica guale sezione senza presentare rotture o screpolature superli. Inoltre su una lunghezza di 200 mm esso deve poter essere olto su se stesso attorno al suo asse longitudinale da 4-5 pei fili di 100 mm², sino a 7 volte pei fili di 50 mm² di one, subendo, contemporaneamente, uno sforzo di trane di 10 kg., senza presentare rotture o screpolature. Il o di contatto deve essere avvolto su bobine con tamburo di meno 0.90 m. di diametro e sulle bobine debbono essere indicati: la sezione e la lunghezza del filo avvolto, il peso netto della bobina vuota ed il peso netto del filo avvolto.

III-1-02. *Corde portanti.* – Le corde portanti delle linee a catenaria possono essere di materiali diversi e la scelta va fatta caso per caso in relazione alla convenienza tecnica ed economica dell'impianto. Esse devono essere formate da più conduttori avvolti ad elica. Le caratteristiche, per i diversi materiali, siano le seguenti.

Corde di rame. – Il carico di rottura dei singoli fili deve essere di almeno 38 kg/mm² e le caratteristiche elettriche identiche a quelle indicate per i fili di contatto. Il carico di rottura complessivo della corda non deve essere inferiore all' 85% della somma dei carichi di rottura dei singoli fili componenti.

Corde di bronzo. – Caratteristiche dei fili elementari:

Resistività elettrica a 20°	22,8 Ω·/mm²/km
Carico di rottura..................	60 kg/mm²
Modulo di elasticità	1,05×10⁴ kg/mm²
Coefficiente di dilatazione lineare termica per 1° C.	17×10⁻⁶
Peso specifico a 20° C.	8,91×10⁻³ kg/cm³

Il carico di rottura complessivo della corda non deve essere inferiore all'85% della somma dei carichi di rottura dei singoli fili componenti.

Corde di acciaio. – Caratteristiche dei fili elementari:

Carico di rottura..................	70 kg/mm²
Modulo di elasticità	19,×10⁴ kg/mm²
Coefficiente di dilatazione lineare termica per 1° C.	11×10⁻⁶
Peso specifico a 20° C.	7,8×10⁻³ kg/cm³

Possono essere impiegate anche corde di acciaio ad alta resistenza composte con fili aventi carico di rottura di 120-140 kg/mm² e più.

Il carico di rottura complessivo della corda non deve essere inferiore al 90% della somma dei carichi di rottura dei singoli fili componenti.

I fili di acciaio costituenti le corde portanti devono essere perfettamente zincati e la zincatura dovrà soddisfare alle prescrizioni tecniche stabilite dalla Direzione Generale delle FF. SS., (vedi: Appendice Nota 1).

III-1-03. *Sostegni.– Materiali ferrosi* per i sostegni in ferro:

Profilati (di ferro omogeneo):

Carico di rottura..................	48-46 kg/mm²
Allungamento minimo	20%
Resilienza (provino nel senso longitudinale)	6 kg/cm²

Chiodi (di acciaio extradolce):

Carico di rottura..................	34-42 kg/mm²
Allungamento	25%
Resilienza (provini nel senso longitudinale)	12 kgm/cm²

Un pezzo di verga di lunghezza doppia del diametro, scaldato al rosso cupo, deve potersi schiacciare sino a 1/3 della sua lunghezza, senza mostrare traccie di incrinature.

Lamiere (di acciaio):

Carico di rottura..................	42-50 kg/mm²
Allungamento minimo	18%
Resilienza (provini nel senso longitudinale)	5 kgm/cm² (1)

Pali di acciaio (tubolari o a traliccio tubolare): carico di rottura da 55 a 65 kg/mm² con una media non inferiore a 60 kg/mm².

Allungamento: non inferiore al 15% su barrette della lunghezza $L = 200$ mm e della sezione $S = 314$ mm² (la lunghezza L delle provette deve cioè corrispondere alla relazione $L = 11{,}3\sqrt{S}$).

Modulo di elasticità: 2,2.10⁴ kg/mm².

III-1-04. *Isolatori.* – Per l'isolamento della linea di contatto possono essere impiegati isolatori a perno o isolatori a sospensione.

Entrambi i tipi di isolamento devono presentare almeno i seguenti coefficienti di sicurezza rispetto alla tensione di esercizio e per valori di quest'ultima non superiori a 4000 V: tensione dell'arco a secco 20 volte la tensione normale; tensione dell'arco sotto pioggia (vedi Norme Isolatori in porcellana C. E. I., paragrafi 2-3.02 e 3-1.04) a 45° 10 volte la tensione normale; tensione di perforazione 30 volte la tensione normale.

Inoltre, devono presentare un coefficiente di sicurezza, rispetto alla sollecitazione meccanica, eguale almeno a 3, tanto per gli isolatori di sospensione quanto per gli isolatori di amarro. Per tutte le altre caratteristiche gli isolatori devono rispondere alle norme del C.E.I.

Le prove di collaudo devono essere effettuate secondo le norme del C. E. I.

CAPITOLO IV.

ISOLAMENTO DELLA LINEA DI CONTATTO.

IV-1-01. L'isolamento della linea di contatto deve essere in ogni caso tale da sopportare — in sede di collaudo immediatamente dopo la costruzione — una tensione di prova eguale a 10 volte la tensione massima di esercizio per la durata di 15 minuti in una giornata non piovosa, e 5 volte la tensione massima di esercizio in una giornata piovosa, sempre per la durata di 15 minuti.

CAPITOLO V.

CALCOLO MECCANICO DELLA LINEA DI CONTATTO.

V-1-01. *Sollecitazioni nei conduttori e nei sostegni.* – Nei calcoli dei conduttori e dei sostegni si deve tener conto delle seguenti sollecitazioni.

---

(1) Per spessori inferiori a 8 mm si ammette una resilienza minima di 4 kgm/cm².

Forze orizzontali:

a) *Vento*, sui conduttori calcolata in base alla formula:

$$F = 0{,}0045 \times V^2 \times d \times L$$

la quale, per conduttori cilindrici e vento di 130 km/ora, diventa:

$$F = 75 \times d \times L$$

dove: F = sforzo in kg. esercitato dal vento
V = velocità del vento, in km/ora
d = diametro del conduttore in m
L = lunghezza del conduttore in m.

b) Effetto della deviazione nelle curve e negli scambi, in corrispondenza alla massima tensione dei conduttori.

Forze verticali:

a) Peso proprio della linea.

b) Carico di ghiaccio sulle strutture fisse (esclusi i conduttori della linea di contatto).

In speciali climi e per ferrovie a servizio non continuativo (interruzione notturna) può considerarsi un carico di ghiaccio anche sui conduttori e un contemporaneo carico di vento da stabilirsi in relazione alle condizioni locali.

Forze longitudinali: derivanti da rotture dei conduttori di linea e che si sommano coll'azione del vento e della deviazione dei conduttori sugli scambi.

V-1-02. *Verifica della stabilità dei conduttori.* – La verifica della stabilità dei conduttori e dei sostegni va fatta in base alle seguenti ipotesi di carico, nell'intesa che l'impianto deve rispondere a quella di esse che risulti più gravosa:

Temperatura	Carico	Coefficiente di sicurezza (rispetto al carico di rottura)
—20°	Apparecchiatura di linea senza vento nè ghiaccio	3
0°	Apparecchiatura di linea con manicotto di ghiaccio	2,5
20°	Apparecchiatura di linea e vento orizzontale di 75 kg/mm.²	2,5

Per gli impianti da costruirsi in regioni a temperatura mite e dove siano da escludersi nevicate, la temperatura minima potrà essere considerata di — 5° e si potrà trascurare l'ipotesi del manicotto di ghiaccio.

V-1-03. *Verifica della stabilità dei sostegni.* – I sostegni devono presentare un coefficiente di sicurezza eguale a 3 rispetto alle massime sollecitazioni, compresa quella di flesso-pressione. Per il calcolo del raggio di girazione nei sostegni a traliccio formati con 4 montanti in ferro L e con tralicci alternati sulle faccie adiacenti si assumerà il momento di inerzia rispetto a un asse parallelo ad un lato dell'angolare per i montanti ed il momento di inerzia minimo per i tralicci.

Per la verifica della stabilità rispetto alla sollecitazione di flesso-pressione, la sezione dei montanti deve essere considerata al netto dell'area dei chiodi; la sezione dei tralicci va considerata per intero.

La verifica della stabilità rispetto alle sollecitazioni longitudinali interessa sopratutto i sostegni a portale, a struttura rigida nel senso longitudinale e portanti diverse linee.

In questo caso, essendo: T, la tensione totale di una corda portante ($T = ts$, dove t è la tensione unitaria in kg/mm² e s la sezione in mm²) ed N, il numero delle corde portanti sostenute dal portale, la verifica della stabilità si fa ammettendo che all'azione del vento ed, eventualmente, della deviazione dei conduttori, si aggiunga una sollecitazione

$$F = \frac{T \cdot N}{5}$$

V-1-04. *Verifica della stabilità delle fondazioni.* – Le fondazioni possono essere di due tipi:

1° Fondazioni a gravità.

2° Fondazioni nel calcolo delle quali si tiene contò della resistenza del terreno circostante.

Nel primo tipo si suppone il blocco di fondazione semplicemente appoggiato sul terreno e libero di ruotare attorno ad uno degli spigoli di base per effetto delle forze esterne agenti sul sostegno, trascurando completamente la reazione del terreno circostante.

Nel secondo tipo si suppone che alla stabilità della fondazione concorra oltre al momento proprio del blocco, anche la reazione del terreno circostante.

È consigliabile l'impiego del primo tipo nei terreni paludosi e poco consistenti, i quali presentino angoli di attrito inferiori a 30°.

Nei terreni con angoli di attrito eguali o superiori ai 30° si potranno adottare le fondazioni del secondo tipo.

Il rapporto fra il momento di stabilità M_s ed il momento massimo di rovesciamento M_r deve soddisfare alle condizioni seguenti:

per le fondazioni a gravità:

$$\frac{M_s}{M_r} \geqslant 1$$

per le fondazioni che tengono conto della resistenza del terreno circostante:

$$\frac{M_s}{M_r} \geqslant 1{,}3$$

Inoltre si deve verificare che la pressione unitaria sul terreno di appoggio della fondazione non superi il carico specifico ammissibile.

Nei calcoli di stabilità, salvo i più precisi accertamenti che possono essere effettuati caso per caso, si devono assumere i seguenti valori:

Peso specifico del calcestruzzo . . . . 2200 kg/m³
Peso specifico del terreno di consistenza normale 1600 kg/m³
Carico specifico ammissibile per terreni di media
compattezza . . . . 2,5 kg/cm²

Nel calcolo del momento di stabilità delle fondazioni a gravità, si tenga conto del peso proprio del blocco di fondazione, del peso del sostegno e dell'aliquota del peso delle apparecchiature di linea che insiste sul sostegno stesso e si supponga che la rotazione avvenga attorno allo spigolo di base normale alla direzione delle forze esterne. Per il calcolo del momento di stabilità nel caso delle fondazioni che tengono conto della resistenza del terreno circostante, non è possibile fissare un procedimento univoco e definitivo perchè si tratta di problema tuttora in via di elaborazione. (Vedi: Appendice, Nota 2).

V-1-05. *Composizione delle fondazioni.*

In terreno consistente: minimo 150 kg. di agglomerante cementizio a lenta presa per 1 m³ di ghiaia di media grossezza e sabbia priva di terriccio.

In terreni paludosi: minimo 250 kg. di agglomerante cementizio a lenta presa, per 1 m³ di ghiaia di media grossezza e sabbia priva di terriccio.

L'agglomerante cementizio deve rispondere ai requisiti ed alle prescrizioni stabilite dalle « Norme per l'accettazione dei leganti idraulici e per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio » approvate con R. D. L. 29 luglio 1933, n. 1213. In particolare le caratteristiche di resistenza dei provini di malta regolamentari devono essere le seguenti:

Resistenza minima alla trazione:
dopo 7 giorni . . . . kg/cm² 18
dopo 28 giorni . . . . kg/cm² 180

Resistenza minima alla compressione:
dopo 7 giorni . . . . kg/cm² 22
dopo 28 giorni . . . . kg/cm² 300

APPENDICE

NOTA 1.

Prescrizioni tecniche per la zincatura di fili e corde di ferro e acciaio.

(*stabilite dalla Direzione Generale delle FF SS, Servizio Lavori e Costruzioni - Ufficio 7 - Elettrificazione Linee, Docum. N. 42, Maggio 1930-VIII*).

Il rivestimento deve essere formato con uno strato continuo di zinco puro, di una lega di ferro e zinco o di una combinazione

di questi due metalli. Esso deve avere spessore uniforme ed essere applicato in modo da aderire perfettamente al filo di ferro od acciaio, e deve presentare una superficie ben levigata.

I campioni prelevati per la prova di zincatura devono essere puliti, prima della prova, mediante benzina o trementina, usando cascami di cotone (o con una spazzola), e quindi risciacquati in acqua pura ed asciugati con cascami di cotone ben puliti. La soluzione di solfato di rame deve essere formata con solfato di rame commerciale sciolto in acqua fredda nelle proporzioni di circa 36 parti in peso di cristalli per 100 parti di peso di acqua. La soluzione deve essere neutralizzata coll'aggiunta di un eccesso di ossido ramico (Cu O), risultando l'eccesso dalla presenza di deposito di ossido sul fondo del recipiente.

La soluzione filtrata deve avere un peso specifico di 1,186 a 18° C. al principio di ogni prova. Questo peso specifico sarà ottenuto coll'aggiunta di acqua pura se la densità è superiore a tale valore e coll'aggiunta di soluzione, filtrata, di peso specifico superiore se la densità è troppo bassa.

Il recipiente contenente la soluzione rimanente neutralizzata e non ancora filtrata, deve essere riempito dopo ogni prelievo, aggiungendo acqua e cristalli di solfato di rame. Un eccesso di ossido ramico deve essere sempre mantenuto nella soluzione non ancora filtrata.

I campioni di filo devono essere provati in un bicchiere di vetro di diametro interno non inferiore a 5 cm., riempito mediante la soluzione di solfato di rame, in modo che la profondità del liquido sia di almeno 10 cm. prima di introdurre i campioni.

La soluzione deve essere rinnovata dopo ciascuna serie di quattro immersioni.

Non più di sette campioni di filo si devono provare simultaneamente, ed i campioni immersi non devono essere riuniti od avvolti l'uno sull'altro.

I campioni preparati per la prova saranno immersi nella soluzione, preparata come sopra, la cui temperatura deve essere compresa fra 17° e 20° durante la prova, colle modalità seguenti:

Prima
Seconda
Terza
Quarta } immersione per 1 minuto – lavatura ed asciugatura

Il campione deve essere immediatamente lavato in acqua pura e avente una temperatura da 17° a 20° ed asciugato dopo ogni immersione.

I fili di diametro superiore a 2,4 mm. devono resistere a quattro immersioni di un minuto, come sopra descritto. I fili da 2,4 a 1,9 mm. di diametro (compresi questi valori) devono resistere a tre immersioni.

Se dopo tale prova appare sui campioni un *deposito di rame lucido*, l'intera partita, rappresentata dai campioni, deve essere rifiutata, a meno che il deposito sia avvenuto sullo zinco, oppure ad una distanza inferiore a 25 mm. dalla estremità del filo tagliata. Se soltanto uno dei sette fili provati simultaneamente non resiste alla prova o se vi sono ragioni di dubbio sulla entità del deposito, si faranno due nuove prove di controllo sulla partita in esame, ed il responso sarà basato sui risultati della maggioranza delle prove.

Nota 2.

Calcolo della stabilità delle fondazioni.

A titolo di orientamento e di inquadramento del problema si riportano alcune delle formule proposte a questo scopo e riferentisi a blocchi prismatici.

1) *Formula della Commissione Tecnica del Sindacato dei Produttori di Energia Elettrica Francesi.*

$$M_o = R\,b\,c^3$$

dove:

M_o = momento di stabilità dovuto alla reazione del terreno (kgm) ($M_s = M_o + M_1$ dove M_s = momento di stabilità totale e M_1 = momento di stabilità del blocco e del sostegno)

R = coefficiente variabile colla natura del terreno

b = dimensione del blocco di fondazione in direzione parallela alla linea (m)

c = altezza del blocco di fondazione sotto il piano di terra (m).

Il valore di R può variare all'incirca da 700 a 1100 a seconda della minore o maggiore compattezza del terreno.

2) *Formula del Froehlich* (adottata dal V.D.E.).

$$a^3 = \frac{F\,(c + 2\,h)}{1665\;c^2}$$

dove:

a = dimensione del blocco di fondazione normale alla linea (m)

F = risultante delle forze esterne applicate al sostegno (kg.)

h = altezza del punto di applicazione della forza F sul piano del terreno (m).

c = altezza del blocco di fondazione sotto il piano del terreno (m).

La formula vale per terreni di peso specifico intorno di 1600 kg/m³ e per pressioni massime di 2,5 kg/cm².

La dimensione b del blocco viene fissata in relazione alla larghezza del palo.

3) *Formula della Commissione Svizzera.*

$$M_r = \frac{M_0 + M_1}{S}$$

dove:

M_r = momento di rovesciamento (kgm) $M_r = F\left\{h + (2/3)\,c\right\}$ (i simboli hanno lo stesso significato come sopra)

M_o = momento di stabilità dovuto alla reazione del terreno laterale alla fondazione (kgm) $M_o = \dfrac{b\,c^3}{3600}\,.\,K$ dove K rappresenta il carico massimo ammissibile sul terreno alla profondità c espresso in Kg/cm²

M_1 = Momento di stabilità dovuto alla reazione del terreno sottostante alla fondazione (kgm) $M_0 = 0{,}4\,a\,P$, dove a rappresenta la dimensione del blocco di fondazione in direzione normale alla linea e P la somma dei carichi verticali (peso del blocco, del palo e delle apparecchiature)

S = coefficiente di sicurezza da introdursi nel caso di fondazioni poco profonde. E precisamente

finchè $\dfrac{M_o}{M_1} > 1 \qquad S = 1$

per $\dfrac{M_o}{M_1} = 0$ (fondazione superficiale) $S = 1{,}5$

a, b, c = dimensioni del blocco di fondazione (come sopra).

4) *Formula Andrèe-Norsa* (vedi « L'Elettrotecnica », 1923, pag. 331).

$$M = \frac{a^2\,b\,c\,p}{2} - 0{,}256\sqrt{\frac{a^3\,b^2\,c^4\,p^3}{k_2}} + 0{,}082\;b k_2\,c^2$$

dove:

M = momento di rovesciamento (kgm)

a, b, c = dimensioni del blocco di fondazione come sopra (m)

$p = \dfrac{P_1 + P_2}{v}$ dove: P_1 = peso del blocco; P_2 = peso del sostegno e della linea; v = volume del blocco.

Approssimativamente si può ritenere p = 2300-2400 kg/m³

k_2 = reazione laterale del terreno: $k_2 = 3\,\gamma\,c$ kg/m²

dove:

γ = peso specifico del terreno.

Questa formula, fissate 3 delle incognite a, b, c, k_2 permette di determinare la quarta. Nel caso si lasci come quarta incognita k_2, occorre verificare che sia soddisfatta la relazione

$$k_2 = 3\,\gamma\,c.$$

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

SCHEMA DI NORME
PER L'ORDINAZIONE ED IL COLLAUDO DEI RADDRIZZATORI A VAPORE DI MERCURIO DESTINATI A IMPIANTI DI TRAZIONE

Composizione attuale del SOTTOCOMITATO MATERIALI DI TRAZIONE

Presidente: SEMENZA MARCO (A) — *Segretario:* RIGATTI G. ANTONIO
Membri: BIANCHI GIUSEPPE (A) – BOVONE EDOARDO (A) – CUCCOLI GIOVANNI (A) – DE FALCO MARIO (A) – ELENA SEBASTIANO (A) – FERRARIO ARTURO (U) – FIORENTINI FELICE (A) – GUARNA FRANCESCO (A) – LA VALLE ERNESTO (A) – MORELLI ETTORE (A) – NISSIM RAOUL (A) – NORSA RENZO (A) – SEMENZA MARCO (A) – VALLAURI RICCARDO (A) – VANNOTTI ERNESTO (A) – VIRGILI ENEA (A)

(A) = designazione A. E. I. (U) = designazione UNFIEL

NOTA BENE. — Secondo il disposto dell'Art. 10 dello Statuto del C.E.I. chiunque avesse osservazioni o suggerimenti da fare in merito al presente Schema è pregato di volerli comunicare entro tre mesi da oggi alla Segreteria del C. E. I. presso l'Ufficio Centrale della A.E.I. (Milano - Via San Paolo, 10).

CAPITOLO I.

GENERALITÀ.

I-1-01. *Oggetto e portata delle norme.* – Le presenti norme si applicano, solo ai raddrizzatori a vapore di mercurio in cassa metallica montati nelle sottostazioni e destinati ad alimentare con corrente continua reti di trazione. I raddrizzatori per tensioni superiori ai 4 kV non sono soggetti a queste norme.

I-1-02. *Definizioni.* – Si definisce *gruppo raddrizzatore* un complesso di apparecchi destinato a convertire corrente alternata in corrente ad una sola direzione, senza l'uso di parti rotanti, utilizzando la proprietà caratteristica dell'arco nel vapore di mercurio, di lasciar passare la corrente in una sola direzione.

Un gruppo raddrizzatore si compone in generale delle seguenti parti:

a) il trasformatore di alimentazione;
a_1) la bobina di assorbimento;
a_2) le bobine anodiche di regolazione;
a_3) le bobine anodiche di ripartizione (partitori anodici);
b) il raddrizzatore;
c) la apparecchiatura ausiliaria comprendente:
c_1) il complesso per l'ottenimento ed il mantenimento del vuoto, costituito dall'insieme delle pompe propriamente dette e degli organi ausiliarii necessari al loro funzionamento;
c_2) il dispositivo per la misura del vuoto;
c_3) il dispositivo di accensione e di eccitazione;
c_4) il dispositivo di raffreddamento.

Nota. — Il trasformatore di alimentazione e le bobine di assorbimento di regolazione e di ripartizione, oltrechè dai dati di tensione, corrente e frequenza, dovranno essere caratterizzati da uno schema degli avvolgimenti e dei relativi collegamenti. Tale schema ha lo scopo di fornire una indicazione precisa circa la forma della tensione raddrizzata e la sua variazione fra vuoto e pieno carico.

Qualcuna delle bobine sopra indicate può essere omessa od essere incorporata nel trasformatore di alimentazione, a seconda dello schema che sarà adottato.

I-1-03. *Sistemi di raffreddamento.* – Il raffreddamento di un raddrizzatore può avvenire:

a) con acqua corrente in ciclo aperto (raffreddamento diretto);
b) con acqua corrente in ciclo chiuso (raffreddamento indiretto).

Il raffreddamento indiretto si può ottenere raffreddando l'acqua di circolazione:

b_1) con ventilazione naturale;
b_2) con ventilazione forzata;
b_3) con acqua di altra sorgente.

I-1-04. *Tensione nominale.* – La tensione nominale di un raddrizzatore è quella della corrente continua che esso eroga alla potenza nominale.

I-1-05. *Corrente nominale.* – La corrente nominale di un raddrizzatore è quella che esso eroga alla potenza nominale.

I-1-06. *Potenza nominale.* – La potenza nominale di un raddrizzatore è quella che esso è in grado di erogare in servizio continuo ai morsetti lato corrente continua essendo rispettate le condizioni prescritte in queste norme, ammesso che la tensione e la frequenza di alimentazione abbiano i valori di targa. La potenza nominale di un raddrizzatore è espressa in kW.

I-1-07. *Fattore di potenza.* – Il fattore di potenza di un gruppo raddrizzatore è il rapporto fra la potenza reale e la potenza apparente assorbite ai morsetti primari del trasformatore di alimentazione del raddrizzatore, quando questo eroga la potenza nominale.

I-1-08. *Rendimento.* – Come rendimento di un raddrizzatore si considera il rapporto fra la potenza resa dal lato della corrente continua e la potenza assorbita dal lato della corrente alternata, compresa la potenza assorbita dalle apparecchiature ausiliarie del raddrizzatore funzionanti in servizio continuativo, ma esclusa la potenza assorbita dal sistema di refrigerazione, da specificarsi separatamente.

CAPITOLO II.

CONDIZIONI GENERALI.

II-1-01. Le presenti norme valgono nelle supposizioni:

a) che l'onda della tensione primaria sia praticamente sinusoidale (v. Appendice, parag. 1);
b) che il sistema polifase di alimentazione sia praticamente simmetrico (v. Appendice, parag. 2);
c) che il raddrizzatore venga installato ad una altitudine non superiore ai 1000 m sul mare; per altitudini maggiori si devono prendere accordi speciali.

II-1-02. *Temperatura ambiente e del mezzo refrigerante.* – Un raddrizzatore deve poter fornire in modo continuo la potenza nominale quando siano soddisfatte le seguenti condizioni:

a) la temperatura ambiente non superiore a 40° C.
b) la temperatura dell'acqua disponibile per il raffreddamento, non superiore a 25° C.
c) la temperatura dell'aria di raffreddamento, nel caso di raffreddamento indiretto, non superiore a 40° C.

Nel caso che le temperature ambiente e del mezzo refrigerante (acqua ed aria) siano diverse dai valori indicati devono essere presi accordi speciali tra il Committente ed il Costruttore.

II-1-03. *Prove.* – Le prove devono essere, per quanto è possibile e salvo diverse pattuizioni, eseguite nelle officine del costruttore su macchine ed apparecchiature pronte per il servizio.

In particolare le prove di rigidità dielettrica devono essere eseguite nelle officine del costruttore.

È ammesso di eseguire separatamente le prove per il trasformatore e per il raddrizzatore colle sue apparecchiature.

Le prove in opera devono formare oggetto di accordi speciali fra il Cliente ed il Costruttore.

CAPITOLO III.

PRESCRIZIONI PARTICOLARI.

III-1-01. *Formazione del raddrizzatore.* – La prima formazione del raddrizzatore va fatta nelle officine del costruttore.

III-1-02. *Tenuta del raddrizzatore.* – La tenuta del raddrizzatore deve soddisfare alla condizione seguente:

Messo il raddrizzatore fuori servizio, si mantenga sul complesso un vuoto uguale a circa 3/1000 di mm di colonna di mercurio per almeno un'ora. Si chiuda poscia il rubinetto di comunicazione fra il raddrizzatore e le pompe per il vuoto; si arrestino entrambe le pompe e si lasci il raddrizzatore in queste condizioni per un periodo di 10 ore consecutive.

Trascorso questo periodo si avviino nuovamente le pompe del vuoto, con il rubinetto di comunicazione sempre chiuso fino ad ottenere nelle tubazioni un vuoto uguale a quello di partenza.

Si arrestino, quindi, nuovamente entrambe le pompe, e si apra il rubinetto di comunicazione fra il raddrizzatore e le pompe per il vuoto. La lettura fatta al vacuometro dopo mezz'ora dall'apertura del rubinetto, non deve superare di più di 2 : 100 (due centesimi) di millimetro di colonna di mercurio la lettura iniziale.

III-1-03. *Misura del vuoto.* – Ogni raddrizzatore deve essere munito di almeno un dispositivo per la misura del vuoto.

Si raccomanda l'uso del misuratore del vuoto a filo caldo (sistema Pirani).

È opportuno disporre, in ogni sottostazione, di almeno un vacuometro per la misura assoluta del vuoto (sistema Mac Leod) allo scopo di permettere un controllo frequente della taratura del vacuometro elettrico.

III-1-04. *Riscaldamento.* – Per il trasformatore di alimentazione del raddrizzatore e per le macchine accessorie del gruppo raddrizzatore valgono le Norme Macchine del C.E.I., fascicolo 34, sia per i limiti di temperatura, sia per i metodi di misura.

Non si fissano limiti di temperatura per il raddrizzatore.

III-1-05. *Sovraccarichi.* – Agli effetti dei sovraccarichi i gruppi raddrizzatori si dividono in tre classi.

Classe A. – I gruppi raddrizzatori di questa classe debbono poter sopportare senza inconvenienti sovraccarichi consecutivi del 25% per 1 ora e del 100% per 10 secondi, essendo il gruppo a regime in servizio continuo alla potenza nominale.

Questi sovraccarichi possono ripetersi 3 volte nelle 24 ore con un intervallo di almeno 3 ore fra due serie successive di sovraccarichi.

Classe B. – I gruppi raddrizzatori di questa classe debbono poter sopportare senza inconvenienti, sovraccarichi consecutivi del 50% per 2 ore e del 100% per 1 minuto, essendo il gruppo a regime in servizio continuo, alla potenza nominale. Questi sovraccarichi possono ripetersi 3 volte nelle 24 ore con un intervallo di almeno 3 ore fra due serie successive di sovraccarichi.

Classe C. – I gruppi raddrizzatori di questa classe debbono poter sopportare senza inconvenienti, sovraccarichi consecutivi del 50% per 2 ore e del 200% per 5 minuti, essendo il gruppo a regime in servizio continuo, alla potenza nominale. Questi sovraccarichi possono ripetersi 3 volte nelle 24 ore con un intervallo di almeno 3 ore fra due serie successive di sovraccarichi.

Osservazione. — In sede di collaudo i sovraccarichi dovranno essere applicati quando sia stata raggiunta la temperatura di regime alla potenza nominale.

CAPITOLO IV.

ISOLAMENTO.

IV-1-01. *Prove di rigidità dielettrica.* – Le prove di rigidità dielettrica sul trasformatore di alimentazione e sull'apparecchiatura ausiliaria verranno eseguite colle modalità previste dalle Norme C.E.I. per l'ordinazione ed il collaudo delle macchine elettriche e colle tensioni di prova più sotto specificate.

Le prove di rigidità sul raddrizzatore possono essere eseguite alla pressione atmosferica ed alla temperatura ambiente, oppure nel vuoto alla temperatura di regime (da indicarsi dal costruttore).

La scelta fra i due sistemi di prova è lasciata al costruttore e deve essere precisata all'atto della ordinazione.

Anche per queste prove deve essere impiegata tensione alternativa conforme alle prescrizioni delle Norme C.E.I. già citate.

Si faranno due prove: una della durata di 40 minuti e, successivamente, una della durata di 1 minuto, salvo accordi speciali per prove in posto.

IV-1-02. *Tensioni di prova.* – Le tensioni alle quali devono essere sottoposte le singole parti del gruppo raddrizzatore, sono le seguenti, dove:

E = valore efficace della tensione primaria del trasformatore di alimentazione del raddrizzatore;

E_c = valore della tensione nominale del raddrizzatore dal lato corrente continua;

E_a = valore efficace della tensione alternata di prova.

	Tensione di prova	
	per la durata di 40 minuti	per la durata di 1 minuto
1) *Trasformatore di alimentazione.*		
a) avvolgim. primario contro avvolgim. secondario e massa	$E_a = 1{,}3\ E$	$E_a = 2\ E + 1000$ V.
b) avvolgim. secondario contro la massa	$E_a = 2\ E_c + 2500$ V.	$E_a = 4\ E_c + 5000$ V.
2) *Raddrizzatore.*		
a) anodi principali contro il cassone:		
1) prova a pressione atmosferica ed a temperatura ambiente	$E_a = 2\ E_c + 2500$ V.	$E_a = 4\ E_c + 5000$ V.
2) prova nel vuoto a temperatura di regime ...	$E_a = 2\ E_c + 1000$ V.	$E_a = 3\ E_c + 1000$ V.
b) anodi di eccitazione, asta di accensione e bobina di accensione contro la cassa	$E_a = 500$ V.	—
c) catodo contro la cassa ..	$E_a = 100$ V.	—
d) cassa compreso il dispositivo di mantenimento del vuoto contro terra	$E_a = E_c + 1000$ V.	$E_a = 2\ E_c + 1000$ V.
3. *Apparecchiature.*		
a) parti dell'impianto collegate agli anodi, contro terra .... b) bobine di autoinduzione di anodo, contro terra	$E_a = 1{,}5\ E_c + 2500$ V.	$E_a = 3\ E_c + 5000$ V.
c) bobina di assorbimento, contro terra .... d) bobina di autoinduzione del catodo e tutte le parti dell'impianto collegate al catodo	$E_a = E_c + 1000$ V.	$E_a = 2\ E_c + 1000$ V.
e) trasformatori, motori ed apparecchi ausiliari destinati alla misura del vuoto ed al raffreddamento	Secondo Norme C.E.I.	

CAPITOLO V.

RENDIMENTO.

V-1-01. *Generalità.* – Si distinguono:

a) il rendimento *misurato direttamente* ed ottenuto dalla misura della potenza resa e della potenza assorbita dal gruppo;

b) il rendimento *misurato indirettamente* ottenuto dalla misura separata delle singole perdite.

Qualora nella offerta o nella ordinazione siano date garanzie relative al rendimento, si deve precisare anche il metodo di misura. Nel caso manchi ogni indicazione, si applica il metodo diretto.

I dati del rendimento si riferiscono alla potenza, tensione e frequenza nominali.

Prima di eseguire le misure per la determinazione del rendimento, il raddrizzatore deve essere completamente formato e portato alla temperatura di regime mediante funzionamento alla potenza nominale.

Le perdite negli avvolgimenti, variabili con la temperatura, vanno riportate col calcolo alla temperatura di 75° C.

V-1-02. *Rendimento misurato indirettamente.* – Le perdite da considerarsi nella misura indiretta del rendimento sono le seguenti:

1) perdite a vuoto del trasformatore;

2) perdite negli avvolgimenti del trasformatore;

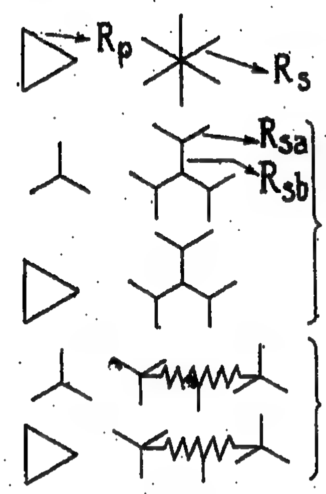
3) perdite dovute alla caduta di tensione del raddrizzatore (caduta di tensione dell'arco);

4) perdite nelle apparecchiature ausiliarie funzionanti in servizio continuativo, escluso l'impianto di refrigerazione.

V-1-03. *Perdite a vuoto del trasformatore.* – Vanno misurate al valore nominale di targa della tensione primaria o della secondaria a vuoto, alimentando con frequenza normale.

V-**1-04.** *Perdite nel rame del trasformatore.* – Le perdite negli avvolgimenti vanno determinate con una prova di corto circuito alimentando il primario con una tensione sinussoidale di valore ridotto tale da determinare negli avvolgimenti primari una corrente sinusoidale di valore efficace pari a quella normale primaria, essendo l'avvolgimento secondario chiuso in corto circuito in modo che ogni suo ramo sia percorso da una parte della corrente di corto circuito corrispondente a quella effettiva di carico in quel ramo.

Alle perdite così misurate si devono aggiungere le perdite addizionali che tengano conto della differenza fra il valore efficace della corrente di servizio ed il valore efficace della corrente di misura in corto circuito. Per i concatenamenti più usati, le perdite addizionali si ricavano dalla seguente tabella:



Connessioni primario secondario	Perdite addizionali lato primario	Perdite addizionali lato secondario
(1)	$\frac{1}{3} I^2 \left(\frac{N_s}{N_p}\right) R_p$	$\frac{2}{3} R_s I^2$
(2), (3)	0	$\frac{2}{3} R_{sa} I^2$; $\frac{1}{3} R_{sb} I^2$
(4), (5)	0	$\frac{1}{4} R_s I^2$

dove:
I = corrente continua nominale
N_s = numero delle spire secondarie
N_p = numero delle spire primarie
R_s, R_p, R_{sa}, R_{sb} = resistenze di fase come indicate negli schemi delle connessioni.

V-**1-05.** *Perdite dovute alla caduta di tensione nel raddrizzatore.* – Per la determinazione delle perdite dovute alla caduta di tensione nel raddrizzatore si possono usare:

1) il metodo dei wattmetri;
2) il metodo oscillografico;
3) il metodo calorimetrico.

Nell'Appendice (parag. 3) è data una descrizione sommaria dei diversi metodi. La scelta fra di essi, come pure i dettagli di applicazione del metodo prescelto, vanno concordati preventivamente fra costruttore e collaudatore.

V-**1-06.** *Perdite nelle apparecchiature.* – Oltre le potenze assorbite dai complessi funzionanti in servizio continuativo (escluso l'impianto di refrigerazione) sono da considerare le perdite nelle varie bobine inserite nel circuito compreso tra i morsetti del trasformatore ed i morsetti del raddrizzatore. Per le bobine di autoinduzione di anodo le perdite possono essere misurate con quelle del trasformatore se tali bobine sono interne al trasformatore o, separatamente se sono esterne, in base ai valori efficaci della corrente indicati dal costruttore.

Le perdite nella bobina di assorbimento e nella bobina di auto-

$$\frac{1}{3} I^2 \left(\frac{N_s}{N_p}\right) R_p \quad \frac{2}{3} R_s I^2$$

induzione di ripartizione vanno determinate in base alla resistenza ohmica delle bobine ed alla corrente continua che le percorre.

Le perdite nelle connessioni del trasformatore di alimentazione con gli anodi non sono comprese nel calcolo del rendimento garantito.

Capitolo VI.

NORME VARIE.

VI-**1-01.** *Fattore di potenza.* – Il fattore di potenza di un raddrizzatore viene determinato dal rapporto fra la potenza reale assorbita dal primario del trasformatore di alimentazione, esclusi i servizi ausiliari, misurata a mezzo di wattmetri, e la potenza apparente risultante dalla misura, contemporanea della corrente e della tensione primaria (media delle tre fasi).

VI-**1-02.** *Variazione di tensione.* – La variazione di tensione di un raddrizzatore è la variazione che subisce la tensione dal lato corrente continua passando da un carico pari al 5% della corrente nominale a quella corrispondente alla corrente nominale stessa rimanendo invariata la tensione di alimentazione primaria.

La variazione di tensione viene espressa in % della tensione nominale.

Capitolo VII.

TARGHE CARATTERISTICHE.

VII-**1-01.** La targa del trasformatore di alimentazione dovrà portare le indicazioni seguenti:

Numero di fabbricazione;
Potenza nominale in kVA;
Frequenza in per/sec;
Numero delle fasi;
Tensione primaria in volt;
Corrente primaria in ampere;
Tensione secondaria in volt a vuoto;
Corrente secondaria in ampere;
Schema delle connessioni;
Portata dell'aria o dell'acqua di raffreddamento (eventuale).

La targa del raddrizzatore deve portare le indicazioni seguenti:

Numero di fabbricazione;
Potenza nominale in kW;
Tensione nominale lato corrente continua;
Corrente nominale lato corrente continua.

Entrambe le targhe devono portare l'indicazione della « classe » di sovraccaricabilità.

Capitolo VIII.

TOLLERANZE.

VIII-**1-01.** Qualora nell'offerta o nell'ordinazione non venga diversamente indicato, le garanzie per tutte o parte delle grandezze sotto elencate, si intendono date con le tolleranze segnate nella seguente tabella:

Grandezze	Tolleranze
1) *Rendimento:*	
a) se ricavato dalla somma delle perdite	0,10 $(1-\eta)$
b) se ricavato dal rapporto fra la potenza resa e quella assorbita	0,15 $(1-\eta)$
2) *Fattore di potenza*	0,02
3) *Variazione di tensione complessiva*	15% del valore garantito

APPENDICE

1. *Definizione dell'onda praticamente sinusoidale.*

Un'onda si considera praticamente sinusoidale, quando:

a) il *residuo relativo* e cioè il rapporto fra il valore efficace di ciò che resta dopo eliminata l'armonica fondamentale ed il valore efficace dell'onda, non risulti superiore a 0,10;

b) il *fattore di cresta* e cioè il rapporto fra il valore massimo ed il valore efficace dell'onda risulti compreso fra $0.9\sqrt{2}$ e $1.1\sqrt{2}$; ciò che equivale ad accordare a questo rapporto una tolleranza del $\pm 10\%$.

2. *Definizione del sistema trifase praticamente simmetrico ed equilibrato.*

Un sistema trifase si considera praticamente simmetrico ed equilibrato quando il grado di dissimetria (per le tensioni) ed il grado di squilibrio (per le correnti) e cioè il rapporto numerico

fra l'ampiezza del componente inverso e quella del componente diretto del sistema considerato, non sia superiore a 0.05.

3. *Descrizione sommaria dei sistemi per la misura delle perdite dovute alla caduta di tensione nel raddrizzatore.*

a) *Metodo wattmetrico diretto.*

Si misurano direttamente le perdite nel raddrizzatore inserendo un wattmetro elettrodinamico su ciascun conduttore di arrivo ai diversi anodi e derivandone il circuito voltmetrico fra il catodo e l'anodo corrispondente.

Ad evitare la forte influenza del campo magnetico terrestre derivante dalla esistenza di una componente continua nella bobina voltmetrica, si deve commutare la corrente nelle bobine voltmetriche ed amperometriche.

b) *Metodo wattmetrico indiretto.*

Si misura la potenza fornita a ciascuna fase del raddrizzatore inserendo un wattmetro in ciascuno dei conduttori di arrivo ai diversi anodi, derivando il circuito voltmetrico fra l'anodo corrispondente e il centro secondario del trasformatore. Contemporaneamente si misura la potenza resa dal lato corrente continua a mezzo di voltmetro ed amperometro di precisione a bobina mobile e magnete permanente. La differenza fra la potenza totale fornita agli anodi e la potenza resa dal lato corrente continua, corrisponde alle perdite dovute alla caduta di tensione nel raddrizzatore.

Per una buona approssimazione la prova va eseguita ad una tensione di fase più bassa possibile.

c) *Metodo oscillografico.*

Si rileva a mezzo di un oscillografo l'onda della tensione fra anodo e catodo; il valore medio di questa onda nella direzione positiva durante il tempo nel quale l'anodo porta corrente, moltiplicato per il valore totale della corrente del catodo misurata simultaneamente con amperometro a bobina mobile e magnete permanente, dà la potenza corrispondente alla caduta di tensione del cilindro.

d) *Metodo calorimetrico.*

Si misura la quantità di calore asportata dal raddrizzatore dall'acqua di raffreddamento e da essa si ricavano le perdite nel cilindro. In questa determinazione si ammette che la dispersione del raddrizzatore sia eguale al 10% della potenza asportata dall'acqua.

ERRATA-CORRIGE

La formula nell'articolo V-1-06 a pag. 7 del presente fascicolo va soppressa.

VOL. XXII (XXXIX degli Atti) — 10 Febbraio 1935 - ANNO XIII — N. 3

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

AMMINISTRAZIONE: UFFICIO CENTRALE DELL'A.E.I.: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (2/2) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086 - C/C POSTALE 3/1189 - MILANO

SOMMARIO

Applicazione del motore ad olio pesante alla trazione ferroviaria.

Nell'articolo che pubblichiamo l'Ing. TOCCHETTI ha raccolto con molta diligenza le notizie più recenti sull'applicazione del motore ad olio pesante alla trazione ferroviaria. L'argomento è indubbiamente di grande attualità.

Sebbene le prime applicazioni del motore Diesel alla trazione risalgano a molti anni fa e cioè all'epoca dei primi motori ad olio pesante, esse sono tuttora frammentarie ed è difficile trarne elementi positivi di giudizio.

Ed infatti mentre la ragione fondamentale di ogni tentativo di applicazione del motore ad olio pesante alla trazione va ricercata nel maggior rendimento termico di esso e nella maggiore economia di esercizio, anche altri vantaggi accessori, quali la maggiore mobilità delle locomotive, nessun vincolo di pulizie o alimentazioni periodiche e frequenti, nessuna necessità di due persone a bordo, ecc., rendono a prima vista attraente questa applicazione alle ferrovie.

Il rovescio della medaglia è rappresentato da alcuni punti ancora oscuri. Anzitutto la poca adattabilità di un motore rigido e non sovraccaricabile, come quello ad olio pesante, alle esigenze eminentemente variabili della trazione. Nasce la necessità quindi di inserire, fra motore e ruote, elementi elastici di trasmissione, costituiti o da fluidi (liquidi o gas) o da generatori e motori elettrici. Un altro punto ancora poco determinato, e sul quale i numerosi esperimenti finora eseguiti non illuminano a sufficienza, è quello della spesa di manutenzione per esercizi estesi a lungo periodo ed esattamente controllati.

Non è quindi facile di dire a priori in quale caso convenga il nuovo mezzo di trazione ed in quale caso, invece, esso debba lasciare il passo o alla trazione a vapore od a quella elettrica.

Di tutti questi elementi il Tocchetti dà un'esatta valutazione nel suo pregevole studio ed è appunto in seguito alla lettura di esso che risulta chiaramente l'incertezza sulla delimitazione del campo favorevole all'utilizzazione del motore ad olio pesante in trazione.

In tesi generale si può dire che questo campo è intermedio fra quello a vapore (traffico limitato con pochi treni e pesanti) e quello elettrico (traffico intenso, preferibilmente servito con molti treni leggeri e frequenti); i limiti dell'intensità relativa di traffico che determinano la economica suddivisione del campo fra i tre mezzi di trazione sono variabili in base ad una quantità di elementi diversi da linea a linea e da località a località.

Si può concludere asserendo che un campo di azione per la trazione ad olio pesante esiste, che gli attuali esperimenti non hanno ancora potuto fornire elementi sufficienti a determinarne i limiti in modo univoco ed indiscutibile, che il periodo attuale è di transizione non solo per l'incertezza di scelta fra i mezzi tecnici, ma anche per le difficili condizioni economiche della trazione su rotaie causate dalla crisi dei trasporti e dalla concorrenza automobilistica.

Parecchio tempo dovrà ancora passare prima che si possa disporre di elementi positivi riguardo alla scelta fra i diversi mezzi di trazione, la quale, oltre che da tutti gli elementi finora accennati, è altresì, notevolmente influenzata dai continui progressi tecnici non solo nel campo della trazione ad olio pesante, ma anche in quella a vapore ed in quella elettrica.

Sull'"VIII Ciclo di tarature".

Anche durante l'estate scorsa si è svolto uno di quei cicli di taratura annuali che sono ormai una tradizione per la nostra Associazione. Il tema di questo ciclo, che risulta l'ottavo della serie, è stato identico a quello del precedente: la determinazione delle proprietà di un dielettrico.

Come si ricorderà fu l'argomento posto in discussione nella Riunione di Sorrento che determinò la scelta del tema del VII ciclo. In quella occasione la Presidenza volle lasciare liberi i Laboratori partecipanti di scegliere i metodi per le determinazioni, e l'esito fu quello che si aspettava, tale cioè da mostrare la necessità urgente di disciplinare queste prove con norme italiane.

Per queste ragioni la Presidenza, dopo aver presi accordi col C.E.I. per la costituzione di una Commissione per lo studio delle norme per la prova dei materiali isolanti, volle ripetere l'esperimento di far determinare in un « ciclo di tarature » le proprietà di un materiale isolante, ma stavolta specificando metodi e modalità da seguirsi nella prova.

I lettori troveranno in questo numero la relazione nella quale il Prof. PUGNO VANONI ha esposto e commentato i risultati ottenuti, relazione che fu già verbalmente comunicata ai partecipanti alla Riunione annuale di Gardone.

Da essa appare il progresso compiuto rispetto all'anno precedente (ed è un incoraggiamento per chi procede alla compilazione delle norme); risulta però anche evidente come sia necessario nel compiere determinazioni sui dielettrici, data l'estrema variabilità delle loro proprietà, procedere con una mentalità molto diversa da quella che conviene adottare negli altri campi delle misure elettriche.

LA REDAZIONE

IL MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA NELLA GRANDE TRAZIONE FERROVIARIA

L. TOCCHETTI

AEI — *Comunicazione tenuta alla Sezione di Napoli il 30 marzo 1934*

Si accenna ai principi su cui sono basati i nuovi tipi di locomotive termiche ed alla possibilità del motore a combustione interna come motore per trazione, soffermandosi sui criteri per la scelta del motore Diesel più adatto e sui differenti sistemi di trasmissione. Si considerano gli elementi su cui deve istituirsi l'esame della convenienza di sostituire alla locomotiva a vapore quella Diesel.

1. — Quantunque la locomotiva a stantuffo, non sia una macchina per trasporto assolutamente ideale, risponde però bene alle esigenze del traffico ferroviario, e nonostante i numerosi miglioramenti, più o meno importanti e profondi, apportati tanto nella costruzione che nel processo termico di lavoro del vapore, pure essa attualmente poco si discosta in sostanza dal tipo fondamentale creato da *Stephenson* nel 1830.

La sicurezza sotto tutti gli aspetti che la locomotiva deve avere nell'esercizio ferroviario giustifica pienamente la prudenza usata dalle Amministrazioni Ferroviarie nell'introdurre trasformazioni radicali ovvero principi nuovi nella costruzione delle locomotive. Senonchè in questi ultimi anni la serrata concorrenza della strada da un lato e la depressione economica con conseguente riduzione di traffico dall'altro, hanno indotto gli Enti Ferroviari a studiare, e sollecitamente applicare, sistemi di difesa tra i quali ha avuto notevole importanza il miglioramento della locomotiva, miglioramento che dal punto di vista finanziario, si trasforma in una riduzione della spesa di combustibile la quale da sola costituisce circa il 10 % di tutte le spese dell'esercizio Ferroviario.

Gli sforzi tendenti a migliorare la macchina a stantuffo impiegata come motore per trasporto sono tutti basati sul fatto che il rendimento della locomotiva a vapore è piccolo in confronto a quello delle macchine fisse.

Il *rendimento totale* della locomotiva, cioè il rapporto tra l'energia meccanica utilizzata al gancio di trazione e l'energia termica del combustibile, per le migliori locomotive a vapore, e nelle più favorevoli condizioni di lavoro, non supera attualmente l'8,5 % ossia un consumo di 10.000 calorie per kWh effettivo al gancio. E se si tiene conto che l'effetto utile nelle locomotive di tipo più antico è notevolmente più basso e che la locomotiva lavora in gran parte nelle condizioni meno favorevoli, si vede che anche detto rendimento totale, quantunque così basso, è lungi in media dall'essere raggiunto.

In confronto con le macchine fisse a vapore il rendimento dell'attuale locomotiva, anche nelle condizioni più propizie, arriva appena ad 1/3. E' chiaro allora che in primo luogo si è cercato di applicare alla locomotiva a vapore i principi e i metodi di costruzione che hanno dato buoni risultati nelle macchine fisse. Beninteso però che non basta che le locomotive così modificate abbiano un rendimento migliore, ma occorre che esse siano sotto tutti gli altri punti di vista almeno equivalenti alle antiche locomotive.

Il rendimento totale di una locomotiva a vapore si può considerare, come è noto, come il prodotto di tre rendimenti parziali ossia: del rendimento termico del generatore di vapore; del rendimento termico del motore e del rendimento meccanico della locomotiva tra il pistone dei cilindri e il primo gancio del treno. Il rendimento termico del generatore di vapore è definito dal rapporto tra l'energia acquistata dal vapore d'acqua condotto al motore e l'energia termica del combustibile bruciato. Questa definizione tiene conto del vapore utilizzato negli apparecchi ausiliari come perdita del generatore (circa il 3 %) perdita che però è compensata col calore ceduto dal vapore di scappamento all'acqua di alimentazione nel preriscaldatore.

Il rendimento termico del generatore così definito, nelle moderne locomotive è di circa il 75 % giungendo in alcuni casi isolati anche all'85 %. Quindi si vede che il rendimento della caldaia nelle moderne locomotive non è sensibilmente inferiore a quello delle caldaie fisse.

Il rendimento termico del motore è il rapporto tra l'energia meccanica disponibile sul pistone del cilindro e l'energia del vapore condotto al motore. Tale rendimento non supera in generale il 12-13 %.

Infine il rendimento meccanico è il rapporto tra la potenza al gancio di trazione e la potenza meccanica al pistone. Questo rendimento nelle moderne locomotive, anche a numero elevato di assi accoppiati, è molto favorevole poichè di rado scende sotto il 90 %.

Quindi il bilancio termico di una moderna locomotiva con preriscaldamento dell'acqua di alimentazione è approssimativamente il seguente: le perdite nella caldaia raggiungono circa il 25 %; quelle nella macchina circa il 66 %; quelle nel meccanismo l'1 %. Dell'energia termica totale del combustibile si trasforma in lavoro utile al gancio di trazione solamente l'8 %.

Per aumentare il rendimento totale della locomotiva, astrazione fatta dal rendimento meccanico già di per sè soddisfacente e d'altronde d'importanza secondaria rispetto agli altri, si dovrebbe aumentare il rendimento della caldaia e quello del motore.

Per ciò che riguarda il generatore di vapore ci si sforza più particolarmente di abbassare la temperatura dei prodotti della combustione che lasciano la caldaia sia col preriscaldare l'acqua di alimentazione già preriscaldata dal vapore di scappamento, sia col preriscaldare l'aria comburente.

Per il motore invece, tenuto conto che il rendimento di una macchina termica ideale, secondo il ciclo di Carnot, è fornito dal rapporto tra la differenza di temperatura massima e minima e quella massima assoluta del ciclo e quindi che per migliorare il rendimento occorre aumentare più che è possibile la temperatura massima e diminuire quella minima, si cerca di migliorare il rendimento sia a mezzo della condensazione del vapore, cioè abbassando la temperatura minima, sia aumentando la pressione e la temperatura del vapore cioè aumentando la temperatura massima del ciclo termico.

Ma l'aumento del rendimento si può anche ottenere abbandonando completamente l'istallazione a vapore sostituendola con un'altra a rendimento elevato quale può dare il motore a combustione interna, in particolare il motore Diesel, nel quale la temperatura massima del gas raggiunge dei gradi molto più alti di quelli del vapore nella macchina a stantuffo.

Su questi principi sopratutto si sono delineate le tendenze che hanno condotto alla costruzione dei nuovi tipi di locomotive.

Servendosi della condensazione del vapore si passa dalla macchina a pistone a quella a turbina; coll'introduzione delle alte pressioni si sostituisce il tipo classico di caldaia con quello a tubi di acqua modificando il motore rispetto alla costruzione abituale per appropriarlo a tali alte pressioni; infine utilizzando i motori a combustione interna ci si allontana ancora più dal tipo normale di locomotiva.

Da quanto si è detto, i nuovi tipi di locomotive possono suddividersi in 3 categorie:

1°) Locomotive a turbina ed a condensazione fornite del tipo comune di caldaia.

2°) Locomotive ad alta pressione fornite di nuovo tipo di caldaia.

3°) Locomotive con motore Diesel o con altro motore a rendimento particolarmente elevato.

La Svizzera e la Svezia sono state le Nazioni che per prime hanno provato e costruito locomotive di nuovo tipo: la locomotiva *Ljungstrom* a turbina in Svezia e la *Zoelly* pure a turbina in Svizzera; la locomotiva ad alta pressione (60 atm) della società Svizzera a Wintertkur.

Anche le ferrovie Tedesche, Russe e Austriache hanno svolto particolare attività nella costruzione di locomotive di nuovo tipo.

2. — Tralasciando di occuparci in questa nota delle locomotive a vapore, vediamo invece quale sia la posizione del motore a combustione interna in questa lotta contro la vecchia locomotiva a vapore e quali possibilità di affermazione esso abbia come motore di trazione.

Si è detto che il basso rendimento di una locomotiva a vapore è da imputarsi sopra tutto al rendimento della caldaia (75 %) ed a quello del motore (non maggiore del 12-13 %).

Per ciò che riguarda la caldaia da locomotiva questa è da considerarsi come il più perfetto apparecchio del genere in quanto in nessuna caldaia per motori fissi, a parità di rendimento, si riesce a bruciare la stessa quantità di combustibile per m² e per ora (400-500 kg/m²) per cui i progressi che si possono realizzare non possono essere che molto limitati e di poca importanza pel rendimento, progressi più che altro di carattere costruttivo ovvero relativi all'impiego di combustibili diversi.

Non potendo ulteriormente migliorare il rendimento della caldaia sorse l'idea di sopprimerla adottando per la trazione ferroviaria i motori a combustione interna nei quali la combustione del carburante avviene direttamente nei cilindri, non solo, ma per l'alto valore della compressione nella fase di combustione, si realizza nel ciclo un maggiore salto di temperatura. Agendo così direttamente sui due principali fattori da cui dipende il rendimento, il motore a combustione interna

ha un rendimento complessivo superiore a quello della macchina a vapore ed il costo del kW-ora, pur tenendo conto della diversità dei costi dei combustibili impiegati, è per il primo inferiore a quello del kW-ora ottenuto con macchina a vapore. In effetti nei motori Diesel con pressione di combustione di 35 atm e temperatura di combustione di 2000° si ha un rendimento sull'asse motore di circa 0,30-0.35 cioè da 4-6 volte più grande di quello delle locomotive a vapore, ed il consumo di nafta varia da kg 0,250 a kg 0,300 per kW-ora sull'asse motore.

Per un motore a scoppio il consumo medio è di circa kg 0,350 per kW-ora. Quindi dal punto di vista della utilizzazione dell'energia del combustibile i motori a combustione interna hanno una grande superiorità sul motore a vapore, superiorità la quale ancora aumenta rispetto alla locomotiva spenta se si tiene conto della prontezza di messa in marcia e della economia di combustibile durante le soste prolungate.

Dai più recenti dati statistici riferentisi alle locomotive in esercizio sulla rete delle ferrovie italiane dello Stato si ricavano i seguenti valori medi :

Consumo di carbone				
1° per kW-ora indicato	da kg	1.5	a kg	1.8
2°) » » ai cerchioni al netto degli accendimenti e stazionamenti	» »	1.65	» »	2.35
3°) per kW-ora compresi accendimenti e stazionamenti	» »	2,70	» »	3.40

Se si ritiene di 140 lire per tonn il prezzo del carbone di L. 270 per tonn il prezzo della nafta e di L. 2800 per tonn il prezzo della benzina si ottengono i seguenti costi per kW-ora :

— Costo medio del kW-ora ottenuto con locomotiva a vapore . . . . L. 0,455
— Costo medio del kW-ora ottenuto con motori a scoppio . . . . » 1,000
— Costo medio del kW-ora ottenuto con motori Diesel » 0,080

Risulta quindi che il Diesel produce il kW-ora ad un prezzo che è mediamente la sesta parte di quello prodotto dalla locomotiva a vapore. Il kW ora prodotto con motori a scoppio costa mediamente il doppio di quello prodotto a vapore e tredici volte quello Diesel.

Per tali qualità il motore Diesel ha avuto grande sviluppo negli impianti termici fissi, mentre sino a pochi anni fa non aveva avuto alcuna applicazione nella trazione ferroviaria benchè esso sia stato diffuso sin da 1878 cioè dopo solo 38 anni dalla comparsa della prima locomotiva a vapore.

La ragione di questa tarda applicazione sta nel fatto che il motore Diesel possiede alcune qualità negative come motore per trazione.

Esaminiamo infatti la sua caratteristica meccanica.

Se α è il rendimento organico dalla locomotiva cioè il rapporto tra la potenza effettiva N_e misurata alla periferia delle ruote motrici e la potenza indicata N_i misurata nei cilindri motori, la potenza effettiva N_e è data dalla formula $N_e = 1/107 \; \alpha \cdot m \cdot c \cdot \pi \, d^2/4 \, l \cdot p_i \cdot n$ dove m = numero dei cilindri; c = n° di fasi attive per giro; d = diametro cilindri; l = corsa del pistone; p_i = pressione media indicata.

Nella relazione precedente N_e è funzione lineare del numero di giri n.

Ma il rendimento organico α non è però costante, varia anch'esso col numero di giri n, per cui la potenza effettiva N_e è una funzione di n di grado superiore al primo. Senza entrare in particolari basta qui osservare che la forma della curva della potenza effettiva N_e in funzione del n° di giri n del motore è quella rappresentata nella fig. 1 dalla quale si vede che vi è un n° di giri minimo al disotto del quale la potenza sviluppata dal motore è assorbita completamente pel funzionamento degli apparecchi ausiliari; ed un n° di giri max a cui corrisponde la massima potenza effettiva. Il tratto di curva $A\,B$ corrisponde a valori crescenti del rendimento organico α; il tratto $B\,C$ a valori costanti, il tratto $C\,D\,E$ a valori decrescenti.

Se T è lo sforzo di trazione alla periferia delle ruote motrici di diametro D e $1/\rho$ il rapporto di trasmissione dall'asse motore alle ruote motrici risulta :

$$N_e = \frac{T \pi \, D n}{60 \times 102 \times \rho}$$

dalla quale sostituendo ad N_e il suo valore può ricavarsi :

$$T = 15 \cdot \frac{d^2}{D} \rho \cdot \alpha \cdot m \cdot c \cdot l \cdot p_i$$

il cui andamento è rappresentato nella stessa fig. 1 dalla quale si vede chiaramente che il motore non si avvia da solo e che per sviluppare tutto lo sforzo di trazione di cui è capace occorre che il n° dei giri compiuti dall'asse sia superiore ad n_1. Se il motore è accoppiato direttamente agli assi della locomotiva la potenza max può essere utilizzata solo alla max velocità, la quale cosa non è appropriata alle esigenze p. e. del traffico merci.

Il motore Diesel è inoltre poco elastico, cioè non permette modificare economicamente lo sforzo di trazione entro larghi limiti.

Sia per esempio r_1 (fig. 1) la parabola che rappresenta le resistenze al moto del treno sopra una certa livelletta; l'equilibrio dinamico è raggiunto nel punto C al quale corrisponde la velocità n_2.

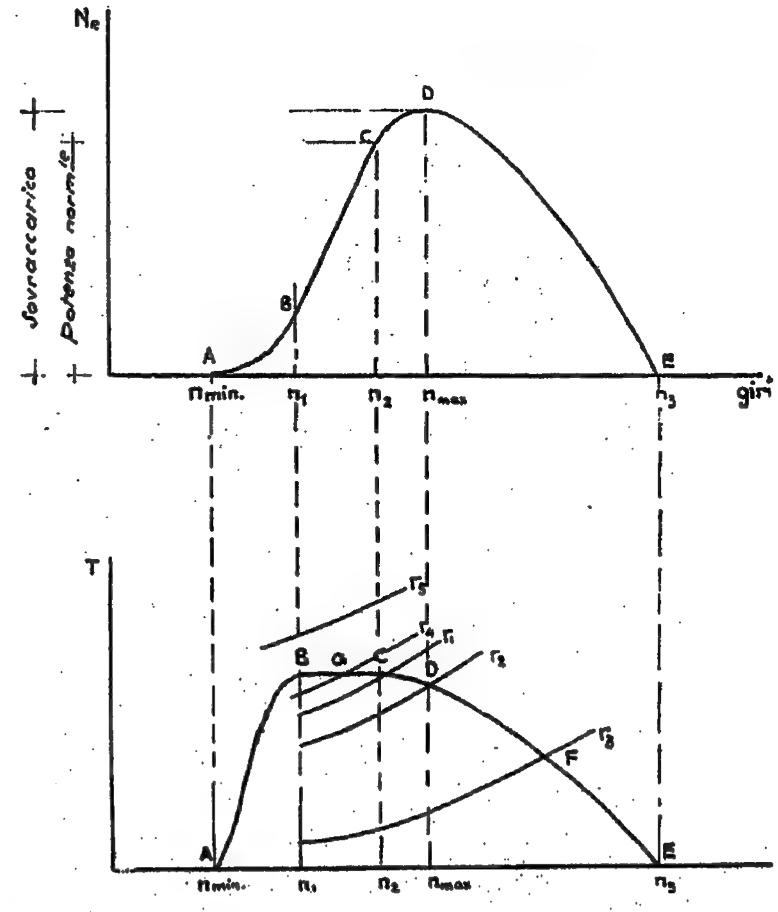


Fig. 1.

In tali condizioni il funzionamento della locomotiva è economico poichè viene sviluppato lo sforzo di trazione massimo di cui il locomotore è capace, la potenza sviluppata è prossima alla potenza massima che si ha in D ed il rendimento organico α è il più elevato.

Se si ha una diminuzione di resistenza dovuta a una riduzione della pendenza, la parabola r_1 si abbassa per es. in r_2 e l'equilibrio dinamico si ha in D, le condizioni di funzionamento sono ancora ottime. Ma se la riduzione delle resistenze è tale da abbassare la parabola per es. in r_3 così da raggiungere l'equibrio dinamico in F allora il funzionamento del motore è anti-economico poichè si ha una potenza inferiore alla massima con un maggior consumo specifico di carburante cioè un minor rendimento. Così pure se si ha un aumento di resistenza tale da portare la parabola in r_4 e quindi l'equilibrio dinamico in G si ha una potenza del motore assai inferiore alla massima pur con buon rendimento; ed infine se l'aumento delle resistenze portasse la parabola in r_5 il motore si arresterebbe.

Questo fa vedere che per le esigenze del trasporto non è possibile accoppiare direttamente il motore alle ruote della locomotiva così come avviene nella locomotiva a vapore.

Occorre perciò in relazione alle diverse richieste trasformare la caratteristica meccanica in modo che il motore funzioni sempre al numero di giri n_2 corrispondente alla potenza normale ovvero al n° di giri n_{max} ed alla potenza di sovraccarico oppure a velocità e potenze comprese fra le suddette.

Ciò si può ottenere variando il rapporto di trasmissione dall'albero motore alle ruote motrici (fig. 1 linee punteggiate).

Inoltre la capacità di sovraccarico del motore a combustione interna è molto limitata (circa il 10 % della potenza normale), sicchè mentre con la locomotiva a vapore è possibile per breve tempo sviluppare una potenza maggiore a spese del vapore accumulato nella caldaia, col motore Diesel questo non è possibile. Pertanto una locomotiva Diesel per poter compiere lo stesso servizio di una locomotiva a vapore deve avere una potenza maggiore almeno del 15 % di quella di quest'ultima.

Ora, mentre nei motori fissi o marini la limitata elasticità del motore a combustione cioè i ristretti limiti entro i quali con buon rendimento può oscillare la potenza, non costituisce un grande difetto in quanto le variazioni di carico sono limitate, lo stesso non può dirsi per un motore di trazione. L'esercizio ferroviario esige dal motore alcune qualità essenziali, come : capacità di avviarsi sotto carico e

raggiungere rapidamente la velocità di regime mediante un grande sforzo di avviamento; marciare su pendenze diverse con velocità variabili entro limiti piuttosto discosti. Si richiede perciò al motore la possibilità di poter modificare entro larghi limiti tanto la potenza che il rapporto delle grandezze dei due fattori della potenza, sforzo di trazione e velocità, senza che il rendimento diminuisca sensibilmente.

Per ottenere tutto ciò con una locomotiva Diesel oltre l'adozione di una sorgente ausiliaria di forza motrice necessaria, come nelle macchine fisse, alla messa in moto del motore e che generalmente è l'aria compressa, è necessario inserire tra il motore e le ruote motrici una trasmissione la quale permetta modificare il numero di giri e lo sforzo di trazione nei limiti richiesti da un motore per trasporto.

Il problema della trasmissione è per tanto di importanza capitale per le locomotive Diesel, le quali dalla stessa trasmissione vengono caratterizzate.

Per potenze non superiori a 150 kW è possibile ottenere la variazione dei due fattori della potenza adottando la trasmissione ad ingranaggi con cambi di velocità.

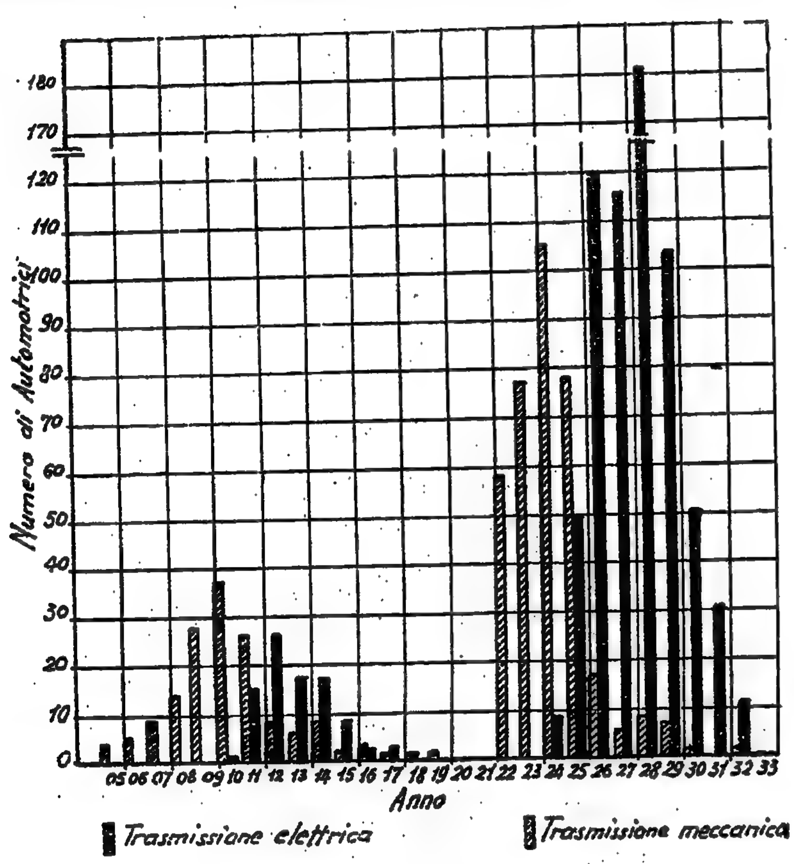


Fig. 2.

Questa trasmissione ha trovato largo impiego nelle auto-motrici ferroviarie sulle quali però oggi la trasmissione elettrica è quella maggiormente impiegata.

Nella fig. 2 è rappresentato lo sviluppo delle automotrici ferroviarie negli Stati Uniti e Canadà con trasmissione meccanica e con trasmissione elettrica.

Il numero delle automotrici costruite in America sino al 1932 era di 764 ripartite fra 64 delle 142 Società ferroviarie, per una potenza media che è andata man mano aumentando da 70 kW nel 1923 a 400 kW nel 1932.

Per potenze superiori a 150 kW e propriamente per locomotive di oltre 700 kW da impiegarsi nella grande trazione ferroviaria, a cui in particolare ci si riferisce in questa nota, il problema della trasmissione del moto dal motore alle ruote e quello della regolazione dello sforzo traente in relazione alle esigenze così variabili dell'esercizio ferroviario ed alle caratteristiche del motore primo, presenta particolare difficoltà

Per risolvere tale problema sono state sin'ora proposte ed applicate due soluzioni:

1°) Trasformazione dell'energia meccanica prodotta dal motore a combustione in energia di forma diversa da utilizzarsi poi con motori aventi caratteristiche più adatte alla trazione.

Si sono così avute le trasmissioni elettriche, a gas ed idrauliche le quali tutte richiedono l'installazione di una unità meccanica tripla: il motore Diesel, il trasformatore di energia e il motore di trasmissione. Una tale soluzione implica un aumento notevole di peso e di costo della locomotiva per ridurre i quali ha trovato applicazione la seconda soluzione cioè la adozione della trasmissione meccanica anche per potenze elevate.

La necessità della trasmissione e le relative complicazioni riducono sensibilmente i vantaggi che il motore Diesel ha su quello a vapore.

Per meglio chiarire la possibilità dell'impiego della locomotiva Diesel nella grande trazione ferroviaria, accenniamo brevemente alle parti che la caratterizzano: cioè il motore e la trasmissione.

Per quanto riguarda il motore, dal nostro punto di vista, è sufficiente limitarsi soltanto a considerare la scelta del motore più adatto.

3. — Allorchè al principio di questo secolo sorse la possibilità di sostiuire alla macchina a vapore il motore Diesel, il peso di quest'ultimo era di circa 340 kg/kW mentre il peso della macchina a vapore compreso il tender, la riserva d'acqua e il combustibile variava da 180-190 kg/kW e tendeva a diminuire. Sotto tale rapporto di peso la costruzione di locomotive Diesel si presentava impossibile. Perchè il problema divenisse trattabile occorreva innanzi tutto che il peso del motore Diesel discendesse a 40-50 kg/kW.

I primi tentativi in questo senso furono fatti dalla Sulzer Mann. Esaminando l'equazione della potenza del motore:

$$N_e = \frac{1}{102} \alpha \cdot m \, c \frac{\pi d^2}{4} l \, p_i \, n$$

si vede che la potenza aumenta, e quindi a parità di potenza diminuisce il peso, con l'aumentare della pressione media indicata p_i e coll'aumentare del numero di giri n. Dalla fig. 3 (rendimento in funzione della pressione media p_i) la quale si riferisce ad un motore

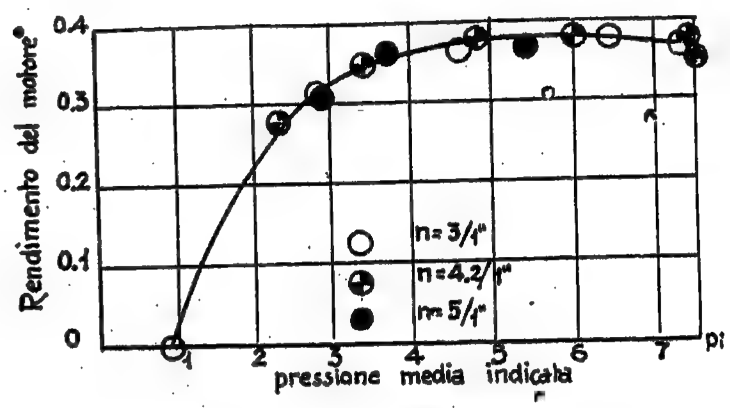


Fig. 3.

Diesel Mann senza compressore, si vede che per $p_i > 6$ il rendimento comincia a diminuire per cui non è consigliabile spingere la pressione oltre tale limiti. Molto più efficace invece in rapporto alla diminuzione di peso, è l'aumento del n° di giri. Nella fig. 4 sono rappresentati i pesi per kW in funzione del n° di giri al 1'' per diffe-

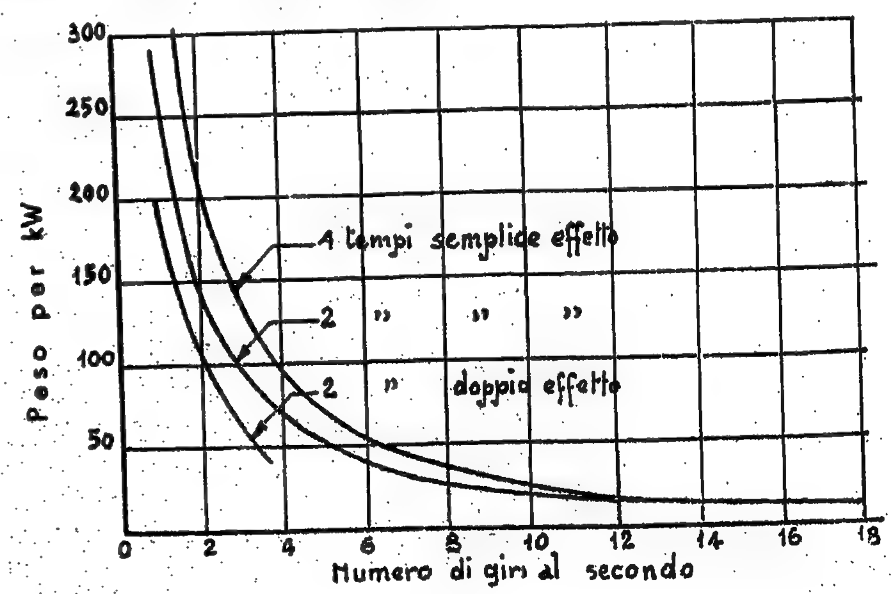


Fig. 4.

renti motori Diesel costruiti in questi ultimi dieci anni. Come è noto essi si dividono in tre gruppi: motori a quattro tempi a semplice effetto, motori a due tempi a semplice ed a doppio effetto.

La figura mostra che la differenza tra i motori a due e a quattro tempi si annulla per $n = 12$ giri al 1''.

Motori a due tempi a doppio effetto non sono stati finora costruiti per alte velocità; la loro maggiore complicazione ed il maggiore ingombro verticale non rendono tale tipo adatto per locomotive, ove semplicità di condotta ed ingombri limitati sono condizioni principalissime.

Il più piccolo peso per kW raggiunto sinora dalla Mann e dalla Beardmore nella costruzione di motori Diesel con 30 giri 1'', è di 7 kg per kW. La Casa Maybach in un motore di 300 kW con 1400 giri al minuto ha ottenuto un peso di kg 6 per kW. Aumentando però il n° di giri oltre un certo limite il rendimento diminuisce così

come mostra qualitativamente il diagramma della fig. 1 e come mostra la fig. 5 nella quale sono tracciate le curve del rendimento di un motore Diesel Man in funzione della pressione p_i per un numero di giri di 4 1/2 e 8 1/2 al 1''.

Invece come mostra la fig. 3, nella quale i cerchi si riferiscono a $n = 3$, i cerchi crociati a $n = 4.2$ e quelli neri a $n = 5$, per piccolo n° di giri il rendimento è praticamente indipendente dal n° dei giri stessi.

In pratica si è adottata la via di mezzo scegliendo un numero di giri piuttosto alto, sacrificando quindi un po' di rendimento a favore

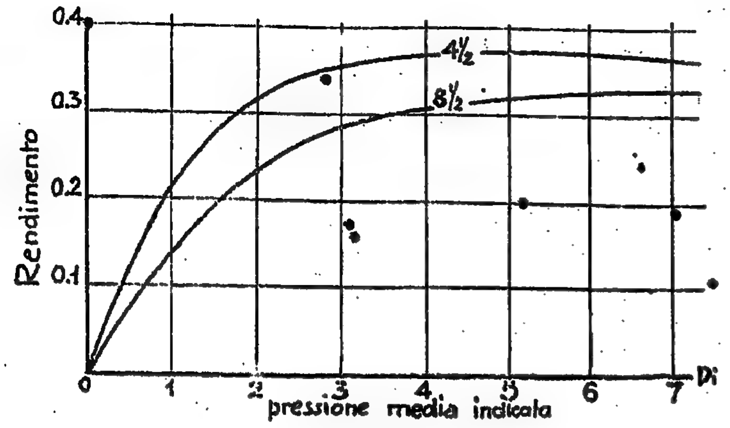


Fig. 5.

di una diminuzione di peso il quale, a parità di potenza con moderne locomotive a vapore, è sceso a kg 13-16 per kW.

A tale peso corrisponde nella fig. 4 un n° di giri $n = 12/1''$. Con questo numero di giri la fig. 4 dimostra pure che il passaggio al motore a due tempi non porta alcun reale risparmio di peso.

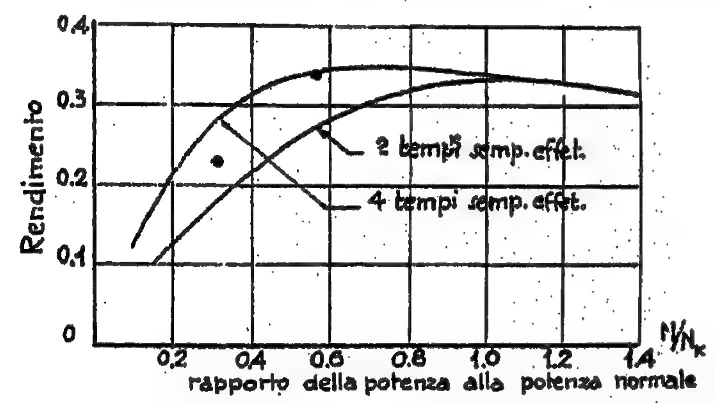


Fig. 6.

Nella fig. 6, risultato di numerose esperienze su motori di potenze differenti, è indicata la variazione del rendimento dei motori a due e quattro tempi in funzione del rapporto della potenza a quella normale. Da tale figura si vede che tanto alla potenza normale che con sovraccarico, il rendimento dei motori a due e quattro tempi è praticamente uguale. Invece a potenza inferiore a quella normale i motori a quattro tempi hanno un rendimento più alto.

Per tanto tenute presenti le variabili richieste di lavoro che esige l'esercizio ferroviario, i motori a quattro tempi sono da preferirsi.

4. — *Compressore.* - I primi motori Diesel a combustione furono costruiti con compressori allo stesso modo dei motori fissi. Come è noto il compressore è un organo ausiliario che serve a produrre aria sotto forte pressione necessaria per poter lanciare violentemente nei cilindri il combustibile finemente polverizzato alla fine della fase di compressione alla quale si raggiunge una pressione intorno alle 35 at. Il compressore però è sorgente di numerosi inconvenienti e pericoli. Infatti poichè con l'aumentare della pressione la temperatura dell'aria cresce molto rapidamente basta una piccola quantità di olio lubrificante mescolato con l'ossigeno dell'aria perchè si formi un miscuglio esplosivo. I provvedimenti che possono prendersi per scongiurare il pericolo di esplosione consistono in una attiva refrigerazione e nell'uso di olio lubrificante di adatta qualità e nella misura strettamente necessaria.

Il cattivo funzionamento del compressore è poi sulle locomotive particolarmente notevole per effetto della aspirazione di polvere dalla massicciata sopratutto in estate. Anche i cilindri del motore aspirano aria ma in essi non si manifestano incrostazioni di polvere ed olio nè miscugli esplosivi, perchè la polvere nei cilindri medesimi, ove regna una temperatura di oltre 1700°, viene bruciata ed espulsa insieme coi gas combusti.

Nei più recenti tipi di motori il compressore è pertanto soppresso ed il combustibile viene iniettato direttamente nei cilindri. Per la adduzione della necessaria quantità di combustibile sono disponibili $1/50 \div 1/100$ di 1'' per motori con 4 a 8 giri 1''. Deve essere perciò la velocità di efflusso straordinariamente alta, l'aperture delle valvole del combustibile molto piccole e la pressione con la quale si inietta il combustibile molto elevata.

Si hanno infatti aperture di 0,2 — 0,5 mm e pressioni di $200 \div 400$ at. (Deutz-Vickers).

La regolazione della quantità di combustibile viene fatta solamente per mezzo della pompa del combustibile stesso.

Per evitare la elevata pressione d'iniezione necessaria con la immissione diretta e per utilizzare una sola tubazione ed un solo orificio di circa 1 mm di diametro, in alcuni tipi di motori (Sulzer) è disposta una camera di precombustione nella testata dei cilindri.

Il combustibile, iniettato in detta camera, vi brucia parzialmente producendo un rapido aumento di pressione che lancia il combustibile nei cilindri attraverso gli orifici del diffusore il quale assicura la polverizzazione; la combustione del combustibile così polverizzato ed in gran parte vaporizzato, si completa poi nei cilindri stessi.

I motori senza compressore sono circa l'8 % più leggeri di quelli con compressore ed hanno un rendimento meccanico più elevato di circa il 5 %.

La fig. 7 riporta le prove eseguite dalla casa Krupp per motori con e senza compressore e mostra come quest'ultimi abbiano un

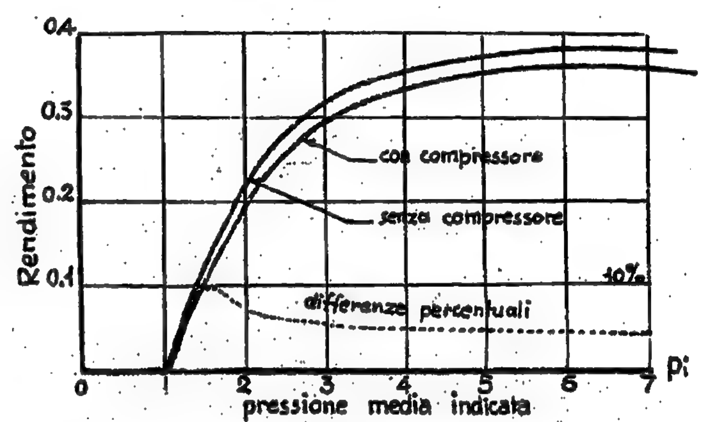


Fig. 7.

rendimento maggiore di quello del motore con compressore. Inoltre i motori senza compressore, in relazione alle variazioni della pressione media indicata, sono meno sensibili.

In conclusione il motore Diesel che meglio abbia risposto alle esigenze della trazione ferroviaria per potenze di 750-1000 kW è il motore a 4 tempi senza compressore di 750-800 giri al primo; peso 16 kg per kW; rendimento 0,30-0,36.

5. — *Trasmissione.* - Passiamo ora a trattare brevemente della trasmissione del moto dal motore alle ruote motrici, trasmissione che come si è detto caratterizza la locomotiva.

a) *Trasmissione elettrica.* — Nelle locomotive Diesel elettriche il motore è accoppiato ad un generatore a c. c. il quale alimenta i motori elettrici azionanti le ruote motrici della locomotiva. Si adottano motori eccitati in serie per la loro caratteristica più rispondente alle esigenze dell'esercizio ferroviario.

La regolazione può eseguirsi tanto a velocità costante del motore primo (sistema europeo) quanto a velocità variabile (sistema americano). Nel primo sistema il motore Diesel è munito di un regolatore centrifugo che tiene costante il numero dei giri ed il macchinista, per variare il rapporto di trasmissione, agisce solo sull'equipaggiamento elettrico cioè, funzionando la dinamo a velocità costante, tutta la regolazione avviene variando la eccitazione della dinamo stessa secondo un sistema analogo a quello di Ward-Léonard.

La fig. 8 rappresenta uno schema delle connessioni secondo la Casa Sulzer.

Col sistema americano la regolazione avviene per due vie: cioè agendo tanto sul motore primo che sulla dinamo. Il motore primo è a velocità variabile; il macchinista agendo sull'acceleratore può variare la potenza erogata e la velocità del motore stesso. La regolazione elettrica è fatta anche qui variando la eccitazione della dinamo. La regolazione elettrica è completamente automatica.

I vantaggi della trasmissione elettrica sono i seguenti: Possibilità di una regolazione continua e regolare dello sforzo di trazione; sicurezza di funzionamento e semplicità di condotta; spese di esercizio moderate; facilità di applicare tale trasmissione anche per potenze elevate; rendimento della trasmissione elettrica molto alto potendo esso raggiungere l'85 %; facilità di lanciamento del motore Diesel facendo funzionare la generatrice come motore-serie alimentato

dalla batteria d'accumulatori quindi soppressione della riserva d'aria compressa per gli avviamenti; le macchine ausiliarie, pompa d'acqua refrigerante, compressore d'aria, ecc. sono mosse da motori elettrici.

Con la trasmissione elettrica vengono adoperate macchine ed apparecchiature di uso ormai comune quindi di costruzione perfezionata, di lunga durata e di limitata manutenzione. Un notevole vantaggio è inoltre la indipendenza che esiste nella istallazione tra motore Diesel e motori elettrici e la possibilità di rendere motori tutti gli assi della locomotiva non solo, ma anche di altri veicoli del treno, raggruppando gli organi di comando in una unica cabina (fig. 9).

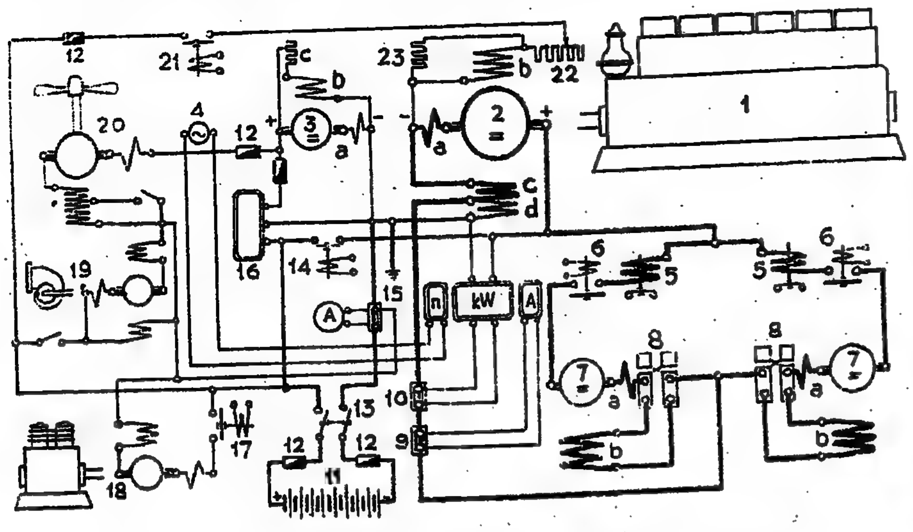


Fig. 8. — Schema delle connessioni elettriche (Sulzer).

1. Motore Diesel — 3. Generatrice principale *a*) Avvolgimento di commutazione, *b*) Avvolgimento d'eccitazione, *c*) Avvolgimento anti-compound, *c*+*d*) Avvolgimento per l'avviamento — 3. Generatrice ausiliaria *a*) Avvolgimento di commutazione, *b*) Avvolgimento d'eccitazione, *c*) Resistenza di regolazione di campo — 4. Magnete del tachimetro — 5. Relais a massima intensità — 6. Contattori dei motori di trazione — 7. Motore di trazione *a*) Avvolgimento di commutazione, *b*) Avvolgimento di campo — 8. Invertitore — 9. Shunt dell'amperometro — 10. Shunt del wattmetro — 11. Batteria d'accumulatori — 12. Fusibile — 13. Interruttore della batteria — 14. Contattore d'avviamento — 15. Shunt dell'amperometro della batteria — 16. Relais di carico della batteria — 17. Contattore del compressore — 18. Gruppo moto-compressore — 19. Motore e pompa d'acqua di refrigerazione — 20. Motore e ventilatore — 21. Contattore d'eccitazione — 22. Resistenza di regolazione e di campo — 23. Resistenza di protezione.

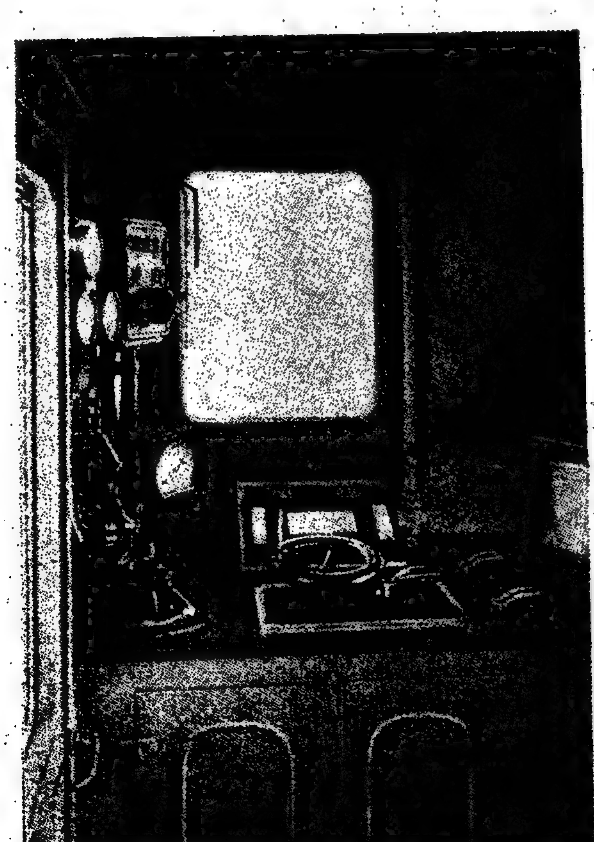


Fig. 9

Per contro la locomotiva Diesel elettrica è molto pesante e costosa. Il peso della trasmissione elettrica dei grandi locomotori varia da 35 a 50 kg per kW. La locomotiva Diesel con trasmissione elettrica costa all'incirca il doppio di una locomotiva a vapore della stessa potenza. In alcuni casi poi il riscaldamento dei motori elettrici oppone un limite allo sforzo di trazione che si potrebbe ottenere in relazione alla potenza massima del motore a combustione. Per questo motivo le locomotive Diesel elettriche non sono le più adatte su linee con lunghe livellette a forte pendenza.

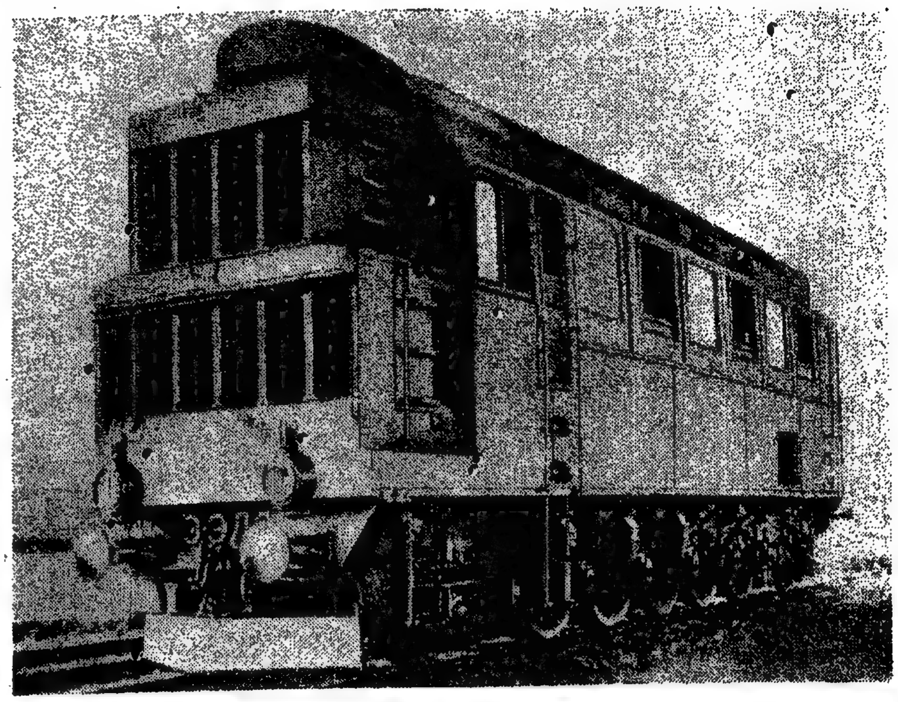


Fig. 10. — Locomotiva Diesel-elettrica russa (1924) - Potenza 880 kW.

In ogni modo tenuto conto delle dette eccezioni, la trasmissione elettrica può impiegarsi vantaggiosamente tanto per treni viaggiatori come per treni merci ed in virtù della sua perfetta elesticità si adatta anche come locomotiva di manovra.

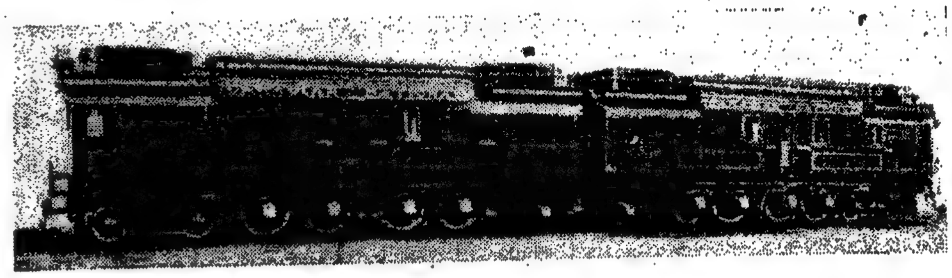


Fig. 11. — Locomotiva Diesel-elettrica Canadian Railway. Potenza 1950 kW in due unità.

La trasmissione elettrica ha avuto una larghissima diffusione non solo sulle automotrici a combustione interna ove il suo impiego si è ormai ovunque generalizzato, ma anche nei pochi esempi di impiego del motore Diesel su locomotive di grande potenza, la trasmissione elettrica è quella che è stata più adottata.

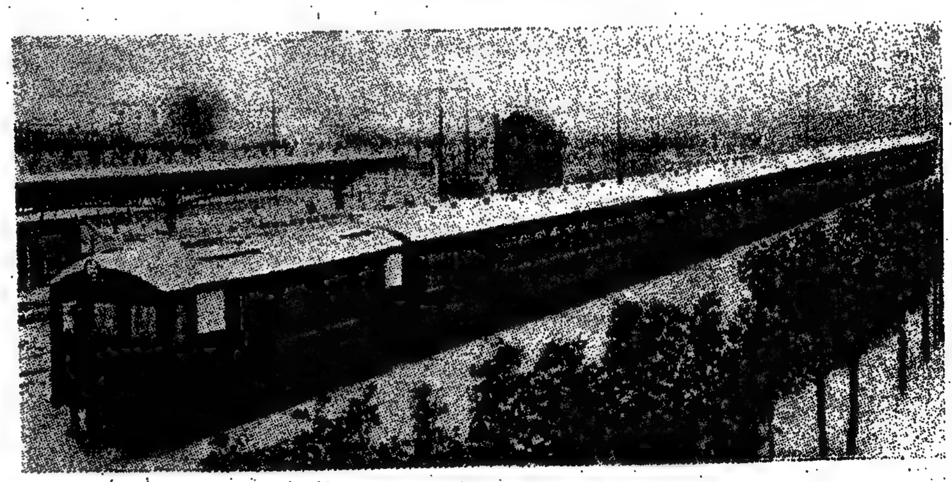


Fig. 12. — Locomotiva Diesel-elettrica delle Ferrovie del Sud Argentine (1929) - Potenza 880 kW.

La fig. 10 rappresenta la locomotiva Diesel elettrica della potenza di 880 kW costruita nel 1924 dalla Maschinenfabrik Esslingen per conto delle ferrovie russe su progetto del Prof. Lomonosoff. Questa locomotiva trovasi in servizio regolare dal 1925.

La fig. 11 rappresenta la locomotiva Diesel elettrica della Canadian Railway della potenza di 1950 kW divisa in due unità di 975 kW, di costruzione Beardmore-Westinghouse capace di trainare un treno di 2800 tonn alla velocità di 65 km/h in piano. I motori sono a 12 cilindri ad iniezione solida; numero di giri variabile tra 300 a 800; consumo 260 gr per kW/h effettivo.

Sulla « Buoneos-Aires Great Southern Railway » sono in servizio dal 1929 due locomotive Diesel elettriche della potenza di 880 kW

adibite ad un intenso traffico viaggiatori (fig. 12). In seguito ai buoni risultati dati da queste locomotive l'Amministrazione ne ha fatto costruire altre tre della potenza ciascuna di 1250 kW. La fig. 13 mostra una di queste locomotive costituita da due unità di 625 kW Armstrong-Sulzer capace di trainare un treno viaggiatori di 550 tonn alla velocità massima di 113 km/h.

Ogni vettura è fornita di propri motori di trazione alimentati dalla corrente prodotta dalla dinamo direttamente accoppiata ai motori Diesel.

La fig. 14 rappresenta la locomotiva russa (1932) Diesel-elettrica di 1180 kW velocità 60 km/h.



Fig. 13. — Locomotiva Diesel-elettrica delle Ferrovie del Sud Argentine. Potenza 1250 kW in due unità.

In Italia la Fiat oltre le automotrici e locomotive Diesel elettriche di potenza tra 110-180 kW costruisce una locomotiva di 440 kW.

b) *Trasmissione idraulica.* — Con la trasmissione idraulica il motore Diesel aziona una pompa rotativa la quale trasmette il liquido sotto pressione alle turbine collegate agli assi motori della locomotiva. L'inconveniente principale che presenta questa trasmissione dipende dalle strette aperture per le quali deve passare il liquido motore. Il frequente passaggio di tale liquido, che generalmente è olio minerale, attraverso queste aperture, è causa del suo riscaldamento

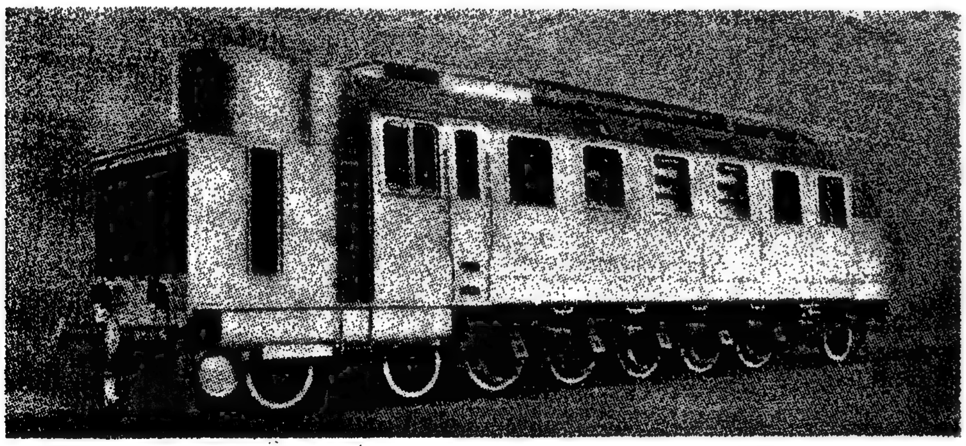


Fig. 14. — Locomotiva Diesel-elettrica russa - Potenza 1180 kW.

e della modificazione delle sue qualità fisiche. Inoltre ha grande importanza la forza di inerzia del liquido stesso, la quale, in seguito ai rapidi cambiamenti di velocità e cambiamenti bruschi di direzione, causa urti e tensioni pericolose. Questi inconvenienti entrano tanto più in considerazione in quanto è necessario impiegare velocità elevate per ridurre il peso della trasmissione.

L'esperienza ha dimostrato che la trasmissione a fluido serve bene per trasmettere non un lavoro, bensì solo una forza a breve distanza e tempo di applicazione (presse, elevatori, ecc.).

La trasmissione idraulica ha il vantaggio di sviluppare un momento motore molto uniforme e sfruttare la intera potenza del motore con qualunque velocità. Il rendimento della trasmissione è inferiore a quello della trasmissione elettrica ($60 \div 75$ %) però a velocità basse è maggiore, ciò rende la locomotiva a fluido particolarmente conveniente per i servizi di manovra. Lo svantaggio principale consiste come si è detto nella permeabilità che acquista l'olio la quale aumenta con la temperatura e la pressione, provocando una forte caduta del rendimento ed un incerto funzionamento della macchina. Per ridurre questo inconveniente, oltre alla attiva refrigerazione, è necessario ridurre la pressione il che limita l'impiego della trasmissione a liquido solo alle piccole potenze. Con olio minerale comune e pressione di 10-15 at. non può superarsi la potenza di 300-350 kW.

Finora locomotive con trasmissione idraulica sono state costruite in Germania, in Austria e in Svezia. La Maschinenfabrik di Baden costruì nel 1928 per l'Italia, con buoni risultati, tre locomotive di questo tipo (uno per la Sardegna e due per l'Africa) della potenza ciascuna di 184 kW, velocità 37 km/h.

c) *Trasmissione a gas.* — Con questa trasmissione il gas compresso in un compressore azionato dal motore Diesel, agisce nei cilindri della locomotiva allo stesso modo del vapore in una macchina a vapore. I cilindri attualmente in uso sulle locomotive non hanno però le dimensioni appropriate a questa specie di trasmissione. Come gas motore è stato proposto in un primo tempo l'aria. Rispetto al vapore la temperatura dell'aria cresce molto più rapidamente durante la compressione, invece durante la espansione la temperatura si abbassa molto più rapidamente. Con le pressioni che si raggiungono nelle attuali locomotive alla fine della fase di compressione, l'aria acquista una temperatura troppo alta sufficiente per produrre l'esplosione del miscuglio di aria e olio lubrificante. E' quindi necessario raffreddare l'aria durante la compressione. A questo scopo viene usata l'niezione diretta dell'acqua (Man). D'altro canto l'aria che si espande dalla pressione di 12 at. alla pressione atmosferica si raffredda troppo, circa 50°; per conseguenza l'aria stessa deve essere riscaldata durante la fase di espansione. Può a questo scopo utilizzarsi il gas di scappamento del motore.

Invece dell'aria come gas motore, è stato proposto il gas stesso di scappamento del motore sia esclusivamente (progetto Görlitzer in Germania), che mescolato al vapore (locomotiva Zarlatti in Italia) ovvero ancora un miscuglio del gas di scappamento con aria e vapore. Infine è stato proposto come fluido motore esclusivamente il vapore messo in pressione in un compressore azionato dal motore Diesel (progetto Cristiani). Motore Diesel e compressore rimpiazzano in questo caso la caldaia della locomotiva ordinaria.

Servendosi del gas di scappamento per riscaldare il fluido motore ed all'occorrenza dell'acqua refrigerante per raffreddarlo, è possibile aumentare il rendimento termico della locomotiva.

In ogni modo tanto il funzionamento che l'insieme costruttivo della trasmissione a fluido non hanno sin'ora avuto soluzione soddisfacente e le prove ed applicazioni eseguite non sono sufficienti per un giudizio definitivo.

L'applicazione più interessante della trasmissione a fluido è costituita da una locomotiva Diesel ad aria compressa costruita in Germania dalla Mann e Maschinenfabrik Esslingen della potenza di 880 kW. Il motore a 6 cilindri è accoppiato ad un compressore che produce aria compressa a 7 kg/cm² la quale lavora in una coppia di normali cilindri da locomotiva comandati da un comune meccanismo di distribuzione.

d) *Trasmissione meccanica.* — La trasmissione meccanica si effettua a mezzo di ingranaggi in maniera analoga a quella in uso nelle automobili ed automotrici.

E' necessario sempre impiegare un accoppiamento capace di isolare completamente il motore Diesel dalle ruote motrici della locomotiva. L'innesto ed il disinnesto di tale accoppiamento debbono avvenire senza urti. Specialmente all'avviamento, allorchè si accoppia il motore Diesel già in marcia con gli assi motori della locomotiva ferma, occorre impedire sia una brusca accelerazione della locomotiva, la quale potrebbe condurre alla rottura degli organi di attacco del treno, sia una eccessiva diminuzione del numero di giri del motore ciò che condurrebbe all'arresto del motore stesso. Per questi motivi le due parti dell'accoppiamento principale debbono inizialmente slittare l'una sull'altra in maniera che dapprima sia l'accoppiamento medesimo ad assorbire tutta la potenza che poi trasmette a poco a poco in misura crescente alle ruote motrici della locomotiva. Nella installazione il motore Diesel deve occupare una esatta determinata posizione rispetto all'asse motore.

Le poche applicazioni fatte sopra locomotive di grande potenza non consentono conclusioni definitive su questo tipo di trasmissione. Però sulla base delle esperienze Russe, Tedesche ed Italiane si può dire che è possibile l'impiego di una trasmissione con cambi di velocità anche per potenze superiori a 1000 kW tale da trainare senza scosse i treni più pesanti.

Nelle condizioni medie di esercizio il rendimento della locomotiva con trasmissione meccanica è alquanto minore di quello della locomotiva Diesel elettrica (circa il 3 % in meno). Il più alto rendimento si ha con piccole velocità e forti carichi per cui la trasmissione meccanica riesce meglio appropriata su locomotive destinate a trainare pesanti treni merci sopra linee a forti pendenze.

L'inconveniente principale di questa trasmissione sta nella regolazione poichè la potenza totale del motore può venire utilizzata solamente per tre o al massimo cinque velocità corrispondenti al più alto numero di giri del motore. Con la trasmissione ad ingranaggi e cambi di velocità non è possibile quindi ottenere l'uniforme variazione dello sforzo di trazione con la velocità. La fig. 15 mostra la

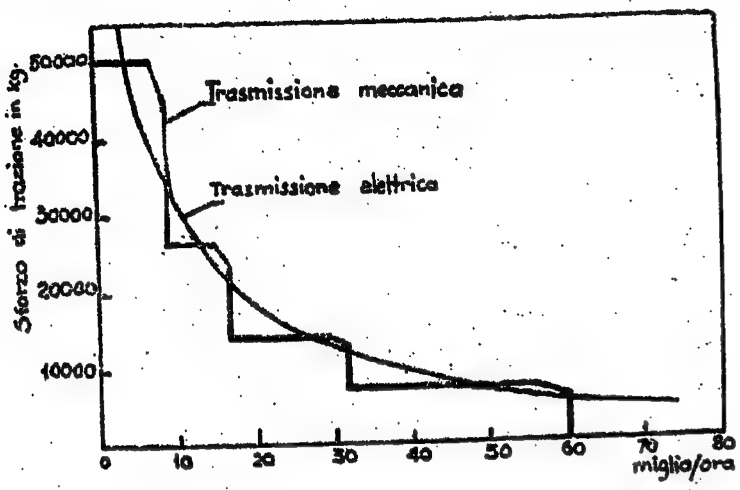


Fig. 15.

variazione dello sforzo di trazione con la velocità in due tipi di locomotive Diesel della potenza di 960 kW, uno con trasmissione meccanica l'altro con trasmissione elettrica.

Ne segue che il campo nel quale la totale potenza del motore rimane non interamente utilizzata è con la trasmissione meccanica maggiore che con quella elettrica.

Una locomotiva Diesel con trasmissione meccanica, per compiere lo stesso servizio di un locomotiva Diesel-elettrica deve avere una potenza maggiore del 20 % e quindi, rispetto alla equivalente locomotiva a vapore, una potenza maggiore del 30 %.

Se il cambiamento di marcia non viene fatto al momento opportuno il motore riceve una sollecitazione di urto che si ripercuote su tutto il treno compromettendo il buon funzionamento del meccanismo e la dolcezza del moto. La trasmissione meccanica meglio conviene per piccole potenze: al disotto di certi limiti di potenza il meccanismo è più economico e più leggero di quello elettrico.

In Germania per potenze inferiori a 100 kW viene di solito impiegata la trasmissione meccanica, per potenze superiori quella elettrica.

La prima locomotiva Diesel con trasmissione ad ingranaggi con tre cambi di velocità è quella in esercizio dal 1926 sulle ferrovie russe rappresentata nell'insieme dalla fig. 16. Potenza 880 kW; motore Diesel-Mann; accoppiamento con giunto elettromagnetico a fri-

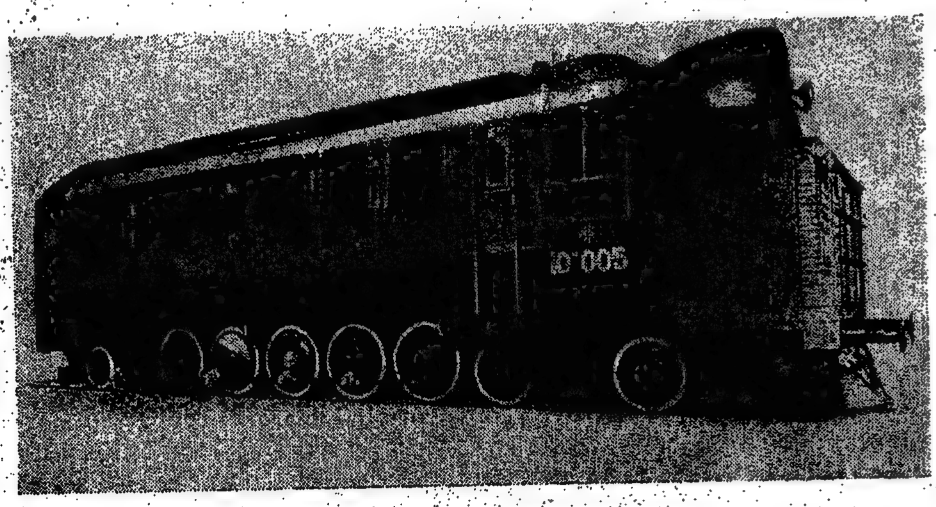


Fig. 16. — Locomotiva russa Diesel con trasmissione ad ingranaggi (1926) - Potenza 880 kW.

zione. Questa locomotiva in confronto con la Diesel elettrica russa della stessa potenza consuma circa il 5 % in meno di combustibile.

Una analoga locomotiva della potenza di 960 kW trovasi in esercizio sulla Boston e Maine Railroad.

La fig. 17 rappresenta la prima locomotiva di prova (1912) con trasmissione diretta a mezzo di bielle; motore Diesel-Sulzer a due tempi, 4 cilindri, 750 kW effettivi.

In Italia l'Ansaldo ha costruito e favorevolmente sperimentato per conto delle FF. SS. diversi tipi di locomotive Diesel con trasmissione meccanica.

Queste locomotive di cui la fig. 18 rappresenta il tipo della potenza di 690 kW, sono a trasmissione diretta con bielle. Per l'avviamento del treno anzichè immettere aria compressa direttamente nei cilindri, secondo il sistema comune — il quale dà luogo a forte raffreddamento delle pareti e conseguenti difficoltà nell'inizio del fun-

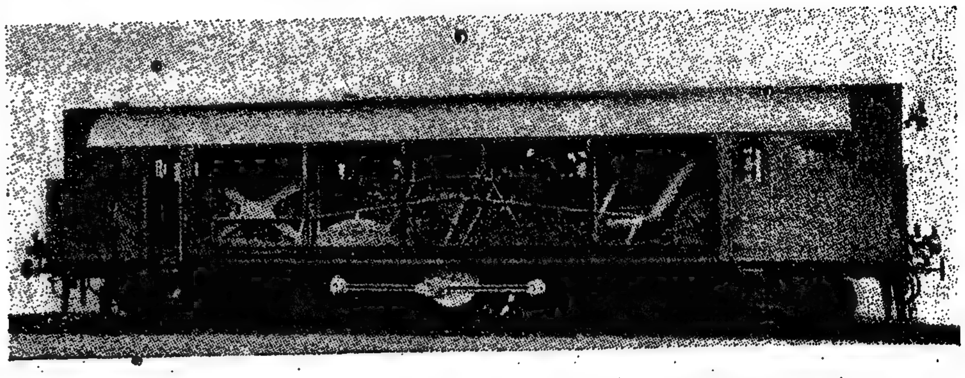


Fig. 17. — Locomotiva Diesel (1912) con trasmissione diretta Potenza 750 kW.

zionamento a combustione con notevole consumo di aria e relativi ingombranti e pesanti compressori — nella locomotiva Ansaldo si introduce l'aria compressa nei cilindri delle pompe di lavaggio disposti esternamente al telaio come quelli di una locomotiva a vapore ed allo stesso modo agenti fino a che il treno non abbia raggiunto una velocità tale da permettere il funzionamento del Diesel,

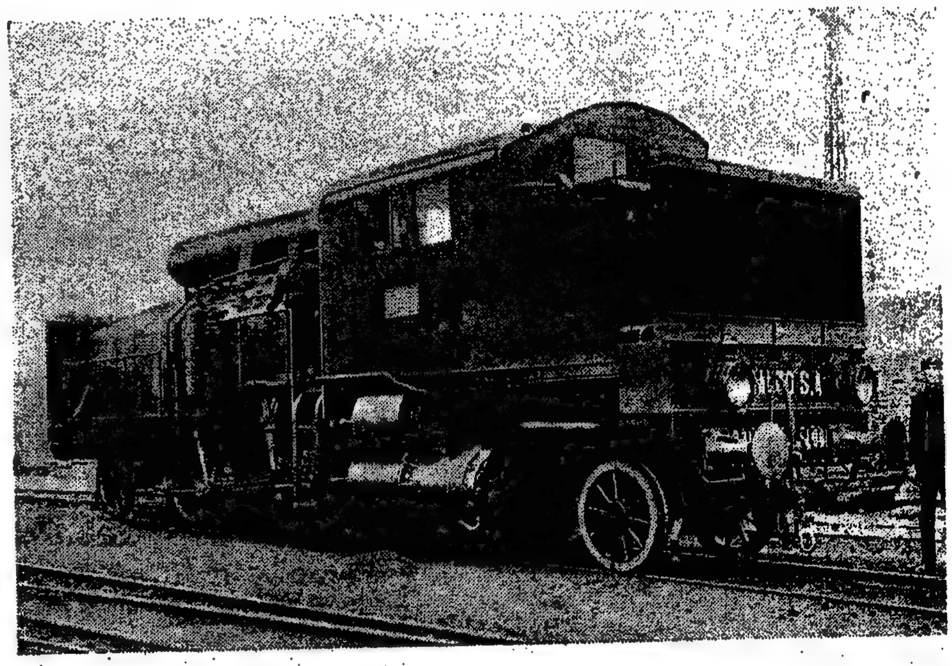


Fig. 18. — Locomotiva Diesel-Ansaldo con trasmissione diretta. Potenza 690 kW.

velocità che non supera i 10 giri al minuto. Da questo momento è il Diesel che fornisce l'energia necessaria alla accelerazione ed al traino del treno e le pompe passano a disimpegnare la loro vera funzione aspirando aria dall'atmosfera e insufflandola nei cilindri del Diesel.

La locomotiva è munita cioè di due differenti motrici: una ad aria compressa per i soli avviamenti e l'altra Diesel che entra in funzione a marcia iniziata, senza aumento di peso e sensibile complicazione dell'apparecchiatura in quanto la motrice ad aria compressa usufruisce di organi che sempre dovrebbero esistere sulla locomotiva.

Gli stantuffi dei cilindri, a mezzo di un bilanciere e di biella, sono collegati con l'albero a manovella della locomotiva. Anche il motore primo è sensibilmente semplificato così da diminuire il peso e le possibilità di avarie.

L'Ansaldo costruisce tali tipi di locomotive per potenze di 350, 690, 1360, 1600 kW.

f) *Trasmissioni parziali e differenziali.* — Abbiamo detto che l'inconveniente principale dell'impiego del motore Diesel alla grande trazione è la sua scarsa elasticità, anche se sia possibile entro un 15 % regolare il motore primo stesso. Tale inconveniente obbliga ad interporre tra motore e ruote, organi di trasmissione i quali con le loro perdite frustrano gran parte del vantaggio che il motore a combustione interna ha sulla macchina a vapore. Per ridurre tali perdite di trasformazione sorse l'idea delle trasmissioni parziali, nelle quali l'energia generata dal motore primo viene solamente in parte

trasformata mentre il resto viene direttamente trasmessa alle ruote motrici. In questo modo le perdite dovute alla trasmissione di energia diminuiscono ed il rendimento complessivo aumenta.

Lo schema di una trasmissione differenziale può essere quello della fig. 19. Sull'albero *A* del motore Diesel è calettato l'indotto *d* di una dinamo della quale *D* è l'induttore calettato sull'albero *B* sul quale è pure calettato il rotore *m* di un motore a corrente continua alimentato dalla dinamo.

L'albero *B* a mezzo d'ingranaggio conico è collegato all'albero motore della locomotiva. La potenza del motore primo in parte viene trasmessa trasformata a mezzo del motore a c. c., ed in parte direttamente a mezzo dell'accoppiamento elettromagnetico costituito dallo

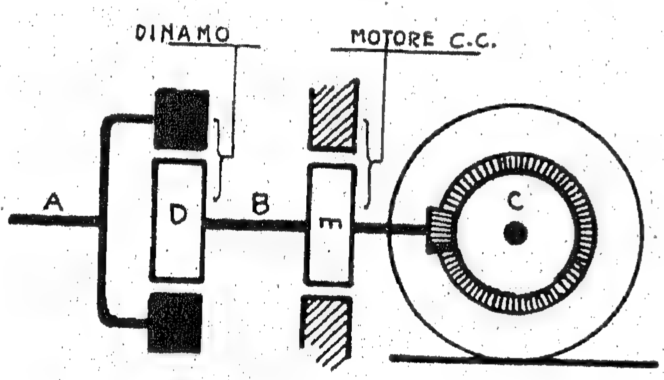


Fig. 19.

indotto e induttore della dinamo. Un'altra interessante trasmissione differenziale è quella idraulica Schneider.

Le trasmissioni differenziali non hanno però avuto sinora nessuna applicazione pratica sulle locomotive.

6. — Come conclusione della breve descrizione dei diversi tipi di trasmissione si può dire che dal punto di vista teorico, in relazione al rendimento, al consumo di combustibile, alla semplicità ed al costo di impianto, la locomotiva con trasmissione meccanica è la più economicamente vantaggiosa. Tuttavia però, non ostante che il suo impiego sia possibile anche per potenze elevate, la sua applicazione alla grande trazione è molto rara ed anche nel campo delle piccole potenze va perdendo d'importanza poichè non possedendo la necessaria attitudine ad una regolazione continua si adatta poco all'esercizio ferroviario. Con tale trasmissione la utilizzazione totale della potenza del motore per differenti velocità richiede l'uso di un organo di cambio e poichè il numero di cambi è sempre molto limitato, non potrà mai la locomotiva soddisfare tutte le esigenze. A questo scopo risponde invece bene la trasmissione elettrica e quella gassosa. Quest'ultima è stata oggetto di scarse applicazioni e non può quindi su essa darsi un giudizio definitivo. La trasmissione elettrica invece ha avuto il più largo sviluppo sia per la sua sicurezza che per la elasticità di regolazione, per cui essa è la trasmissione che meglio risponde alle esigenze della trazione ferroviaria.

Quindi, allo stato attuale della tecnica delle locomotive Diesel la trasmissione meccanica con cambi di velocità in condizioni di esercizio relativamente stabili e per piccole potenze può dare risultati soddisfacenti; mentre per locomotive le quali debbono lavorare sotto variabili condizioni di esercizio e quindi debbono possedere speciale facilità di regolazione, purchè non abbiano a superare lunghe e forti salite (superiori a 30 km) la trasmissione elettrica è la migliore. In America sin dal 1931 anche per automotrici, si impiegono solo trasmissioni elettriche.

La tabella che segue riporta alcune delle più importanti locomotive Diesel finora costruite.

FERROVIA	Tipo locomotiva	kW	Tipo di trasmissione	km/h	Peso in Tonn.
Russia	1 E 1	880	e	55	120
»	2 E 1	810	m	50	131
»	1 E 1	880	e	60	135
Ferrovie dello Stato Tedesco	2 C 2	880	p	80	120
Ferrovie di Stato Siamese	2 D + D 2	1000	e	—	128
» » » »	2 D 2	660	e	60	88
Giappone	1 C 1	440	e	60	58
Long Island Railroad	B + B	440	e	48	100
New York Central	2 D 2	550	e	65	132
» » »	2 D 2	660	e	96	162
Canadian National	2 D 1 + D 2	1660	e	96	290
Boston e Maine	2 D 2	960	m	96	145
Buenos Ayres Great Southern (1929)	1 — A — 2 — A — 1	880	e	75	95
» » » » (1929)	1 — C 1	440	h	45	70
» » » » (1932)	B — 2 + 2 — B	1250	e	112	125
» » » » (1932)	B — B + B — B	1250	e	112	145
Ferrovie Soviet Russe (1932)	2 — E — 1	1180	e	60	147
P. L. M. (1932)	B — 1 — B	440	e	60	82

d = diretta; h = idraulica; p = pneumatico; e = elettrica; m = meccanica.

7. — *La superiorità economica delle locomotive Diesel.* - Esaminato così uno degli aspetti del problema, cioè quello tecnico, soffermiamoci adesso molto brevemente sull'altro aspetto, quello economico.

Occorre però subito dire che non è facile istituire un esatto calcolo del costo di esercizio. Per ricavare tale costo occorre riferirsi ad indagini statistiche effettuate su lunghi e reali periodi di esercizio. Esiste è vero un gran numero di pubblicazioni sopra risultati di esercizio specialmente in America, ma nella maggior parte tali risultati sono trovati in condizioni speciali su basi molto differenti così da non potere senz'altro paragonare gli uni con gli altri ovvero con corrispondenti risultati di esercizi a vapore. Comunque molti di tali risultati permettono verificare un effettivo risparmio a favore del motore a combustione, risparmio che nell'esercizio con locomotive raggiunge anche il 30 e 50 %. Nell'esercizio con automotrici il risparmio dovrebbe quindi essere anche maggiore. Nelle nostre condizioni, in conseguenza sopratutto dell'aggravio doganale sul combustibile, i vantaggi sono certamente molto minori ma in ogni modo sempre notevoli.

Benchè una misura numerica del confronto tra esercizio a vapore ed esercizio a combustione interna, tenuto conto delle variabili circostanze che vi influiscono, non è in generale teoricamente possibile, è importante però esaminare quasi sono gli elementi sui quali poggia la superiorità economica dell'esercizio con Diesel.

Il fatto che la locomotiva Diesel consumi circa $1/3 \div 1/4$ del combustibile bruciato dalla locomotiva a vapore, non è elemento sufficiente per decidere senz'altro la sostituzione del motore Diesel alla macchina a vapore, perchè la convenienza di tale sostituzione, non è decisa dal solo rendimento bensì dal costo di una tonn/kilometro trasportata e più precisamente da quella parte di tale costo la quale dipende esclusivamente dal tipo di locomotiva. Cioè, per determinate condizioni di esercizio, non è più vantaggiosa quella locomotiva che dà il più grande risparmio di combustibile, bensì quella che trasporta lo stesso carico con minore costo.

In tanto è da tenere presente che il confronto occorre farlo per locomotive di uguale potenza perchè il costo della costruzione e dell'esercizio di locomotive Diesel cresce con la potenza molto più rapidamente che per locomotive a vapore.

Inoltre alcuni dei costi parziali che entrano nella valutazione del costo della tonn/km, quali le quote d'interesse ed ammortamento, dipendono esclusivamente dal tipo di locomotiva, gli altri invece oltre che dal tipo di locomotiva dipendono anche dal profilo della linea e dalle condizioni di esercizio sulla linea stessa, quindi il confronto occorre farlo anche a parità di esercizio.

Ora la parte del costo della tonn/km che dipende soltanto dalla

locomotiva è la somma della spesa di combustibile, della quota di ammortamento e interessi, della spesa di personale, di quella per manutenzioni e riparazioni (computando in questa anche il tempo che la locomotiva è sottratta dal servizio) e spesa per restanti mezzi di esercizio come olio lubrificante, acqua, ecc., ecc.

Nell'esercizio con Diesel, a parità di servizio con macchine a vapore, se si tiene conto solamente dei diversi rendimenti e della differenza attuale dei costi dei combustibili si ha già sulla spesa combustibile una economia del 50 %. Infatti ritenuto dell'8 % il rendimento di una locomotiva a vapore e del 24 % quello di una locomotiva Diesel, di L. 0,14 a kg il costo del carbone per locomotiva e L. 0,30 il costo di un kg di nafta e di 7000 e 10.000 calorie i calori specifici corrispondenti, si vede che ad un rapporto dei rendimenti di 1 : 3 corrisponde un rapporto dei costi della caloria di 1 : 1,5 e quindi un rapporto della spesa combustibile di 1 : 2. Qualora poi si tenga conto che con l'esercizio a vapore l'effettivo consumo di vapore è superiore da 2 a 3 volte quello che risulta dalla semplice considerazione della potenza e del rendimento — perchè i riscaldamenti e le soste sotto vapore richiedono un notevole consumo di carbone, consumo che è annullato con l'esercizio Diesel — se ne deduce che l'economia nella spesa di combustibile dovrà essere con l'esercizio Diesel anche maggiore di quella su calcolata. Per decidere la convenienza della sostituzione, occorre però ancora considerare le restanti spese di esercizio.

Col motore Diesel è possibile impiegare un solo uomo per la condotta della locomotiva; inoltre la omissione dei riscaldamenti, la riduzione dell'intervallo tra una pulizia ed un'altra, e l'abbreviazione della permanenza in deposito, portano una sensibile riduzione nella spesa del personale.

Incerte sono ancora oggi le spese per manutenzione e riparazioni. Il modesto numero di locomotive a combustione interna in servizio, la differenza di tipi e la mancanza di sufficiente esperienza e specifica organizzazione sono cause di oscillanti risultati. In ogni modo da fonti attendibili risulta che il costo delle riparazioni di una locomotiva Diesel non è superiore a quello di una equivalente locomotiva a vapore. Il sistema di trasmissione influisce notevolmente sulla spesa riparazioni

Sono invece a netto sfavore dell'esercizio Diesel le spese fisse cioè le quote per interessi ed ammortamenti del capitale di acquisto della locomotiva. Si è detto infatti che una locomotiva Diesel elettrica costa in media più del doppio di una corrispondente locomotiva a vapore. Tale svantaggio però, nella maggior parte dei casi, viene largamente compensato dall'economia che si realizza sulle altre spese di esercizio.

In relazione all'elevato costo di acquisto bisogna anche però considerare che potendo tenere una locomotiva Diesel in servizio ininterrottamente per molte ore è possibile ridurre la dotazione di locomotive rispetto a quella necessaria con l'esercizio a vapore. Si cita il caso di una locomotiva di 330 kW la quale lavora per 24 ore di seguito delle quali 6 per servizio di linea ed 8 per altri differenti servizi, rimanendo fuori servizio la sola domenica per la ordinaria

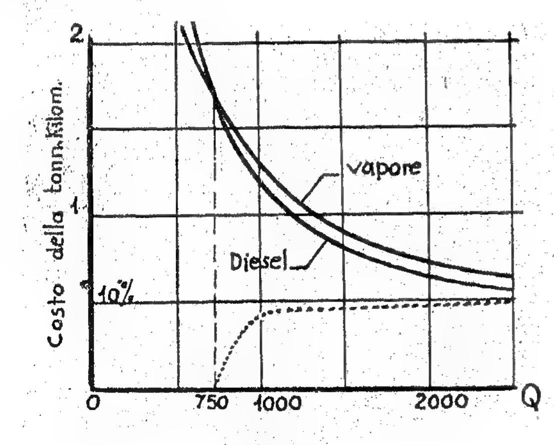


Fig. 20.

manutenzione, compiendo così il lavoro di tre locomotive a vapore. In ogni modo è chiaro che in seguito alle maggiori spese fisse la locomotiva Diesel è tanto più conveniente quanto più grande è la sua utilizzazione. In America si stima che per la compensazione delle maggiori spese per ammortamento ed interesse con l'economia nelle altre spese di esercizio, basta che la locomotiva sia utilizzata per 7 ore al giorno e per 300 giorni.

Utilizzando le esperienze eseguite in Russia sopra locomotive Diesel ed a vapore della stessa potenza (880 kW) riportate nella fig. 20 osserviamo che il costo della tonn/km diminuisce com'è ovvio con l'aumentare del carico, ma per carichi superiori alle 750 tonn. il costo della tonn/km trasportata con locomotive a vapore, è maggiore di quello che si ottiene con locomotive Diesel di circa il 10 %.

Per ciò che riguarda l'influenza che sul costo della tonn/km ha il prezzo del combustibile, possiamo dire che per un dato tipo di locomotiva e per determinate condizioni di esercizio il costo della tonn/km cresce linearmente col costo del combustibile.

Adoperando per le locomotive a vapore caldaie a nafta, la inclinazione della retta che rappresenta la variazione del costo della tonn/km col costo del combustibile, è più inclinata di quella valevole per locomotive Diesel, mentre per quest'ultime è maggiore l'ordinata iniziale per effetto delle maggiori spese (fig. 21). Quindi esisterà *un valore critico* C_1 *del costo della nafta* al disotto del quale, su quella determinata linea e per quelle date condizioni di esercizio, la locomotiva a vapore con caldaia a nafta è più vantaggiosa della locomotiva Diesel. Con l'aumentare del costo della nafta oltre C_1 si arriverà ad un certo limite C_2 oltre il quale sorgerà la convenienza per la locomotiva a vapore di passare all'uso del carbone come combustibile ed ammettendo per questo un costo costante diventa anche costante

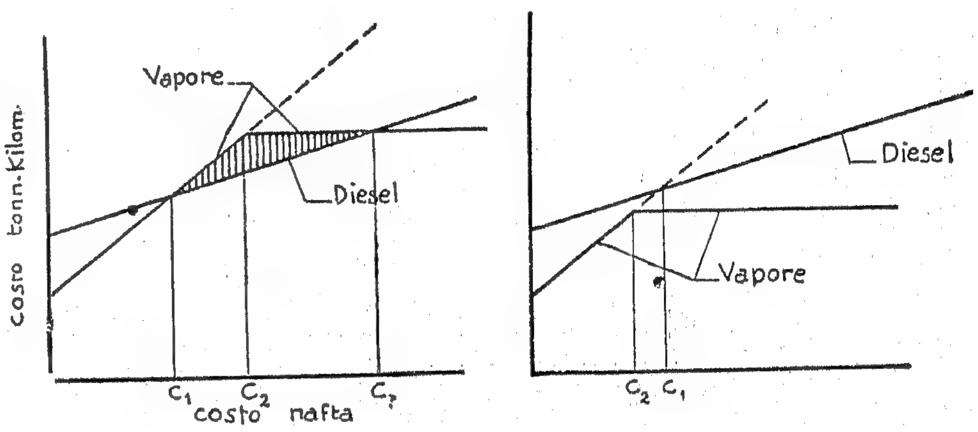


Fig. 21.

il costo della tonn/km rappresentato nella fig. 21 da una retta orizzontale. Se il limite C_2 al quale corrisponde l'uguaglianza tra il costo dell'esercizio a nafta e quello dell'esercizio a carbone è maggiore del limite C_1 allora esisterà un altro limite C_3 al disopra del quale la locomotiva a vapore con riscaldamento a carbone è di nuovo più vantaggiosa, e la convenienza della locomotiva Diesel rimane compresa tra i costi C_1 e C_3 della nafta. Ma se invece il limite C_2 è minore di C_1 allora la locomotiva a vapore è sempre più vantaggiosa.

Il rapporto tra il prezzo del carbone e quello della nafta per il quale risulta vantaggioso il passaggio alla locomotiva Diesel si ritiene sia di 1 : 2.

La convenienza della sostituzione della locomotiva Diesel alla locomotiva a vapore è maggiore per le locomotive di manovra che per quelle di linea per la soppressione delle perdite di combustibile nei lunghi periodi di sosta. Questo giustifica la grande diffusione delle locomotive Diesel di manovra nelle stazioni di smistamento con vantaggio della economia e rapidità del servizio merci.

In generale si può dire che con traffico scarso e cattiva utilizzazione delle locomotive l'esercizio a vapore è più favorevole; mentre con traffico debole e medio ma con buona utilizzazione delle locomotive la trazione Diesel è più economica. Con l'esercizio elettrico, tenuto conto delle elevate spese di impianto, occorre tanto una forte intensità di traffico che una ottima utilizzazione dei locomotori. Per servizio viaggiatori, specialmente su linee di collegamento e linee vicinali di grandi città, la trazione Diesel-elettrica offre le stesse possibilità della trazione puramente elettrica, la quale ha sulla prima lo svantaggio della elettrificazione della linea. Dette possibilità si riferiscono alla maggiore potenza in relazione al peso del treno, forte accelerazione e forte numero di assi motori; rapidità di manovra per l'inversione di marcia nelle stazioni terminali con semplificazione od eliminazione del cambio locomotive; adattamento della potenza alla composizione del treno senza sovraccaricare o rendere poco economico lo sfruttamento dei veicoli motori.

Le considerazioni che precedono dimostrano che la locomotiva a combustione interna non può considerarsi una soluzione assoluta per l'economia dell'esercizio ferroviario, ma una soluzione invece relativa a numerosi fattori variabili da caso a caso dall'esame preventivo dei quali dipende la convenienza della sua sostituzione alla locomotiva a vapore.

8. — A conclusione di quanto precede si può dire che il motore a combustione interna impiegato nella trazione ferroviaria, ha sulla macchina a vapore i seguenti vantaggi:

a) Può essere impiegato non solamente sulle locomotive bensì anche sopra automotrici, possibilità questa assolutamente vietata alla

macchina a vapore. L'automotrice per servizio passeggeri e bagagli sostituisce un convoglio composto di locomotiva, tender bagagliaio e vettura passeggeri.

b) Ha un maggiore rendimento: il rendimento alla periferia delle ruote motrici di una locomotiva a combustione interna non è minore del 25 % mentre nelle più perfette locomotive a vapore non supera l'8 %.

c) Può mettersi in servizio in qualche minuto mentre nelle locomotive a vapore prima che la caldaia sia sotto pressione occorre da 1 1/2 a 2 ore con spesa di combustibile e personale.

d) Annulla la spesa di combustibile quando la locomotiva è ferma. Nella locomotiva a vapore invece il fuoco dev'essere sempre acceso anche nelle fermate.

e) Permette grande economia di combustibile e personale allorchè viene impiegato nelle locomotive di manovra perchè queste, specialmente nelle piccole stazioni, sono inattive molte ore al giorno.

f) Annulla praticamente il consumo d'acqua, poichè l'acqua di refrigerazione circola in un circuito chiuso che collega i cilindri del motore ad un sistema refrigerante. Questo vantaggio è particolarmente notevole nelle regioni dove vi è poca o cattiva acqua e l'alimentazione delle caldaie è dispensiosa.

g) Rende possibili lunghi viaggi senza necessità di revisioni e pulizia. Invece il focolare di una locomotiva a vapore richiede la pulizia ogni 300 km; superando questo percorso medio tra due pulizie l'utilizzazione del combustibile diviene sempre più sfavorevole.

h) Permette in generale ridurre le spese del personale di guida perchè basta un solo uomo a condurre una locomotiva a combustione interna, mentre ne occorrono due, fuochista e macchinistra, in una locomotiva a vapore. Sono anche ridotte le spese di manutenzione grazie alla assenza di fumo e di fuliggine.

i) Semplifica il servizio di rifornimento del combustibile: il combustibile liquido richiede solo il pompaggio dai carri cisterna ai serbatoi di deposito e da questi ai serbatoi delle locomotive. Questo vantaggio insieme con la prontezza di messa in servizio e la soppressione della pulizia del focolare, permette un percorso giornaliero maggiore dal 30 al 50 % rispetto alla trazione a vapore. Pertanto per effettuare un determinato servizio, occorre un numero minore di locomotive.

Sono invece svantaggi della locomotiva a combustione interna su quella a vapore:

a) L'alto costo d'acquisto. Una locomotiva a combustione interna oggi costa più del doppio di una locomotiva a vapore di pari potenza.

Per una automotrice invece la differenza è di poca importanza perchè un'automotrice equivale ad un piccola locomotiva a vapore con rimorchio.

b) La piccola capacità di sopraccarico.

c) La costruzione più complicata, ed il maggior peso.

Il più importante impiego del motore Diesel per trazione è oggi fatto sulle automotrici per servizio viaggiatori la cui importanza e diffusione è facile prevedere andrà sempre più aumentando.

Invece sulle locomotive di grande potenza non può ancora dirsi che il motore Diesel abbia superato definitivamente la fase sperimentale. Le applicazioni fatte sulle diverse reti ferroviarie sono ancora poco numerose e non tutte convincenti. Però i continui perfezionamenti apportati nei motori a combustione interna e nelle trasmissioni ed i progressi suggeriti dall'esperienza giustificano la speranza che queste macchine possano prestare un vantaggioso servizio sulle locomotive. Già in America nel 1932 di fronte alle 600 automotrici erano in esercizio 116 locomotive Diesel di potenza compresa tra 200 e 800 kW.

Le prime coraggiose applicazioni hanno quindi dato risultati fecondi perchè ad esse altre ne sono seguite e numerose locomotive a combustione interna oggi corrono sulle stesse linee effettuando lo stesso lavoro delle locomotive a vapore.

BIBLIOGRAFIA.

Lomonosoff: Diesellokomotiven.
Bulletin de l'Association Internationale du Congrès des Chemin de Fer.
Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, gennaio 1934.
Verkerhrstechnische Woche, febbraio-marzo 1934.
Locomotive Cyclopedia of American Practice - Ninth Edition 1930.
Franco e Labryn: Locomotive and motore coaches.
Sulzer: Locomotives et automotrices Diesel.
Ansaldo S. A.: Locomotive con motore Diesel.

SULL'VIII "CICLO DI TARATURE" [1]

E. PUGNO VANONI

AEI

Comunicazione tenuta alla XXXIX Riunione Annuale dell'A. E. I. Gardone, 23-30 settembre 1934-XII

Sono riassunti mediante tabelle e grafici i risultati dell'VIII° ciclo di tarature promosso dalla A. E. I. Detto ciclo è consistito in misure di resistività, perdite dielettriche costanti dielettriche e rigidità dielettriche su piccoli condensatori di carta bachelizzata. I risultati ottenuti confermano l'utilità di prescrivere norme minuziose per la prova dei materiali isolanti.

Come è noto il VII « Ciclo di tarature » che ebbe luogo lo scorso anno riguardò la misura di grandezze relative ad alcune delle più importanti proprietà dei materiali isolanti.

La Presidenza Generale volle in quel caso lasciare ai Laboratori partecipanti al ciclo la più ampia libertà di scelta sia per i metodi, sia per le modalità con cui eseguire le misure. L'esito fu quello che si poteva prevedere data questa premessa e date inoltre la caratteristica variabilità delle proprietà dei dielettrici, e la mancanza di norme italiane in questo campo.

Alla Presidenza Generale parve allora opportuno scegliere ancòra quale argomento dell'VIII « Ciclo di tarature », determinazioni di proprietà dei dielettrici (misure di resistività e rigidità di massa, perdite dielettriche, costante dielettrica), ma indicando questa volta (sia pure in forma concisa) i procedimenti e le modalità da seguirsi nelle prove.

Per limitare il lavoro sperimentale richiesto ai Laboratori partecipanti si stabilì per questo « ciclo » di eseguire prove solo su uno dei due dielettrici adoperati lo scorso anno e precisamente la carta bachelizzata, sostanza adatta a permettere una serie completa di prove. Sempre al fine di ridurre il perditempo richiesto ai partecipanti, quest'anno i provini vennero forniti sotto forma di piccoli condensatori cilindrici. In questo modo, oltre al vantaggio ora accennato (si tenga presente che le prove relative al ciclo di tarature vennero a cadere nel periodo delle ferie), vi fu la possibilità di eseguire qualche sommaria misura su tutti i provini prima di inviarli ai vari Laboratori. Si è reso così possibile il giudicare se eventuali risultati discordanti provenissero da reali differenze del provino, o dai metodi di prova non correttamente seguiti.

Queste misure preliminari su tutti i provini, benchè limitate alla determinazione della capacità, delle perdite dielettriche e della resistenza alla temperatura di 25° C, rappresentarono un notevole lavoro. Infatti in un primo tempo aderirono al « ciclo » 22 Laboratori, ciò che richiese la preparazione di 44 provini oltre a quelli tenuti in riserva. Le misure furono eseguite sia nel Laboratorio di Misure Elettriche dell'Istituto Superiore d'Ingegneria di Milano, con l'aiuto dell'Ing. Regoliosi, sia nella Sala prove della Ditta Passoni & Villa di Milano, che aveva preparato i provini.

Furono ommesse in queste misure preliminari le prove alla temperatura di 80° C per le difficoltà sperimentali (soprattutto perdita di tempo) che si sarebbero incontrate nell'eseguirle su quasi cinquanta provini.

La Presidenza Generale desidera esprimere qui il suo vivo ringraziamento alla Ditta Passoni & Villa di Milano per essersi assunta anche quest'anno l'incarico di fornire gentilmente i provini in carta bachelizzata, e a tale Ditta ed al Laboratorio di Misure del Politecnico di Milano per avere eseguite le lunghe prove preliminari.

Come si è prima accennato i provini erano piccoli condensatori cilindrici formati da un tubo di carta bachelizzata (fig. 1) lungo circa 25 cm, del diametro esterno di circa 8,5 cm, foderato internamente da una foglia metallica e contenente nel suo spessore una seconda armatura cilindrica alta 10 cm, separata dalla prima da uno spessore di dielettrico di circa 2 mm. Lo spessore che separava questa seconda armatura dalla superficie esterna del cilindro era di circa 1,5 mm.

Il difetto principale della forma adottata nei provini risiedeva

[1] I risultati dei sei primi « cicli di tarature » furono esposti dal Prof. Barbagelata nelle riunioni annuali che seguirono i vari « cicli » e le interessanti relazioni relative ad essi furono pubblicate ne *L'Elettrotecnica* (I° ciclo, 15/4-'28; II° ciclo, 5/5-'29; III° ciclo, 25/2-'30; IV° ciclo, 5/12-'31; V° e VI° ciclo, 25/12-'32).

I risultati del VII° « ciclo » furono esposti dal sottoscritto in una relazione presentata alla XXXVIII Riunione annuale, relazione che fu pubblicata sia nei Rendiconti di detta Riunione sia ne *L'Elettrotecnica* del 5/3-'3

nella configurazione poco opportuna delle armature nei riguardi della prova di perforazione. Tutte le perforazioni avvennero infatti in corrispondenza dei bordi dell'armatura esterna.

Parteciparono a questo ciclo di tarature i Laboratori di Elettrotecnica o di Misure degli Istituti Superiori di Ingegneria di Milano, Napoli, Padova, Pisa, Roma e Torino, il Laboratorio Sperimentale delle FF. SS. di Roma, le « sale prova » delle Società Industriali Ansaldo, Marelli, Monti & Martini, Passoni & Villa, Pirelli, Savigliano, Tecnomasio Italiano Brown Boveri, e Terni; un totale di quindici enti, ai quali la Presidenza Generale porge i suoi più vivi ringraziamenti.

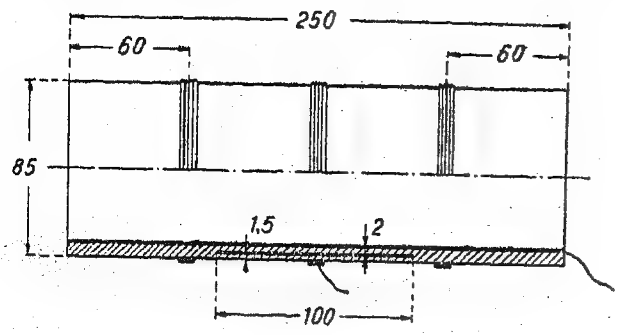


Fig. 1.

1. - Misure di resistività.

I condensatori furono inviati ai Laboratori già muniti alla superficie esterna di due anelli di guardia formati da legature di filo di rame stagnato poste a 6 cm dagli estremi del cilindro (figura 1).

Fu prescritto che i condensatori prima della misura della resistività alla temperatura ambiente dovessero essere mantenuti per 12 ore in un ambiente (cassa chiusa) a temperatura compresa tra 15° e 25° con un grado di umidità relativa dell'80 %, in presenza cioè di una soluzione di cloruro di calcio di densità 1,19 o di una soluzione di acido solforico di densità 1,19 e 20° C.

La misura della resistenza doveva essere fatta con le tensioni di 250 e 500 V, mettendo in tensione l'armatura interna del condensatore ed eseguendo le letture per tempi di elettrizzazione di 30, 60, 120, 180 sec, in modo da seguire le variazioni iniziali di resistività dovute ai fenomeni di assorbimento.

Il secondo gruppo di colonne della 1ª tabella indica le resistività così misurate dai vari Laboratori.

Eseguita questa prova era prescritto che i provini fossero posti per 24 ore in una stufa con circolazione d'aria a 80° C e, trascorso questo tempo, fosse eseguita la misura della resistenza a 80° C, con le due tensioni di 250 e 500 V, per tempi di elettrizzazione di 30, 60, 120, 180 secondi.

Le resistività così misurate sono indicate nel terzo gruppo di colonne della 1ª tabella.

Il laboratorio 3 ha eseguito le misure di resistenza prima applicando al provino il polo positivo della batteria, poi quello negativo. Venne così in evidenza il fatto già noto, che applicando la forza elettromotrice all'atto della misura in modo che l'armatura del provino in tensione sia positiva rispetto alla terra, si determinano resistività maggiori di quando si usa una polarità invertita.

La fig. 2 mostra (in funzione delle temperature in °C) le resistività (Ω cm; scala logaritmica) misurate a 500 V per un tempo di elettrizzazione di 60 sec. I due gruppi di punti attorno a 25° C e attorno a 80° C sono determinati in condizioni igrometriche di-

Tabella I. — RESISTIVITÀ IN Ω CM 10^{12}.

Laboratorio	Provino	Stato igrometrico u %	Temperatura °C	Misure a 250 V, 25° C					Misure a 500 V, 25° C					Temperatura °C	Misure a 250 V, 80° C					Misure a 500 V, 80° C				
				V	sec. di elettrizzaz. 30	60	120	180	V	sec. di elettrizzaz. 30	60	120	180		V	sec. di elettrizzazione 30	60	120	180	V	sec. di elettrizzazione 30	60	120	180
1	13	0,88	25	250	131	225	286	383	500	136	174	224	278	80	250	2,44	2,48	2,55	2,57	500	2,42	2,46	2,47	2,49
	55	0,79	25	250	130	178	248	321	500	138	191	232	279	80	250	5,47	5,71	6,06	6,24	500	5,24	5,48	5,65	5,70
2	48	1,1	25	250	13,0	10,2	9,25	8,55	500	5,83	4,53	4,28	4,06	80	250	2,14	2,08	2.03	1,96	500	2,03	2,02	1,86	,182
	51	1,0	25	250	8,16	5,80	5,10	5,10	500	4,78	4,28	4,07	3,86	80	250	2,72	1,92	1,71	1,66	500	1,59	1,47	1,40	1,27
3	25	0,31	26,5	+250	159	209	269	310	+500	154	207	279	331	80	+250	4,03	4,13	4,18	4,18	+500	3,61	3,71	3,74	3,74
	25	0,31	26,5	—250	137	178	238	275	—500	133	189	264	310	80	—250	4,00	4,07	4,18	4,18	—500	3,60	3,69	3,75	3,78
	41	0,34	26,5	+250	189	245	300	342	+500	162	233	311	370	80	+250	1,63	1,65	1,66	1,66	+500	1,50	1,51	1,52	1,52
	41	0,34	26,5	—250	152	196	242	270	—500	144	209	282	337	80	—250	1,62	1,65	1,66	1,66	—500	1,50	1,51	1,52	1,53
4	44	0,58	25	250	112	131	144	160	500	103	125	145	170	80	250	9,1	9,1	9,1	9,1	500	7,7	7,7	7,7	7,7
	46	0,58	25	250	111	121	148	189	500	103	128	164	197	80	250	7,9	7,9	7,9	7,9	500	8,9	8,9	8,9	8,9
5	33	0,3	26	250	96,0	96,0	96,0	95,7	500	88,5	88,2	88,1	88,0	80	250	9,75	9,70	9,62	9,50	500	9,15	9,10	9,10	9,00
	42	0,3	26	250	88,5	88,0	87,3	85,3	500	82,0	81,7	81,5	81,4	80	250	5,30	5,25	5,18	5,18	500	5.18	5,10	5,05	5,04
6	49	1,01	24	260	215	271	324	324	500	129	173	208	232	80	260	2,27	2,28	2,28	2,28	500	2,24	2,24	2,16	2,15
	50	1,06	24	260	85,6	112	140	151	500	88	110	118	140	80	260	2,19	2,21	2,24	2,23	500	2,19	2,18	2,16	2,14
7	8	0,8	27,5	250	90	110	140	140	500	100	110	130	150	80	250	0,55	0,55	0,55	0,55	500	0,52	0,55	0,52	0,52
	52	0,8	27,5	250	80	180	100	1,20	500	80	90	100	120	80	250	1,60	1,50	1,50	1,50	500	1,6	1,5	1,5	1,5
8	40	1,2	22	250	141	193	244	293	500	143	194	253	297	80	250	3,36	3,53	3,56	3,56	500	2,96	3,04	3,04	3,04
	27	1,2	22	250	66	81	100	112	500	68	83	102	114	80	250	5,86	6,49	6,51	6,51	500	4,23	4,53	4,58	4,58
9	17	0,4	22,5	253	67,3	102	149	194	505	70,7	107	153	194	80	250	1,92	1,96	1,96	1,94	485	1,77	1,77	1,74	1,71
	43	0,4	22,5	253	108	162	220	276	505	111	164	230	283	80	250	3,25	3,43	3,42	3,40	485	2,87	3,0	2,98	2,0
10	2	0,58	22	—	—	—	—	—	500	240	300	372	397	77	—	—	—	—	—	500	1,45	1,50	1,53	1,57
	3	0,37	22	—	—	—	—	—	500	96	148	223	252	77	—	—	—	—	—	500	1,90	1,88	1,70	1,70
12	24	?	27	250	47.7	53.2	62,4	76,3	500	63,1	68,8	80	92,7	80	250	0,015	0,017	0,019	0,022	500	0,034	0,037	0,041	0,047
	53	?	27	250	49,1	54,4	64,8	77,8	500	64,3	70,1	81,8	94,8	80	250	0,016	0,018	0,021	0,024	500	0,036	0,039	0,043	0,048
13	5	?	23,5	250	57,5	72	96	107	500	54,5	70	92,5	109	80	250	0,73	0,73	0,725	0,72	500	0,655	0,650	0,640	0,630
	32	?	21,5	250	56	71	90	100	500	64	79,5	106	114	80	250	1,44	1,46	1,48	1,48	500	1,39	1,40	1,39	1,38
14	59	?	23	—	—	—	—	—	485	64	98	128	128	80	—	—	—	—	—	477	2,46	2,73	2,78	2,80
	55	?	23	—	—	—	—	—	485	68	85	100	136	80	—	—	—	—	—	468	2,10	2,18	2,21	2,21
15	9	1,84	24	248	18,8	21,0	24,0	25,0	506	19	21	24	25	80	246	0,36	0,37	0,37	0,37	512	0,40	0,40	0,39	0,39
	18	1,74	24	248	36	47	61	69	506	38	49	64	74	79	247	1,2	1,15	1,10	1,07	502	1,24	1,17	1,10	1,08

verse, e quindi non appartengono alla stessa curva. Nello stesso grafico è segnata la retta (1) che dà la variazione media della resistività di alcuni provini essiccati, in funzione della temperatura.

Prendendo in considerazione i risultati della misura alla temperatura ordinaria, dopo soggiorno in ambiente a 80 % di umidità,

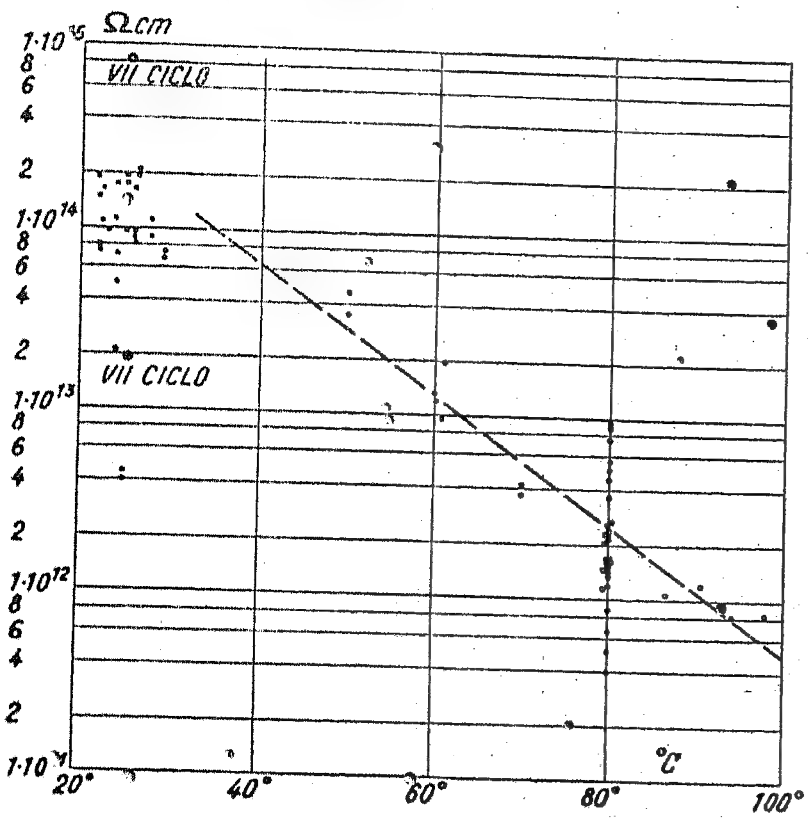


Fig. 2.

dopo 60 sec di elettrizzazione a 500 V si nota come i valori trovati dai laboratori 2 e 15 per i provini 48, 51, 9 e 18 e quello trovato dal laboratorio 10 per il provino 2 scartino fortemente dai rimanenti.

Trascurando questi valori evidentemente affetti da errori, si ottiene che il valor medio della resistività determinata dai diversi Laboratori in questa prova è di 117 · 10¹² Ω cm. I valori da cui fu dedotta questa media sono compresi tra 68,8 10¹² e 233 10¹² Ω cm (rapporto da 1 a 3,4).

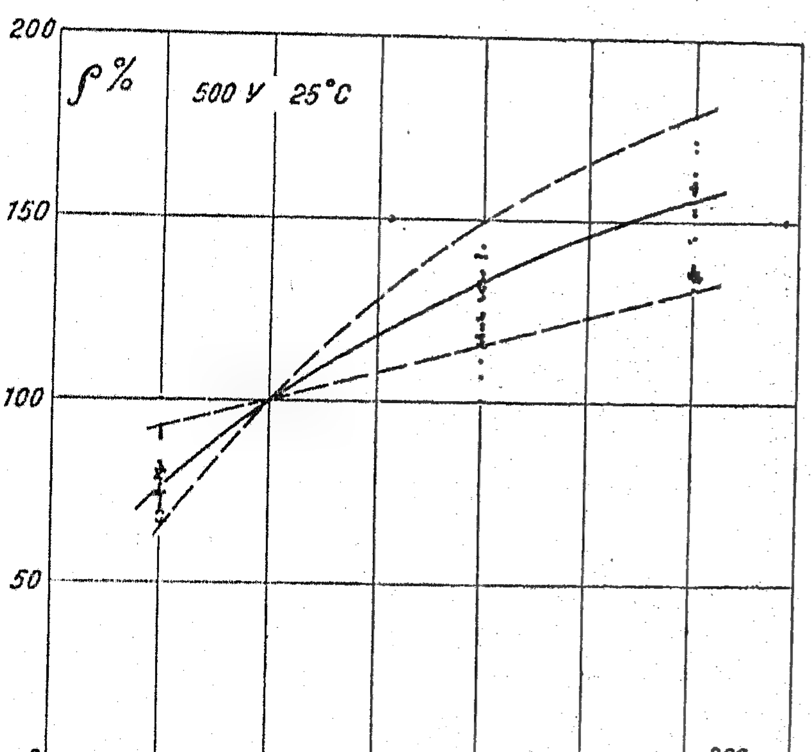


Fig. 3.

In fig. 3 è indicato, in percentuale del valore misurato dopo 60 sec, come varia la resistività dei provini in funzione del tempo di elettrizzazione.

Questa misura di resistività ha presentato difficoltà d'esecuzione per vari Laboratori, data la piccolezza della corrente che doveva essere misurata, corrente già ai limiti di sensibilità dei galvanometri di comune dotazione per queste prove (10^{-9} A/divisione).

(1) Nell'intervallo di temperature qui considerato, la variazione della resistività dei provini si può con buona approssimazione considerare una funzione esponenziale della temperatura.

Giova a questo punto ricordare che nel VII° ciclo la misura di resistività di massa della carta bachelizzata (tolti i dati evidentemente affetti da errore), aveva dato risultati estremi che stavano tra di loro nel rapporto da 1 a 45 (8 · 10¹² e 360 · 10¹² Ω cm). Nel grafico di fig. 2 i punti segnati « VII ciclo » indicano appunto l'intervallo (riferito al valor medio del ciclo attuale) entro cui oscillano i risultati ottenuti lo scorso anno.

Facendo analoghe considerazioni sui risultati ottenuti sui provini essiccati alla temperatura di 80° C (misure a 500 V, tempo di elettrizzazione di 60 sec) si nota che i risultati sono meno buoni di quelli ottenuti alla temperatura ambiente.

Scartati infatti i dati forniti dal laboratorio 12 per i provini 24 e 53, evidentemente errati, si trova che il valore medio dei risultati ottenuti dai diversi laboratori è di 3,0 10¹² Ω cm con scarti massimi compresi tra 0,4 e 9,1 · 10¹² Ω cm (rapporto da 1 a 23). Questo maggior scarto non deve però meravigliare in quanto alla temperatura di 80° C le resistività dei vari provini risultavano realmente assai diverse da provino a provino. E' noto infatti come la carta impregnata di resina mostra spesso differenze di comportamento alle temperature elevate, soprattutto nei tipi che presentano notevoli variazioni di proprietà in funzione della temperatura (caso in esame). Lo stesso fenomeno si vedrà comparire anche nella misura delle perdite dielettriche.

Nelle istruzioni sul modo di eseguire le misure era anche prescritto di pesare i provini stessi subito dopo tolti dalla camera a 80 % di umidità relativa a subito dopo finita l'essiccazione per 24 ore con aria a 80° C. Da queste due pesate si doveva dedurre il contenuto d'acqua del provino nella prima prova, contenuto da esprimersi come percentuale del rapporto tra il peso dell'acqua ed il peso del provino.

I risultati di questa determinazione sono riportati nella terza colonna della tabella 1ª. Essi sono fortemente discordanti per due ragioni.

In primo luogo il soggiorno a 80° C per 24 ore in aria avente condizioni igrometriche non definite non era sufficiente a togliere tutta l'umidità contenuta nel provino, ciò che spiega in parte le differenze riscontrate. Qualche Laboratorio (come ad esempio il N. 15), preoccupato di ciò, eseguì invece l'essiccazione in modo completo, il che spiega l'alta percentuale di umidità da taluni denunciata in confronto di altri.

In secondo luogo alcuni laboratori riferirono il peso dell'acqua a quello del condensatore completo, mentre altri, giustamente, si riferirono solo al peso del dielettrico. Il peso delle fasciature metalliche che erano fissate esternamente al condensatore oscillava dal 5 al 10 % del peso del dielettrico.

2. - Misure delle perdite dielettriche e della costante dielettrica.

L'esecuzione di queste misure doveva essere fatta sui provini previamente essiccati alle due temperature di 20° e 80° C, sotto differenze di potenziale di 1000, 2000, 3000 e 4000 V.

Nulla era prescritto circa gli apparecchi da usarsi in questa misura: le perdite dielettriche dovevano essere espresse dalla cotangente dell'angolo tra i vettori tensione e corrente.

La grande maggioranza dei Laboratori ha impiegato in queste misure il ponte di Schering, solo due Laboratori hanno usato ponti di altro tipo.

I risultati delle misure sono raccolti nella tabella II.

La determinazione delle perdite dielettriche alla temperatura ambiente ha dato risultati assai concordanti, le cui differenze sono dell'ordine delle disuniformità dei singoli provini (ciò è risultato dalle misure preliminari eseguite).

Questa determinazione alla temperatura ambiente, e con tensione di 4000 V, ha dato un valore medio di 0,0095, (media ottenuta senza eliminare nessun dato) da valori compresi tra 0,007 e 0,0118 (rapporto tra 1 e 1,7 circa).

La determinazione delle perdite dielettriche a 80° ha dato risultati meno concordanti, ma ciò, come già si è detto a proposito della corrispondente misura di resistività, è in gran parte da attribuirsi a disuniformi proprietà dei provini a questa temperatura.

Il valore medio dei risultati ottenuti a 80° e 4000 V è di 0,114, media ricavata da dati compresi tra 0,077 e 0,185 (rapporto tra 1 e 2,4).

In fig. 4 sono riportate in scala logaritmica i risultati delle misure delle perdite dielettriche in funzione della temperatura. La retta ivi tracciata mostra approssimativamente l'andamento delle perdite, in funzione della temperatura, di un provino che aveva a 25° e ad 80° perdite pressapoco uguali ai valori medi ricavati nel ciclo. L'aver tracciata nel diagramma per questo provino

Tabella II. — PERDITE DIELETTRICHE E COSTANTE DIELETTRICA.

Laboratorio N.	Provino N.	Temperatura °C	Cotg φ alla tensione di V 1000	2000	3000	4000	Costante dielettrica a V 1000	4000	Temperatura °C	Cotg φ alla tensione di V 1000	2000	3000	4000	Costante dielettrica a V 1000	4000
1	13	26	0,0081	0,0084	0,0088	0,0092	4,26	—	79	0,121	0,119	0,120	0,121	4,87	4,84
	55	26	0,0090	0,0092	0,0093	0,0094	4,44	—	79	0,108	0,111	0,113	0,113	5,03	5,01
3 (1)	25	27	0,008 (1)	—	—	—	4,19 (1)	—	80	0,111 (1)	—	—	—	4,70 (1)	—
	41	27	0,007 (1)	—	—	—	4,53 (1)	—	80	0,056 (1)	—	—	—	4,91 (1)	—
4	44	25	0,0045	0,0072	0,0081	0,009	3,7	—	80	0,099	0,099	0,099	0,099	4,05	—
	46	25	0,0054	0,0063	0,0051	0,009	3,75	—	80	0,08	0,08	0,08	0,08	4,25	—
6	49	25	0,01	0,01	0,01	0,01	4,36	—	80	0,131	0,131	0,131	0,134	4,92	—
	50	25	0,011	0,011	0,011	0,012	4,2	—	80	0,129	0,127	0,128	0,128	4,79	—
7	8	28,5	0,007	0,007	0,007	0,007	4,8	—	80	0,150	0,150	0,150	0,150	5,7	—
	52	28,5	0,010	0,010	0,010	0,010	4,9	—	80	0,005	—	—	—	5,7	—
9	17	25	—	—	—	0,0117	—	4,04	80	—	—	—	0,152	—	4,85
	43	25	—	—	—	0,010	—	4,07	80	—	—	—	0,121	—	4,73
10	2	22,5	—	0,0118	—	0,0118	—	4,32	80	—	0,062	—	0,062	—	4,6
	3	22,5	—	0,0116	—	0,0116	—	4,21	80	—	0,104	—	0,104	—	4,72
11	16	27	—	—	—	0,0087	—	4,10	80	—	—	—	0,185	—	—
	4	27	—	—	—	0,0070	—	4,02	80	—	—	—	0,160	—	—
12	24	22,5	0,0087	0,0087	0,0087	0,0099	5,44	5,45	80	0,080	0,0825	0,093	0,101	6,24	6,39
	53	22	0,0088	0,0088	0,0088	0,0088	5,06	5,02	80	0,0715	0,0731	0,077	0,077	5,67	5,77
15 (2)	9	24	—	—	—	—	4,9 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—
	18	24	—	—	—	—	4,8 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—

(1) Misure eseguite a 500 V — (2) Misure eseguite a 100 V.

una retta corrisponde all'aver ritenuto le perdite funzione logaritmica della temperatura, cosa che, come è noto, non è esatta. Osservando però i punti che hanno servito a determinare questa retta si vede come nel campo considerato questa approssimazione sia pienamente giustificata.

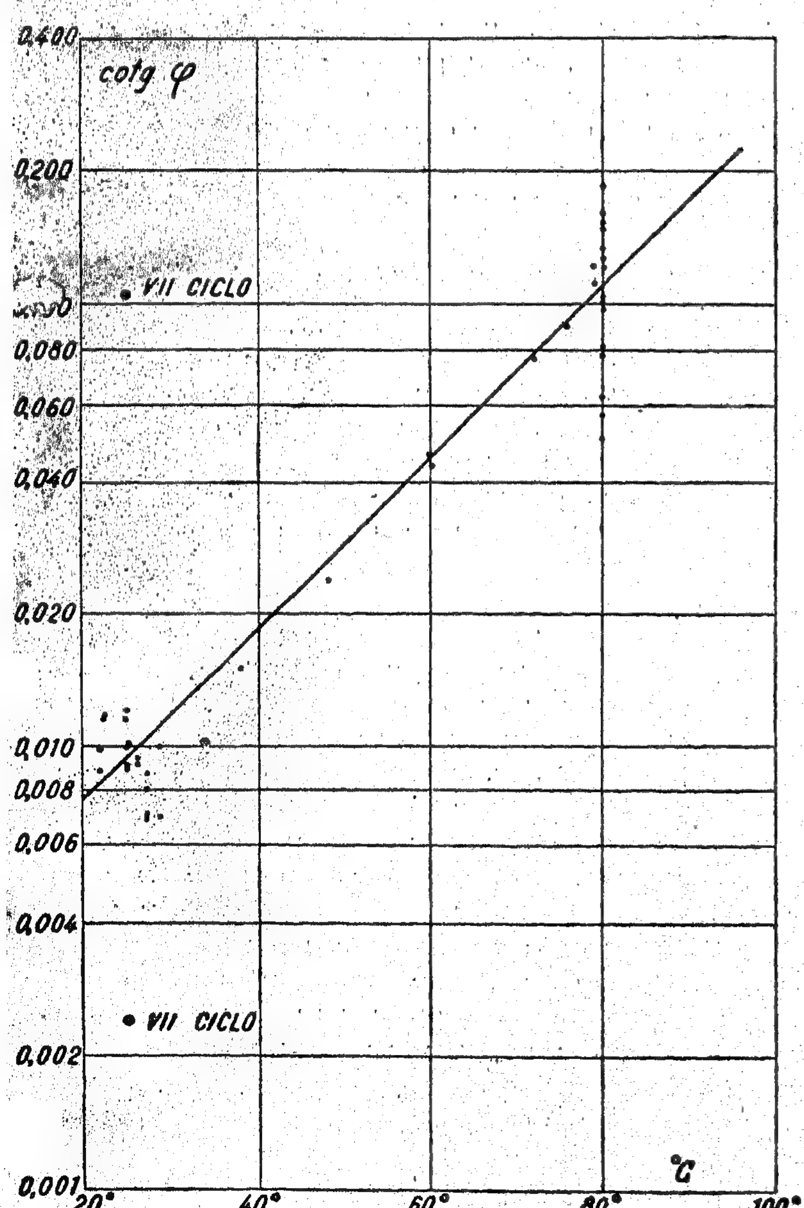


Fig. 4.

Nello stesso grafico i due punti indicati con la dicitura « VII° ciclo » racchiudono l'intervallo (riferito al valore medio ora trovato a 25° C) che esisteva tra i risultati estremi ottenuti lo scorso anno.

La determinazione della costante dielettrica ha dato luogo a risultati discordanti.

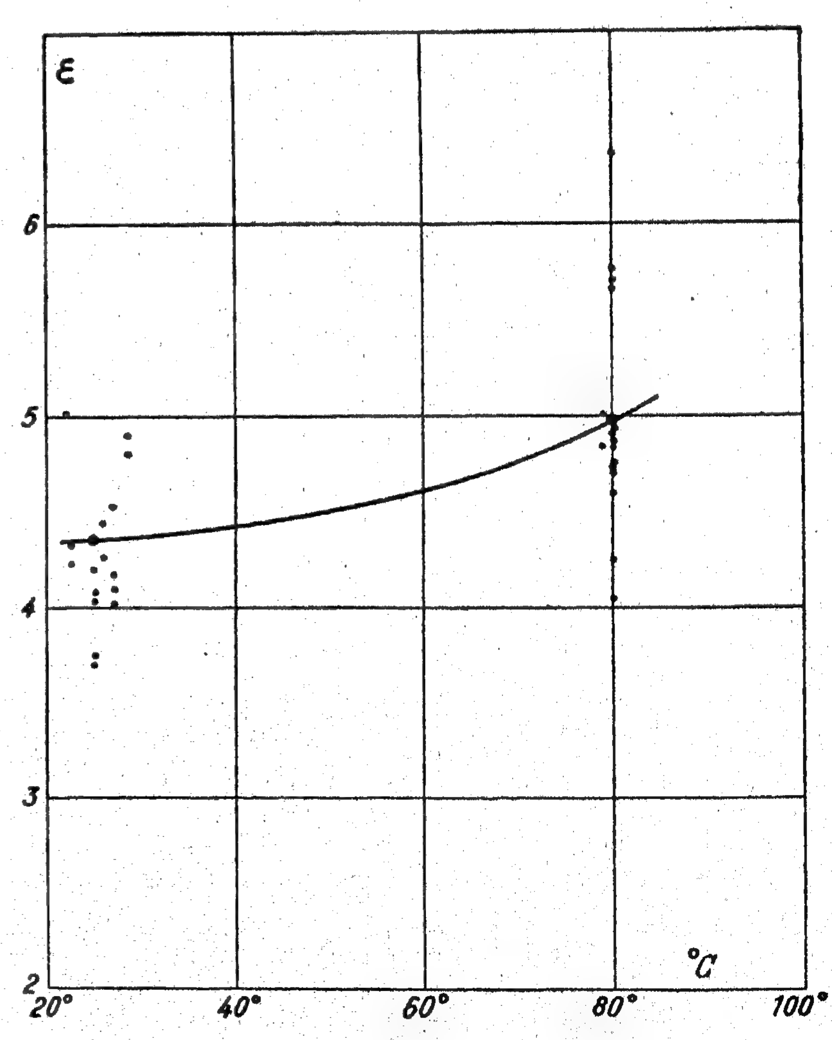


Fig. 5.

A 25° C il valore medio della determinazione è stato di 4,25 dedotto da valori compresi tra 3,7 e 5,44 (rapporto da 1 a 1,47). A 80° il valore medio è stato di 4,98 ricavato da dati compresi tra 4,05 e 6,39 (rapporto da 1 a 1,57). Queste notevoli discordanze (che però

si ridurrebbero fortemente se si trascurassero i risultati dei Laboratori 4, 7, 12) sono in questa determinazione da imputarsi sostanzialmente alla piccolezza della capacità (circa 0,5 · 10^{-9} F) da misurarsi ad una tensione relativamente elevata. Quest'ultimo fatto rese sensibili gli effetti di eventuali capacità parassite presenti nel dispositivo di misura. Qualche difficoltà presentava pure la determinazione delle dimensioni geometriche del condensatore in prova.

In fig. 5 sono riportati in grafico i risultati di questa prova. La curva ivi tracciata indica l'andamento della costante dielettrica, in funzione della temperatura, per un provino con costante dielettrica pressapoco uguale al valore medio trovato dai singoli laboratori.

Gli scarti avuti in questa determinazione sono praticamente uguali agli scarti che presentavano i dati forniti dalle misure eseguite per il VII ciclo tarature.

3. - Misure di rigidità dielettrica.

Era prescritto che i provini essiccati per questa prova dovessero essere immersi in olio a 20° C.

La tensione applicata, inizialmente nulla, doveva crescere in ragione di 500 V/sec sino a perforazione del provino.

Era richiesto che si indicasse: — la tensione di perforazione, per dedurne la rigidità dieletrica; — il tempo trascorso tra l'inizio della prova e la perforazione; — il punto dove la perforazione stessa aveva avuto luogo; — la rigidità dell'olio usato (determinata quest'ultima secondo le norme del C.E.I.).

I risultati sono riportati nella tabella III.

Tabella III. — Rigidità dielettrica.

Laboratorio	N.	Temperat. °C	Tempo elett. sec.	Rigidità provino kV/cm	Rigidità olio kV/cm
1	13	20°	70	218	87.4
	55	20°	78	220	87.4
2	48	25°	50	255	130
	51	25°	45	239	130
3	25	20°	80	212	85
	41	20°	75	190	85
4	44	25°	80	228	55
	46	25°	72	211	55
5	33	28°	110	214	55
	42	28°	100	216	55
6	49	28°	83	192	80
	50	26°	76	175	80
7	8	26°	96	250	80
	52	26°	102	270	80
9	17	25°	55	172.5	50
	43	25°	54	182.5	50
10	2	24°	40	188	—
	3	24°	57.5	226	—
11	4	24°	22	207	—
	16	24°	35	203	—
12	24	26°	102	250	96
	53	26°	89	220	96
13	5	24°	103	260	100
	32	24°	115	270	100
14	59	25°	73	175	110
	56	25°	74	195	110
15	9	20°	64	215	88
	18	20°	61	187	88

Il valore medio della rigidità dielettrica ricavato da detti risultati è di 215 kV/cm, valore medio ricavato da dati compresi tra 172,5 e 255 kV/cm (rapporto da 1 a 1,48).

Come si è accennato in principio la forma dei provini non era la più adatta per questa prova esistendo uno spigolo vivo al bordo dell'elettrodo esterno. Infatti tutte le perforazioni si sono prodotte in corrispondenza di questa zona dove il campo subiva un forte incremento.

Fra i risultati minimo e massimo ottenuti nel VII ciclo tarature esisteva il rapporto 1/1,87.

Conclusioni.

All'inizio di questa relazione è stato detto che l'ottavo ciclo di tarature aveva principalmente lo scopo di controllare se, fissando il modo di condurre le prove, si potessero ottenere risultati che permettessero di individuare *da un punto di vista industriale* le proprietà di un dielettrico, il « ciclo » stesso ha dato una risposta affermativa al problema ora posto.

Naturalmente, data la natura del materiale in prova e le difficoltà che in talune prove si incontrano nell'eliminare le cause di errore, i risultati ottenuti dai singoli Laboratori differiscono ancora fortemente. Si deve però constatare con piacere che in tutti i casi (tranne che per la costante dielettrica) gli scarti ottenuti nelle determinazioni di quest'anno sono minori (e spesso molto minori) di quelli che si ebbero lo scorso anno; il che può servire di incoraggiamento per la compilazione di norme per la prova dei materiali isolanti.

Altro risultato che si può mettere all'attivo di questo « ciclo di tarature » è quello di aver contribuito a richiamare sempre più l'attenzione dei nostri Laboratori su questo tipo di misure, e di aver fornito dati sperimentali che saranno assai utili nella compilazione delle norme.

SUI SISTEMI DI UNITÀ

G. VAGLIANI

(*continuaz. e fine, v. N. 2, pag. 48*).

8. - Scelta dei campioni e delle unità base.

La questione della sistemazione di un gruppo di grandezze e delle relative unità, secondo il Bordoni ([59]), si suddivide in due altre, le quali sono bensì collegate fra di loro, ma sono tuttavia indipendentemente affrontabili:

a) la questione della successione logica e del coordinamento delle definizioni;

b) la questione della definizione sperimentale e della individuazione pratica delle varie unità.

Queste vedute appaiono chiaramente confermate nella trattazione precedente, e nella nomenclatura da noi adottata, nomenclatura che stabilisce una netta separazione fra grandezza fondamentale, grandezza base, grandezza derivata, grandezza dipendente, ecc. La scelta di un sistema di unità è dunque fondato sulla risoluzione della questione *a)* la quale deve fornire il sistema delle formule di definizione delle grandezze, e sulla risoluzione della questione *b)* che consiste nello scegliere le grandezze e le unità base dalle quali scendono tutte le altre. Della prima questione abbiamo principalmente trattato nei paragrafi precedenti. In questo paragrafo prenderemo in esame la seconda.

Interessa prima di tutto stabilire che le unità base debbono essere individuate mediante un campione. Non importa se il campione sia, come valore, diverso dall'unità, ma il campione deve esistere. Alcuni mostrano di pensare che una unità base possa essere definita semplicemente attraverso una prescrizione. Tale sarebbe, per esempio, per la lunghezza, la seguente: Distanza fra due elettroni che si respingono nel vuoto con una determinata forza. Per noi la prescrizione nasconde sempre l'assunzione di un campione (nel caso di cui sopra la forza di repulsione fra due cariche elettriche elementari) e l'unità definita risulta una unità dipendente.

Ciò posto, osserviamo che la risoluzione della questione *b)* si divide in due problemi:

b_1) scelta delle grandezze base e dei campioni,

b_2) scelta del valore delle unità,

problemi che devono essere risolti nell'ordine segnato.

Il criterio di scelta della grandezza base non può essere che quello di riuscire a individuare le grandezze che interessano nel modo più

([59]) U. Bordoni: Sulla definizione delle principali grandezze fotometriche, e scelta delle corrispondenti unità. - Elettr., 1928, 25 marzo, pag. 243.

perfetto e più comodo possibile, ed in relazione con ciò bisogna tener conto:

1° - della invariabilità e riproducibilità dei campioni;

2° - della influenza che la scelta può avere sulla precisione con la quale vengono misurate le grandezze base e quelle dipendenti.

Osservazioni sul punto 1°: Dal punto di vista puramente logico, una volta assunto un determinato campione come base, non ha significato parlare di variazioni. Il campione sarebbe per definizione invariabile. Tuttavia il complesso delle nostre conoscenze ci permette di fare, se non una questione di verità, per lo meno una questione di economia del pensiero ([60]) attraverso la quale nasce il concetto di variabile ed invariabile, e per la quale se un giorno noi venissimo a scoprire che tutte le dimensioni lineari e le grandezze connesse sono variate rispetto al metro campione in uno stesso rapporto, noi dovremmo assumere come variato il metro campione e invariate le altre lunghezze ([61]). Nasce quindi il problema della invariabilità dei campioni: un campione deve essere invariabile nel tempo e nello spazio, e questa è anzi una condizione essenziale per la sua adozione. Si può discutere se da questo punto di vista siano più convenienti i campioni così detti artificiali (come il metro, il chilogrammo, ecc. oppure i campioni naturali (la lunghezza d'onda di una determinata linea spettrale, la densità dell'acqua, ecc.). A parte il fatto che una classificazione dei campioni in naturali ed artificiali non ci sembra molto chiara (basta provarsi a definire esattamente le due classi) noi crediamo che non si possano stabilire dei criteri generali. Al campione artificiale si potrà forse più facilmente imputare una certa possibilità di alterazione o di distruzione, ma praticamente questo non ha mai dato luogo ad inconvenienti, e del resto, come dice il Wallot ([62]), i campioni artificiali possono essere fabbricati in numero illimitato, e confrontati quando necessario con le costanti naturali.

Osservazioni sul punto 2°: Nella pratica delle misure correnti, la scelta dei campioni, almeno se essa viene limitata fra le poche grandezze che entrano ordinariamente in discussione, non ha molta importanza per il fatto che la precisione richiesta è sempre assai limitata e facilmente raggiungibile in ogni caso. L'importanza nasce quando si tratta di misure di grande precisione. E' interessante ed istruttivo, anche per i diversi problemi connessi, esaminare un po' dettagliatamente da che cosa dipende la precisione, sia nella misura delle grandezze base, che in quella delle grandezze dipendenti.

La precisione con la quale si riesce a misurare una grandezza base dipende in primo luogo dalla precisione con la quale si riesce a realizzare il campione, ed a conoscerne le eventuali variazioni in funzione dei parametri che su esso influiscono. Per esempio il campione di massa detto chilogrammo è individuato con estrema precisione e su esso non influiscono, nei limiti della suddetta precisione, parametri di nessuna specie. Invece il campione di lunghezza detto metro è già meno preciso; inoltre la lunghezza del metro campione varia con la temperatura, per cui il valore del metro viene a dipendere anche da una misura di temperatura. Un campione di resistenza elettrica costituito da una colonna di mercurio (assunta realmente come campione, e cioè senza riferimento alle sue dimensioni lineari e alla sua massa) sarebbe ancora meno preciso.

I campioni citati sopra sono campioni di grandezze integrali (ved. nota 40). Si possono anche adottare campioni di grandezze locali. Un tale campione sarebbe la densità dell'acqua, se invece di assumere, come d'ordinario, per campione di massa il chilogrammo, si assumesse come unità di massa la massa di un dm^3 di acqua. Campioni di grandezze locali sono: la permeabilità del vuoto nel sistema C G S e. m., la resistività del mercurio nel sistema internazionale, nel quale il campione Ohm viene definito come resistenza di una colonna di mercurio avente quella data lunghezza e quella data massa, ecc. In questi casi le cause di imprecisione (più o meno importanti) possono essere date, oltre che dalla misura delle varie grandezze accessorie interessate, anche dalla purezza con la quale si può ottenere il materiale o mezzo.

La precisione con la quale si riesce a misurare una grandezza base, dipende anche dalla natura dei metodi di confronto, dal valore della grandezza da misurare e da quello del campione. A proposito della natura dei metodi di confronto rileviamo che la grandezza massa, anche sotto questo punto di vista, si trova nelle condizioni ottime. Infatti il paragone delle masse si effettua mediante la bilancia, la quale è uno degli strumenti più precisi a nostra disposizione. Per quanto riguarda il valore è chiaro che per raggiungere la massima precisione sarà in generale conveniente confrontare grandezze di valore non troppo differente. Come conseguenza di ciò risulta più conveniente assumere per esempio come campione di lunghezza il metro anzichè il meridiano terrestre. Perciò si è abbandonata la definizione di metro come quarantamilionesima parte del meridiano, ed oggi per metro si intende la lunghezza del campione di Parigi, indipendentemente dal riferimento al meridiano.

Rileviamo esplicitamente che sulla precisione della misura influisce il valore del campione, ma non il valore dell'unità. Questa può essere in un rapporto qualsiasi prefissato con il campione, ed è evidente che il variare di questo rapporto non fa che modificare proporzionalmente il numero che esprime la misura, senza influire sulla precisione della stessa.

Tratteremo ora della precisione nella misura delle grandezze dipendenti. Nell'ambito di quel certo sistema di unità nel quale la grandezza viene riguardata come dipendente, la misura può venire eseguita indirettamente o direttamente. Intendiamo per *misure indirette* quelle nelle quali la grandezza che interessa viene determinata in funzione delle unità base mediante una serie di operazioni susseguentisi. Per esempio: rapportamento della corrente elettrica (da misurare) con una quantità di elettricità (valendosi della formula fondamentale $Q = i\,t$ mediante un procedimento elettrochimico di deposizione dell'argento su un elettrodo); rapportamento della quantità di elettricità con permettività lunghezza e forza (valendosi della formula fondamentale $f = q_1\, q_2/\varepsilon\, r^2$, mediante una bilancia di torsione); rapportamento della forza all'accelerazione e alla massa ($f = m\,a$); rapportamento dell'accelerazione alla lunghezza e al tempo ($a = d\,l/d\,t^2$). Quando eseguiamo una ordinaria misura di corrente con un amperometro, ed esprimiamo questa corrente in unità C G S e. s. dobbiamo valerci di una serie simile di esperienze eseguite.

Per *misure dirette* intendiamo invece quelle nelle quali una unica esperienza serve a mettere in collegamento diretto la grandezza da misurare con le grandezze base, per mezzo di una formula derivata dalle formule fondamentali del sistema. Per esempio la misura dell'area di un cerchio, in base alla misura del diametro e alla formula $a = \pi\, d^2$ è una misura diretta.

Abbiamo formulato questa distinzione anche per precisare il significato della locuzione *misure assolute*. Le misure assolute non sono misure dirette nel senso precedente, ma misure nelle quali il carattere di dirette si riferisce esclusivamente ad una unità base (permettività o permeabilità del vuoto).

La precisione con la quale si riesce a misurare la grandezza dipendente è funzione dunque della natura di questi metodi diretti ed indiretti, della precisione di misura della grandezza base, e del valore della grandezza da misurare. Non ha influenza invece il valore dell'unità dipendente, valore che risulta determinato teoricamente attraverso le formule di definizione.

Vediamo ora a quali conseguenze porta l'applicazione dei criteri precedenti ai casi della meccanica e dell'elettromagnetismo. Ritenuta come stabilita la convenienza di assumere nella meccanica tre grandezze fondamentali (ved. par. 4) e precisamente: lunghezza, tempo e forza, rimangono da fissare tre grandezze base per il sistema di unità. Due delle precedenti, e precisamente la lunghezza e il tempo soddisfano molto bene alle condizioni di grandezza base, in quanto i campioni che si possono ottenere presentano in massimo grado i requisiti di costanza, esattezza e riproducibilità, e i metodi sperimentali che legano le grandezze precedenti a quelle dipendenti permettono anche una ottima approssimazione di misura. Per quanto riguarda la forza invece è facile vedere che essa, come grandezza base, è meno conveniente della massa. Infatti per ottenere il campione di forza, il mezzo che si presenta come più pratico, conveniente e preciso è fornito dall'attrazione terrestre. Si potrebbe definire come campione di forza, la forza che si esercita su un corpo stabilito; però, siccome questo effetto è diverso da luogo a luogo, occorrerebbe anche stabilire il luogo dove questo campione deve intendersi, anzi, poichè anche nel tempo si potrebbero produrre delle variazioni, sembrerebbe a prima vista conveniente stabilire senz'altro un valore dell'accelerazione di gravità e assumere il campione come segue: forza che si esercita sul corpo scelto in un luogo dove l'accelerazione di gravità

---

[60] A. SELLERIO: op. cit., pag. 23.

[61] L. LABOCCETTA: (La similitudine meccanica di Galileo e la relatività dello spazio. - Elettr., 1932, pag. 605, 606) avrebbe dato alcune definizioni assolute di unità, definizioni le quali cioè permetterebbero di rintracciare per esempio il valore del metro anche se tutte le dimensioni lineari dell'universo variassero contemporaneamente in un rapporto costante. Effettivamente le definizioni date sono tutte legate a certe proprietà della materia, e noi non sappiamo come potrebbero variare queste proprietà se avvenisse una variazione universale delle grandezze (comprese ivi le distanze fra molecole, atomi, elettroni, ecc.). Nessuna definizione assoluta è possibile allo stato attuale delle nostre conoscenze (vedere Ing. V. CAMIZ: Sulla similitudine meccanica. - Elettr., 1933, 25 giugno, pag. 420).

[62] J. WALLOT: op. cit., pag. 23.

ha un determinato valore. Il Wallot ([63]) dice che « il piccolo calcolo necessario se nel luogo della misura l'accelerazione di gravità non ha il valore prescritto, è della stessa importanza come per esempio la variazione di temperatura del metro campione ». Questo può essere vero; però, mentre per il metro campione la questione della temperatura non è eliminabile in nessun modo, nel caso della forza si può eliminare questa fonte di imprecisione assumendo come campione non la forza, ma la massa. Siamo dunque perfettamente d'accordo con l'autore di cui sopra e con altri ([64]) per affermare che quando si dice che il chilogrammo-forza non può essere un campione preciso perchè la forza di gravità varia da luogo a luogo, si commette una imprecisione. Per noi però questa imprecisione si riferisce solo al fatto che tale frase si potrebbe intendere nel senso che il campione varierebbe proporzionalmente alla gravità (ed anzi è sicuro che molti autori la riferiscono proprio con questo significato) mentre effettivamente l'imprecisione del campione è assai più limitata, ed in ogni caso tale da non interessare che le misure della più estrema precisione. In linea di principio però ciò è sufficiente per stabilire che le tre grandezze della meccanica devono essere: la lunghezza, il tempo e la massa.

Nel caso dell'elettromagnetismo abbiamo visto che occorrono quattro grandezze fondamentali. Alcuni autori, non distinguendo fra grandezze base e fondamentali, propongono come fondamentali e base dell'elettromagnetismo due grandezze meccaniche (lunghezza e tempo) e due grandezze puramente elettriche come sarebbe quantità di elettricità e flusso magnetico ([65]) oppure resistenza e corrente elettrica ([66]) e giustificano tale scelta con ragioni che, se mai, possono valere solo per le grandezze fondamentali. E' chiaro che non converrà mai assumere come grandezza base una grandezza la cui misura è relativamente poco approssimata, come il flusso magnetico, anche se si potesse realizzare un conveniente campione. Ma bisogna constatare che nessuna grandezza puramente elettromagnetica si presta meglio delle tre meccaniche; esse devono perciò rimanere anche nel campo dell'elettromagnetismo, e non resta quindi che da aggiungere un altro campione. Come grandezze atte a fornirlo possono venire discusse specialmente le seguenti:

1° - Permettività-campione: permettività del vuoto;

2° - Permeabilità-campione: permeabilità del vuoto;

3° - Equivalente elettrochimico-campione: equivalente elettrochimico dell'argento ([67]).

4° - Forza elettromotrice-campione: forza elettromotrice dell'elemento Weston.

5° - Resistività-campione: resistività del mercurio a zero Cent. ([68]).

In base a quanto detto prima, trattandosi principalmente di vedere quale di questi cinque campioni sia più perfettamente individuato, allo stato attuale della tecnica delle misure, si possono senza altro escludere le prime due. Le misure di resistenza possono, a quanto pare, essere fatte in casi speciali perfino con l'approssimazione di 1 su 1 milione, e i vari campioni mercuriali dell'Ohm realizzati dai più attrezzati laboratori differiscono fra loro di qualche centomillesimo (e la stessa approssimazione si ha quindi nella determinazione delle resistività del mercurio). Le misure di tensione e gli elementi campione pare che arrivino anche loro a questo ordine di approssimazione. Un po' minore invece sarebbe l'approssimazione nelle determinazioni dell'equivalente elettrochimico (dell'Ampère) col voltametro. La scelta dunque sembrerebbe che per il momento dovesse circoscriversi alle ultime due, e una parola definitiva non può essere portata che da ulteriori dati sperimentali ([69]).

Passiamo ora ad esaminare il problema b_2), e cioè la scelta del valore delle unità. Abbiamo già detto che questo valore non influisce sulla precisione di misura. Come direttiva generale, e per ragioni di semplicità, conviene scegliere per l'unità base il valore del campione, e per le unità dipendenti converrà che il sistema fornisca dei valori possibilmente materializzabili con un campione. Però queste esigenze non possono essere riguardate come principali, anzi vengono certamente in secondo ordine, e quando speciali ragioni lo consigliano, sia le unità base che quelle derivate possono benissimo, come abbiamo già detto, essere multipli o sottomultipli dei rispettivi campioni (vedere per es. il caso del centimetro nel sistema C G S) senza che con questo nascano inconvenienti.

Il criterio che ordinariamente predomina nella scelta dei valori delle unità è quello di rendere le espressioni numeriche il più comode possibile per l'enunciazione, la scrittura e il calcolo. Anche questo criterio, tuttavia, non può essere considerato con rigore. Per quasi tutte le grandezze, nel complesso dello scibile, interessa un campo così vasto di variazione che qualsiasi unità convenzionale non può nella pratica, servire per tutto il campo. Non è conveniente usare la stessa unità per misurare la distanza dalla terra al sole, e la lunghezza d'onda dei raggi X; il tempo di un periodo geologico e il ritardo della scarica in uno spinterometro. Nella pratica si adoperano il chilometro e il micron; l'anno e il microsecondo. Il chilometro e il micron fanno parte di uno stesso sistema che si chiama sistema metrico decimale perchè ha come unità principale il metro e come criterio di deduzione delle unità secondarie il criterio decimale, il quale, corrispondendo alla legge usata nella numerazione, realizza varii vantaggi di semplicità. L'anno e il microsecondo fanno parte di un sistema che non segue il criterio decimale: il principio di avere varie unità fra loro in rapporti semplici non è qui rispettato e d'altronde il rapporto fra il giorno e l'anno è determinato da esigenze in relazione con le leggi naturali. Nella pratica dunque, a meno di non voler creare un numero esorbitante di sistemi di unità, è necessario adattarsi all'uso delle unità secondarie e perciò il valore dell'unità principale perde buona parte della sua importanza; è un male irreparabile anche se questo valore è così fuori comune, che l'unità principale diventa una semplice entità rimento della quale non si fa uso che in determinate occasioni (applicazione delle formule fondamentali). L'importante è che l'uso delle unità secondarie sia reso in ogni campo facile e naturale come lo è nel campo della meccanica in grazia del sistema decimale, dei prefissi moltiplicatori e divisori che facilitano enormemente la parte mnemonica, e dell'uso frequente delle espressioni composte nella indicazione delle unità. (Chilogrammi per centimetro, Volt secondo, ecc.).

Per quello che riguarda i prefissi è da notare che, s[illegible]io in relazione con il sistema di unità, se ne possono introdurre, oltre a quelli in uso, anche altri per fattori di moltiplicazione fuori del campo 10^6 — 10^{-6}. Il Blondel ha proposto i prefissi *iper* o *per* al posto di 10^{15}, *nea* o *ana* al posto di 10^9, *cato* o *cata* al posto di 10^{-9} ed anche *sub* o *octi* al posto di 10^{-8} ([70]). Gli stessi fondatori del sistema C G S, del resto, avevano proposto ([71]) di indicare l'esponente della potenza di 10 che serve di multiplo, mediante un numero cardinale messo dopo se l'esponente è positivo, e mediante un numero ordinale messo prima se l'esponente è negativo. Così grammonove vorrebbe dire 10^9 grammi, novesimogrammo 10^{-9} grammi, ecc.

([63]) J. Wallot: op. cit., pag. 23.

([64]) G. Szarvady: Unités électriques, pag. 74. - Dunod, 1919.

([65]) P. Kalantaroff: Le equazioni di dimensione delle grandezze elettriche e magnetiche. - R. G. E., 1929, 16 febbraio, pag. 235. - M. E. Bodea: Un sistema di unità pratiche dotato di quattro dimensioni fondamentali. Riassunto nella R. G. E., 1932, 23 luglio, pag. 113.

([66]) A. Blondel: Paragone tra i sistemi pratici di unità elettromagnetiche. - R. G. E., 1931, 23 maggio, pag. 814.

([67]) L'equivalente elettrochimico è una grandezza definita come rapporto fra il peso di un elemento e una quantità di elettricità. Analogamente al caso dell'ohm, l'equivalente elettrochimico dell'argento è il vero campione che si assume quando si definisce il campione della quantità di elettricità come quella che produce la deposizione di quel dato peso di argento, oppure quando si definisce l'Ampere internazionale.

([68]) Come abbiamo già rilevato, se l'ohm campione viene definito in funzione delle sue dimensioni geometriche, si prende effettivamente come campione non l'ohm, ma la resistività del mercurio. Se invece si ritenesse più opportuno fissare non una definizione, ma un campione vero (o una serie di campioni) dell'ohm, da considerarsi invariabili, allora naturalmente alla resistività (grandezza locale) andrebbe sostituita la resistenza (grandezza integrale). Questa questione non potrebbe venire risolta che da opportune esperienze di laboratorio.

([69]) Sembra che ultimamente sia stata esaminata anche la possibilità di assumere un campione di induttanza, ma non abbiamo notizie precise su questo argomento. Circa gli ultimi risultati nelle misure sui campioni, vedere: M. Romanowsky: I primi lavori dell'Ufficio Int. di Pesi e Misure nel campo delle unità elettriche, R. G. E., 1934, 16 febbraio, pag. 171; M. Picard e A. Stampa: Bull. Soc. Franc. El., 1934, gennaio, pag. 73. Notiamo che il Guillaume aveva già fatto osservare nel 1893 che le misure di allora permettevano di confrontare le resistenze coll'approssimazione di 1/100.000, e che era evidentemente molto più logico esprimere i risultati in ohm, piuttosto che in unità elettromagnetiche di resistenza, il cui valore non era conosciuto che con l'approssimazione di 1/10.000. (Guillaume: Unités et Etalons, 1893, pag. 47. Vedere Baillehache: Unités Electriques. - Dunod, 1909, pag. IX).

([70]) Il Blondel è però favorevole a creare prefissi solo per potenze di 10 con esponenti multipli di 3. Vedere: Sulle unità magnetiche. - R. G. E., 1930, 11 ottobre, pag. 556; L'henry e le altre unità magnetiche pratiche. - R. G. E., 1930, 27 dicembre, pag. 1035. Paragone fra sistemi di unità elettromagnetiche. - R. G. E., 1931, 16 maggio, pag. 774.

([71]) Primo rapporto del Comitato per la scelta e la nomenclatura delle unità meccaniche ed elettriche (1874). Vedere: Everett: op. cit., pag. 190.

Per quello che riguarda i nomi composti, (cioè quei nomi come ad esempio « metri al secondo » per la velocità) osserviamo che essi realmente si prestano assai bene, non solo per facilitare l'adozione di unità secondarie anche in quei casi nei quali non vi è l'uso dei prefissi, ma anche per evitare l'introduzione di un numero eccessivo di nomi speciali, i quali finiscono col conseguire unicamente un inutile sovraccarico mnemonico. Su questa questione dei nomi composti c'è stato recentemente fra il Brylinski e il Blondel una scambio di vedute che vogliamo qui riassumere brevemente. Il primo si esprime come segue ([72]) : « Il processo è sempre lo stesso : denominazione delle unità fondamentali ,e definizione delle unità derivate per mezzo di unità composte, fintanto che non si fa sentire il bisogno di dare a certune dei nomi semplici. Questo perchè effettivamente le unità composte presentano un grave inconveniente quando vengono ad essere di impiego frequente. La loro stessa lunghezza incita chi le impiega ad abbreviarle, prima nel linguaggio, poi nella scrittura, senza inquietarsi degli errori d'impiego ch'essi commettono, e delle confusioni che creano ». E cita come esempio quello del chilogrammo usato come unità di pressione senza specificare l'unità di superficie. « Così, aggiunge, si è dato fin dall'inizio un nome speciale alla unità di forza, quantunque essa potesse essere espressa nel sistema metrico originale, ammettendo che il grammo vi rappresentasse la unità di massa : grammo metro per secondo per secondo ». Invece il Blondel è favorevole ai nomi composti : «.... non sembra, egli dice, ci si renda sufficientemente conto di come è prefaosa per le applicazioni, l'agilità delle unità usuali contenenti la zinità di lunghezza.... L'esempio più chiaro di questa agilità è quello delle unità usuali di gradiente di potenziale, che sono, per i tubi a raggi X il Chilovolt per centimetro, e per le antenne riceventi di telegrafia senza fili il microvolt per metro, unità 10^{11} volte più piccola » ([73]). Del resto, aggiungiamo noi, la pratica dimostra che per grandezze di uso comunissimo come la velocità, la densità, ecc. non si è sentita finora la necessità di un nome semplice, e questo fatto ci sembra decisivo in merito alla questione dei nomi composti. Naturalmente nessuno pretende di adottare comunemente dei trami composti come quello citato dal Brylinski per la forza. Il nome anche sto si deve ritenere in generale conveniente quando si tratta di mente dae un riferimento semplice, e specialmente quando l'unità di dezze basto è una unità metrica (lunghezza, superficie, volume) od anche una unità di tempo o di massa (Amp/cm^2; Watt/Kg, ecc.).

Come conclusioni principali del presente paragrafo stabiliremo i seguenti punti :

1°) Un sistema che serva per tutto il campo di variazione di tutte le grandezze non è realizzabile.

2°) Un « *Sistema unico* » principale dovrebbe essere scelto in base alle considerazioni precedentemente svolte ([74]).

Alle unità del sistema unico dovrebbero essere riallacciate tutte le unità usuali di oggi, sotto forma di unità in rapporto decimale con le prime, e possibilmente anche tutti i sistemi pratici di oggi, come sistemi formati da un certo numero di unità usuali per le quali le formule fondamentali possono essere applicate senza risalire alle unità del Sistema Unico.

In relazione con ciò si potrebbero chiamare :

Unità accessorie : quelle (principali o secondarie) che non appartengono al Sistema Unico.

Sistemi accessori ; quelli formati con unità accessorie.

4°) Nella scelta del Sistema Unico l'importante è, in primo luogo, che vengano rispettati i principii fondamentali per la scelta dei campioni, e, in secondo luogo, che il valore delle unità sia scelto in modo da rendere per quanto possibile limitato il numero delle unità accessorie e specialmente il numero dei sistemi accessori, facendo rientrare le unità di uso attualmente più diffuso nel Sistema Unico.

5°) In relazione con questa ultima esigenza è indispensabile che il Sistema Unico contenga come unità quelle ormai consacrate dall'uso scientifico, tecnico e pratico, e precisamente, per quello che riguarda l'elettromagnetismo le otto seguenti : Joule, Watt, Coulomb, Ampere, Ohm, Volt, Farad, Henry ([75]).

9. - Sistemi in uso e proposti.

Qual'è la situazione attuale in fatto di sistemi di unità? Oggi abbiamo in uso : un sistema che secondo la nomenclatura precedente tende ad avere le funzioni di Sistema Unico e che è il sistema C G S della meccanica con le sue estensioni nell'elettromagnetismo (sistema C G S e. m.), nella termologia, ecc. ; alcuni sistemi particolari come M K S (metro, chilogrammo forza, secondo) e il M T S (metro, tonnellata, secondo) per la meccanica, il C G S e. s., il sistema internazionale, il sistema così detto pratico per le unità elettriche (non magnetiche) ; oltre a varii altri sistemi ed unità staccate che vengono usate in certi campi anche più limitati dei precedenti, e in certe categorie speciali di studi. Questa situazione non ci rende soddisfatti per moltissime ragioni, fra le quali ci sembrano più importanti le seguenti :

1°) Non è esplicitamente stabilito quale sia il Sistema Unico al quale riallacciare tutte le unità in uso.

2°) Mentre nel campo della meccanica il sistema C G S, pur dando luogo per talune grandezze ad unità assai piccole, si potrebbe considerare, da ogni punto di vista, soddisfacente anche come Sistema Unico, nel campo dell'elettromagnetismo l'esistenza contemporanea dei due sistemi C G S, e sopratutto il fatto che essi sono fondati sopra unità base che non rispondono ai criteri precedentemente fissati, rende tali sistemi inadatti alle funzioni di Sistema Unico.

3°) I sistemi C G S, come sono stati (e sono ancora) molte volte interpretati, non mettono in giusta luce, al di fuori della meccanica, l'esistenza delle altre unità base, le quali, nascoste o palesi, esistono in ogni caso ([76]).

4°) I sistemi C G S non comprendono le unità usuali di molte grandezze, ed il passaggio fra le unità usuali e quelle dei sistemi C G S avviene per mezzo di coefficienti che praticamente non si possono ritenere a memoria, molto più che non sono in uso i nomi delle unità formate con i corrispondenti prefissi.

5°) Il sistema (metro, chilogrammo-forza, secondo) che viene usato praticamente in molti calcoli meccanici, è irrazionale perchè fondato sopra una unità, il chilogrammo-forza, che, come abbiamo dimostrato, non è la più conveniente.

6°) Il sistema (metro, chilogrammo-forza, secondo) non può essere riallacciato al Sistema Unico finchè il chilogrammo rimane come campione base di massa.

7°) Il sistema internazionale fondato sui campioni di Ohm e di Ampere, risulta completamente indipendente dal sistema C G S e. m. che ha come campione base la permeabilità del vuoto. I rapporti fra le unità C G S e le unità internazionali sarebbero anche in avvenire necessariamente variabili, in relazione con la precisione delle misure.

8°) Alcuni, in luogo del sistema internazionale parlano del sistema Q E S come se fosse la stessa cosa. Il sistema Q E S sarebbe un sistema fondato sulla unità di lunghezza (quadrante terrestre = 10^7 metri) di massa (10^{-11} grammi) di tempo (1 sec.) e di permeabilità (permeabilità del vuoto) ([77]). In questo sistema l'Ohm e l'Ampere sono unità dipendenti, e i campioni internazionali devono venire considerati come campioni rappresentativi, e non come campioni base. Questi cosidetti Ohm e Ampere, come tutte le unità di questo sistema

---

([72]) Brylinski : Sui sistemi di unità. - R. G. E., 1931, 7 febbraio, pag. 209. Notiamo che la locuzione di unità composte usata dal Brylinski non è propria. E' meglio parlare di nomi composti.

([73]) A. Blondel : L'henry e le altre unità magnetiche pratiche. - R. G. E., 1930, 27 dicembre, pag. 1033.

([74]) Assumiamo qui questo nome di sistema unico perchè il nome di sistema principale creerebbe confusioni con i significati di unità principali e secondarie stabiliti al paragr. 5, e perchè non vogliamo usare il nome sistema assoluto per le ragioni che spiegheremo nel prossimo paragrafo.

([75]) La conferenza dell'Unione Internazionale di Fisica, tenuta il 9 luglio 1932 a Parigi, ha accettato le seguenti proposizioni :

1°) Ogni sistema di unità raccomandabile deve comprendere le otto unità pratiche internazionali : joule, watt, ecc.

2°) Il sistema C G S è consigliabile per i fisici.

3°) Un sistema di unità pratiche che includa le otto unità precedenti, può essere derivato dallo stesso moltiplicando le unità C G S per appropriate potenze di 10.

([76]) Non solo si può essere dell'opinione di G. L. Straneo nel ritenere che il riconoscimento delle dimensioni fisiche alle costanti dell'etere non è un principio in opposizione con quelli che informano i sistemi C G S (Elettr., 1933, 5 luglio, pag. 446) ma si può affermare senz'altro che i sistemi C G S sono sempre stati fondati nel campo del l'elettromagnetismo su quattro campioni base, anche in quelle sistemazioni sulle quali tale fatto veniva esplicitamente negato. Dunque esistono solo i due sistemi C G S che l'Ing. Kha (Elettr., 1933, 25 luglio, pag. 493) chiama C G S μ e C G S ϵ, ed esistono inoltre delle descrizioni errate di questi sistemi : sono quelle alle quali il Kha si riferisce accennando ai due sistemi originali a tre unità fondamentali.

([77]) Le iniziali Q E S significherebbero Q = quadrante, E = eleventh (undicesimo), E = secondo. - (R. G. E., 1930, 11 ottobre, pagina 555).

sono in rapporto fisso (decimale o no) con quelle C G S e. m., ma non in relazione fissa con le unità internazionali.

9°) Il sistema Q E S non può essere accettato come Sistema Unico, sia perchè le unità di molte grandezze meccaniche, ed anche quelle di molte grandezze elettromagnetiche (specialmente quelle riferite ad unità geometriche), sono assolutamente fuori dell'ordine di grandezza usuale ([78]), sia sopratutto perchè presenta l'inconveniente già rilevato nel sistema C G S e. m., di assumere come campione la permeabilità del vuoto.

10°) Il sistema M T S adottato in Francia nel 1919 per le unità meccaniche e termiche è sorto in base alla necessità che la densità dell'acqua sia eguale ad 1, e su questo principio richiamiamo quanto abbiamo detto al paragrafo 7. Questo sistema conduce, è vero, ad unità di forza, lavoro, potenza, di conveniente valore, ma per ottenere questo comincia col partire da una unità di massa che, come la tonnellata, non si può certo dire molto comoda per l'uso corrente. Questo sistema del resto, non ha mai varcato i confini della Repubblica.

Non pretendiamo con ciò di avere esposto tutti gli inconvenienti dell'attuale situazione, ma come si vede, ce n'è già abbastanza. Non è facile spiegare come si sia giunti a questo stato di cose. L'impostazione poco chiara dei sistemi C G S è dovuta al fatto che, quando essi furono adottati, non era stata ancora messa in luce la questione della 4ª fondamentale. La esistenza del sistema (metro-chilogrammo forza-secondo) sembra dovuta alla confusione sorta più di un secolo fa fra massa e peso del chilogrammo. Il chilogrammo è stato originariamente creato, senza dubbio, come unità di massa ([79]), ma poi, dato che allora i concetti di massa e peso non erano così universalmente distinti, come lo sono oggi, alcuni avrebbero cominciato a parlare di peso o di forza, e si sarebbe così creato il nuovo sistema.

L'origine dei sistemi internazionali e Q E S è una conseguenza delle decisioni prese al Congresso Internazionale degli Elettricisti del 1881. Questo Congresso ratificava in modo definitivo le unità, dette pratiche, di Ohm = 10^9 unità C G S, Volt = 10^8 unità C G S, Ampere, Coulomb e Farad (in funzione delle precedenti). Inoltre stabiliva che l'unità di resistenza (Ohm) sarebbe stata rappresentata da una colonna di mercurio di 1 mm² di sezione, alla temperatura di zero cent., e demandava ad una Commissione internazionale l'incarico di stabilire la lunghezza di questa colonna. Nel 1882 questa Commissione decideva che « quando i risultati delle diverse ricerche presenteranno una concordanza con l'approssimazione di 1/1000, converrà arrestarsi a questa approssimazione per fissare il valore del campione pratico di resistenza » ([80]). La colonna di mercurio che doveva essere semplicemente una « rappresentazione » diventava a poco a poco il campione indipendente. L'evoluzione fu completa nel 1884 in occasione del nuovo Congresso internazionale di Parigi, nel quale veniva definito l'« Ohm legale » rappresentato dalla resistenza di una colonna di mercurio di 1 mm² di sezione e di 106 cm di lunghezza, e il Sistema internazionale venne poi completamente fissato con le assunzioni dei campioni di Ohm e di Ampere nel Congresso di Chicago del 1893, nel quale ultimo però si ritorna a far riferimento all'unità C G S. Per conto nostro l'errore principale commesso in questi congressi fu quello di creare dei campioni che agli effetti pratici dovevano essere dei campioni base, senza mettere in evidenza (anzi probabilmente senza supporre) che in tal modo si veniva a creare un sistema che non poteva più essere riferito al C G S. Se era sentita la necessità di basare il sistema di unità non sul campione permeabilità del vuoto, ma su campioni più concreti e più facilmente confrontabili con le grandezze elettriche usuali, si doveva esplicitamente dichiarare questo fatto, esplicitamente cambiare i campioni base.

Nel 1881 sarebbe stato commesso anche un altro errore ([81]): quello di adottare una unità di corrente uguale al decimo della unità C G S e. m. Probabilmente questo è stato fatto perchè in quei tempi non si poteva prevedere il futuro, e non si voleva cambiare l'unità già entrata nell'uso; abbiamo qui un primo esempio delle dannose conseguenze che può avere il criterio di cedere agli usi esistenti, invece che studiare e seguire quello che è dettato dalla ragione. I fondatori del sistema internazionale non avevano pensato a fondare un sistema di unità per tutto il campo dell'elettromagnetismo, nè, tanto meno, per tutta la fisica; si erano preoccupati unicamente delle cinque unità di resistenza tensione corrente carica e capacità. Il Maxwell, tuttavia, aveva rilevato che le unità internazionali potevano (approssimativamente, diciamo così) essere considerate come unità di un sistema fondato sulle unità base 10^9 cm, 10^{-11} gr, 1 sec (egli trascurava la permeabilità del vuoto), ed è nato così il sistema Q E S. Dal fatto che questo sistema aveva come unità di corrente 10^{-1} unità C G S e. m., sono scaturiti tutti quei coefficienti 10^8 e 10^7 che costituiscono, come dice il Blondel ([82]), lo scandalo dell'elettrotecnica. Se si fosse tenuto l'Ampere eguale all'unità C G S e. m., sarebbe comparso il solo coefficiente 10^9 (o 10^{-9}), e sarebbe stata di molto facilitata l'adozione del sistema C G S come Sistema Unico.

Certo è che «.... se si trovava che le unità C G S erano troppo piccole, si poteva evitare di creare (o per lo meno di ratificare) dei nomi indipendenti per le unità pratiche utilizzando dei prefissi moltiplicatori sufficienti » ([83]) dopo avere dato dei nomi alle unità C G S, molto più che gli stessi fondatori del sistema C G S avevano ben visto che varie unità risultavano non convenienti per l'uso pratico, ed avevano anche indicato, come abbiamo già detto, un sistema di prefissi e suffissi atto a superare le difficoltà.

I Congressi successivi a quelli del 1893 non hanno fatto che proseguire sulla strada ormai tracciata adottando altri nomi man mano che le necessità dell'elettrotecnica si andavano allargando. E ciò è avvenuto fino a quel congresso di Stoccolma del 1930 che ha sollevato tante critiche. In questo congresso sono state fra le altre prese due decisioni basate su criteri nuovi, delle quali vogliamo brevemente parlare.

La prima è quella relativa al pramaxwell, e più precisamente all'adozione del prefisso *pra* aggiunto al nome dell'unità C G S per indicare la corrispondente unità del sistema Q E S. A parte la maggiore o minore opportunità di dare un nome ad una unità magnetica Q E S il cui valore non è certo il più conveniente ([84]), questa decisione introduce un primo esempio di prefisso senza significato moltiplicatore, esempio che, togliendosi dai principii di nomenclatura stabiliti dai fondatori del sistema C G S ([85]) non farebbe che complicare maggiormente, se seguito, questo campo già troppo disordinato. Al *pra* (pratico) potrebbe seguire magari l'*ab* (assoluto) ([86]), il *nè*, ed altre divertenti combinazioni.

Vi è poi un'altra questione: secondo il Brylinski che fu uno dei più autorevoli fautori del pra, non vi potrebbe essere luogo a dubbi nella scelta dei coefficienti relativi al pramaxwell, pragilbert e pragauss ([87]) ma il Kennelly, per esempio, è di parere diverso, e dice esplicitamente: «.... ci potrebbero essere almeno due valori possibili per il pragilbert, e sei valori possibili per il pragauss » ([88]). Non ci voleva molto di più per concludere che era meglio attendere di chiarire un po' questo argomento prima di prendere delle decisioni. Infatti nell'ottobre del 1933 la Sezione B del Com. Studi N. 1 della C.E.I. è ritornata sulle decisioni di Stoccolma, per raccomandare il nome di Weber, lasciando però la facoltà di impiegare il prefisso pra a quelli che, per una ragione qualsiasi, hanno il desiderio di continuare a servirsene.

La seconda delle decisioni che ci interessa è quella relativa al « Var » adottato come unità di potenza reattiva. A questo riguardo

---

([78]) Nessuno infatti ha mai fatto una proposta di questo genere.

([79]) Ch. Ed. Guillaume: Sul sistema di unità M T S. - R. G. E., 1928, 3 marzo, pag. 399.

([80]) Baillehache: Unités Electriques, pag. 115. - Dunod, 1909.

([81]) Questa parola non intende minimamente diminuire l'opera altamente pregevole dei Comitati Internazionali e delle persone che vi hanno preso parte. Oggi si può giudicare che esso fu un errore, allora era probabilmente impossibile fare diversamente.

([82]) A. Blondel: Sulle unità magnetiche. - R. G. E., 1930, 11 ottobre, pag. 556.

([83]) A. Blondel: Paragone fra i sistemi di unità elettromagnetiche. - R. G. E., 1931, 16 maggio, pag. 774.

([84]) P. Janet: (A proposito della questione delle unità magnetiche. - R. G. E., 1930, 14 giugno, pag. 933) dice: « Noi non crediamo che il bisogno di questa unità si faccia sentire in modo urgente; il megamaxwell è perfettamente sufficiente per esprimere i flussi delle più grosse macchine attualmente in uso. Se è vero che la unità C G S di flusso è troppo piccola, l'unità del sistema pratico sarebbe troppo grande: ammettiamo un istante che le si dia, come propone il Van der Wall, il nome di Weber: si sarà obbligati nella pratica ad impiegare dei centiweber, che non presenta alcun vantaggio sul megamaxwell attuale ».

([85]) A. Blondel: Sulle unità magnetiche. - R. G. E., 1930, 11 ottobre, pag. 556.

([86]) L'*ab* appare in vari lavori fra i quali, per esempio, nella già citata tabella del Kennelly (J. A. I. E.E., gennaio 1930, pag. 20) nella tabella del Blondel sul sistema C G S universalizzato (R. G. E., 1931, 16 maggio, pag. 775).

([87]) Osservazioni di M. E. Brylinski sulle decisioni della C. E. I. sulle unità magnetiche. - R. G. E., 1930, 8 novembre, pag. 724.

([88]) Kennelly: Unità e definizioni adottate dall'assemblea plenaria della C. E. I. tenuta in Scandinavia nel 1930. - R. G. E., 1930, 8 novembre, pag. 719.

([89]) A. E. Kennelly: R. G. E., 1934, 3 marzo, pag. 268.

ci accontenteremo di trascrivere alcune parole del Wallot [90]: « E' stato proposto di distinguere i fattori quantitativi di segmenti aventi diverse direzioni, o, per citare un esempio molto discusso in elettricità, distinguere tra i fattori quantitativi della potenza effettiva e della potenza apparente (reattiva); questo significa un misconoscere il concetto fondamentale della teoria delle dimensioni ».

Da quanto precede appare chiaramente che la causa principale della situazione attuale va ricercata nel fatto che sono stati affrontati (non solo nei lavori delle Commissioni, ma anche dai singoli) i problemi particolari, senza prima mettere bene in chiaro i principii fondamentali. Questo si rivela in ogni argomento, nei modi di dire, nella nomenclatura, ecc. E' curiosissimo per esempio il caso dell'aggettivo « assoluto » col quale viene universalmente qualificato il sistema C G S, aggettivo che, come il lettore noterà, noi abbiamo volutamente omesso dalla precedente trattazione [91]. Non riporteremo qui tutte le definizioni che differiscono l'una dall'altra, magari per piccole sfumature; in sostanza vi sono tre interpretazioni principali:

1°) Si dice sistema assoluto un sistema nel quale le unità dipendenti sono legate al numero minimo di unità base, mediante formule che contengono il minimo di coefficienti arbitrari. Abbiamo visto al par. 4 che il numero di tre fondamentali per la meccanica non è il minimo possibile, e quanto ad eliminare i coefficienti arbitrari basta pensare alla questione della razionalizzazione, per vedere che con questa definizione si potrebbe, per esempio, discutere se è più assoluto il sistema C G S o uno razionalizzato. Questa definizione è troppo imprecisa [92].

2°) Si dice sistema assoluto quello per il quale la permeabilità del vuoto (oppure la permettività del vuoto) è eguale a 1. Questa definizione è precisa [93]. E' strano però che non si segua anche per la quarta unità base lo stesso criterio che si segue per le altre tre: se si chiama un sistema con (centimetro, grammo, secondo) perchè queste tre grandezze vengono assunte come unità base, non vediamo per quale ragione non si dovrebbe chiamare (centimetro, grammo, secondo, permeabilità del vuoto) il sistema nel quale queste quattro grandezze sono le unità base, e si ricorra invece al termine assoluto che non ha un significato evidente. Questa interpretazione della locuzione « sistema assoluto » è certamente in relazione con l'altra di « misura assoluta », la quale è stata specialmente usata per indicare quelle misure di grandezze elettriche che vengono eseguite direttamente in base alla misura di grandezze meccaniche, valendosi delle formule fondamentali dell'elettromagnetismo, e dando un valore numerico stabilito (uno) alla permeabilità o alla permettività del vuoto (ved. par. 8).

3°) Si dice sistema assoluto quello per il quale viene assunta come grandezza base la massa in luogo della forza, perchè la massa del kg è costante, mentre la forza di gravità sul kg è variabile. Questa spiegazione non l'abbiamo trovata che in due casi: riteniamo che sia fuori dell'uso comune.

In conclusione crediamo che l'abolizione della parola « assoluto » riferita ai sistemi di misura contribuirebbe insieme con tutta l'altra sistemazione della nomenclatura che si impone, ad evitare malintesi.

Quasi come contrapposto a sistema assoluto viene ordinariamente intesa la locuzione « sistema pratico ». Sistema pratico, per quanto riguarda la meccanica, si chiama quello basato sul Chilogrammo forza. Nell'elettrotecnica il nome di sistema pratico viene ordinariamente dato al sistema internazionale e al sistema Q E S, ma anche ad altri sistemi proposti in sostituzione dei precedenti e del C G S. Nel linguaggio comune poi si fa spesso uso della parola « pratiche » per indicare unità che pur non appartenendo a nessun sistema, sono di uso generale, come ad esempio l'Amp/mmq, il microohm-cm, il Watt/kg, l'Ampèrora, il Chilowattora, ecc. [94].

Ma lasciamo stare il passato, e le eredità che esso ci ha lasciato, e cerchiamo invece di vedere che cosa si possa fare per migliorare la situazione. Esclusa a priori l'assunzione del sistema Q E S o del sistema C G S e. s. come sistema unico, le vie che sembrano più percorribili sono due:

1°) Confermare come Sistema Unico il C G S e. m. opportunamente modificato per renderlo consono ai principi fondamentali esposti, ed eliminare con il tempo e con la pazienza gli altri sistemi in uso che non possono essere riallacciati per via decimale al precedente [95]. La principale modifica che dovrebbe essere apportata al sistema C G S e. m. sarebbe quella di assumere come ulteriore campione, nel campo dell'elettromagnetismo, quella grandezza che verrà ritenuta più conveniente in base ai criteri del paragrafo precedente; per esempio la resistività del mercurio, fissando che l'unità di resistività del sistema unico dovrà essere eguale a x volte la resistività del mercurio. Il numero x sarà l'inverso del numero che rappresenta oggi nel sistema internazionale la resistività del mercurio in Ohm · cm, moltiplicato per 10^9 ($x = 10^{-3}/94{,}076$ circa).

Il nuovo sistema avrebbe tutte le unità del sistema C G S attuale, solo leggermente modificate in seguito alla nota differenza fra l'Ohm internazionale e le 10^9 unità C G S attuali. Anche la permeabilità del vuoto risulterebbe dunque misurata con un numero leggermente diverso da uno, e questo sarebbe vantaggioso per rammentare che essa verrebbe ad essere una grandezza fisica per nulla diversa da tutte quelle altre che vengono misurate in base ai campioni fissati. L'attuale sistema internazionale dovrebbe restare come sistema accessorio accanto al sistema unico. Resterebbe quindi l'inconveniente dal punto di vista pratico dei continui passaggi fra sistema internazionale e sistema unico mediante incomodi coefficienti. Per attenuare almeno in parte questo inconveniente converrebbe adottare dei prefissi moltiplicatori come quelli indicati al paragrafo precedente, abolendo i nomi diversi per diverse unità della stessa grandezza. Così per esempio per le unità energetiche si dovrebbe scegliere fra i nomi di erg e di joule sostituendo o l'erg con il settimo-joule o il joule con l'erg-sette. Forse sarebbe meglio sopprimere entrambi questi nomi e chiamare l'unità del Sistema Unico con settimo-Watt-secondo. Risulterebbe così assai più facile rammentare il rapporto fra queste unità e quella usuale di chilowattora.

La soluzione che abbiamo così brevemente esposto e sulla quale non ci dilunghiamo, si ricollega a quella del sistema C G S universalizzato del Blondel [96]; però quest'ultimo, per quanto riguarda la sostanza mantiene come campione la permeabilità del vuoto, e per quanto riguarda la forma introduce quei coefficienti di ab, per i quali lo stesso Blondel non sembra avere molto simpatia.

E' chiaro che questa soluzione non rappresenta l'ideale e sarebbe un compromesso per accontentare coloro che non vogliono staccarsi dal sistema C G S.

2°) L'altra via è quella di creare un nuovo sistema basato su unità indipendenti meccaniche ed elettriche diverse da quelle del sistema C G S e studiate in modo da comprendere il mag-

---

(90) J. WALLOT: op. cit., pag. 12.

(91) Già nel 1915 il Prof. ASCOLI (Sulle grandezze elettromagnetiche, - Elettr., 1915, 25 novembre, pag. 731) rilevava che « il nome di sistema assoluto di unità è usato spesso in senso limitato ed improprio per indicare uno dei sistemi che prendono come grandezze fondamentali arbitrarie la massa, la lunghezza e il tempo, anzi spesso si restringe il significato di sistema assoluto ai soli sistemi che per unità fondamentali di massa, lunghezza e tempo, scelgono il grammo, il centimetro, e il secondo. Invece la locuzione unità assoluta è stata introdotta nella scienza semplicemente in contrapposto della locuzione unità arbitraria, perciò sistema assoluto si deve intendere sistema di unità derivate nel quale, in base alle relazioni che esprimono le leggi fisiche, e senza alcuna ipotesi o relazione arbitraria, il numero delle unità arbitrarie si riduce al minimo possibile ».

(92) E' stata usata in questo senso la parola « coerente » e per contrapposto sono state chiamate « ibride » quelle unità derivate che si ottengono combinando insieme unità non appartenenti allo stesso sistema (unità ibrida sarebbe l'Ohm-cm), e ibridi quei sistemi nei quali « si adotta una unità di lunghezza appropriata grazie alla scelta arbitraria delle unità di permeabilità » (?).

(93) Perde però la sua precisione se si dice che il sistema C G S « ... presenta il vantaggio della coerenza e di un doppio carattere assoluto: la densità teorica dell'acqua e la permeabilità del vuoto sono uguali ad 1 ». (BLONDEL: Paragone fra i sistemi pratici di unità elettromagnetiche. - R. G. E., 1932, 16 maggio, pag. 772).

(94) Questa osservazione è del JANET. (A proposito della questione delle unità magnetiche. - R. G. E., 1930, 14 giugno, pag. 933). Il Blondel parlando delle unità che abbiamo citate nel testo, dice: « Sono queste delle extrapolazioni necessarie del sistema pratico, ed ogni critica di queste soluzioni non può avere che un carattere puramente accademico e sterile ». (Sulle unità magnetiche. - R. G. E., 1930, 11 ottobre, pag. 556).

(95) Fra i sistemi che dovrebbero essere aboliti in ogni caso (anche nel caso 2° di cui in appresso) vi è il sistema (metro, chilogrammo forza, secondo). Riconosciamo che sarebbe assai difficile, ma crediamo che in un tempo più o meno lungo non dovrebbe essere impossibile, molto più oggi che si va diffondendo nel mondo quello spirito di disciplina del quale noi italiani siamo orgogliosamente i fondatori. Solo nel caso che venisse riconosciuto ineffettuabile questa abolizione noi possiamo associarci alla proposta del Correggiari di assegnare un nome (Gal) all'unità di massa nel sistema di cui sopra. (L'unità di massa nel sistema pratico. - Elettr., 1931, 5 marzo, pag. 152).

(96) A. BLONDEL: Paragone fra i sistemi pratici di unità elettromagnetiche. - R. G. E., 1931, 16 maggio, pag. 774.

gior numero possibile di unità usuali. Su questa via crediamo non sia possibile trovare una soluzione più brillante di quella già presentata dal Giorgi nel 1901 ([97]). Infatti il sistema M K S Ω va oggi affermandosi, e mentre la sezione americana dell'Unione Internazionale delle scienze fisiche pure ed applicate nel congresso di Chicago del giugno 1933 concludeva che «... per sviluppare un sistema pratico assoluto completo.... è preferibile prendere in considerazione il sistema *M K S Ω*», il Comitato internazionale della nomenclatura riunito nell'ottobre 1933 a Parigi invitava «.... i comitati nazionali ad esprimere il loro punto di vista sull'estensione della serie esistente di unità pratiche utilizzate in elettrotecnica, per farne un sistema coerente completo avente come unità fondamentali di lunghezza, di massa e di tempo, il metro, il chilogrammo e il secondo, e come quarta unità, sia quella della resistenza definita come uguale a 10^9 unità e. m. C G S, sia il valore corrispondente della permeabilità magnetica dello spazio libero» ([98]). Ma qui fa nuovamente capolino un riferimento alla unità C G S, riferimento che contrasta con uno dei principi fondamentali del sistema Giorgi. Del resto non è il caso di farsi sorverchie illusioni sulla penetrazione di questi principi: è dello stesso ottobre 1933 il voto della Conferenza generale dei Pesi e Misure con il quale si «.... sanziona il principio della sostituzione del sistema assoluto di unità elettriche al sistema internazionale» ([99]).

Anche con il sistema Giorgi non si può certo sperare di eliminare le unità accessorie. La sezione di un filo verrà sempre misurata in mmq e conseguentemente la densità di corrente espressa in Amp/mmq; ma le unità accessorie verrebbero certamente, con tale sistema, fortemente ridotte, più che con qualsiasi altro.

Del resto tutti gli altri sistemi dei quali siamo venuti a conoscenza, in base a quello che abbiamo concluso nei paragrafi precedenti, dovrebbero essere scartati a priori. Per dire dei più noti: il sistema C G S S (centimetro, grammo sette, secondo) di Dellinger e Bennett che è basato su una unità di massa assolutamente sconveniente; il sistema M T S V del Brylinski che dà luogo a numerose unità di grandezza poco adatte ai calcoli usuali, non aventi come quelle C G S l'autorità dell'età, nè, come quelle del sistema internazionale, l'autorità dell'uso; il sistema O A S C (Ohm, Amp. secondo, centimetro) del Blondel, con due unità base elettriche ([100]); e così il sistema C P D S (centimetro, pergrammo, decacoulomb, secondo) e il D (secondo, metro, coulomb, weber), ecc.

Evitiamo di fare di tutte queste proposte una critica diffusa che ci porterebbe ad allungare ulteriormente questa già lunga trattazione senza aggiungere nulla di sostanzialmente nuovo a ciò che abbiamo detto. Concluderemo constatando ancora una volta che, purtroppo, lo stato attuale della scienza e della tecnica, in questa questione delle unità di misura, è altamente deplorevole. E' indispensabile e urgente porvi rimedio, ma formuliamo l'augurio che prima di proseguire a prendere decisioni su particolari argomenti e sul nome da dare a questa o quella unità, le Commissioni nazionali ed internazionali sentano la necessità di promuovere un accordo sulle questioni fondamentali, di stabilire una nomenclatura dei concetti fondamentali, di fissare la necessità di un Sistema Unico valevole per tutto il campo delle nostre conoscenze, senza escludere la utilità di sistemi accessori, di scegliere e il sistema delle formule fondamentali, e quello dei campioni base. Solo così sarà possibile raggiungere quell'ordine che è da tutti desiderato.

Sesto S. Giovanni, aprile 1934-XII
Laboratorio di Ricerche E. Marelli e C.

([97]) Atti A. E. I., 1901, 1902, 1903.

([98]) A. E. Kennelly: Nota sulle decisioni adottate dalla Sezione B per le grandezze e unità elettriche e magnetiche del Comitato di Studi N. 1 della Nomenclatura (Parigi, 5-6 ottobre 1933). - R. G. E., 3 marzo 1934, pag. 267.

([99]) R. G. E., 28 ottobre 1933, pag. 546. E' da notare, come ha osservato il Bottani, che questa sostituzione comporterebbe una nuova taratura di tutti i campioni secondari, di tutte le cassette di precisione di resistenza, capacità, ecc., diffuse nei laboratori di tutto il mondo.

([100]) Il Blondel, del resto, non mette bene in evidenza quali siano realmente le unità da lui considerate come indipendenti.

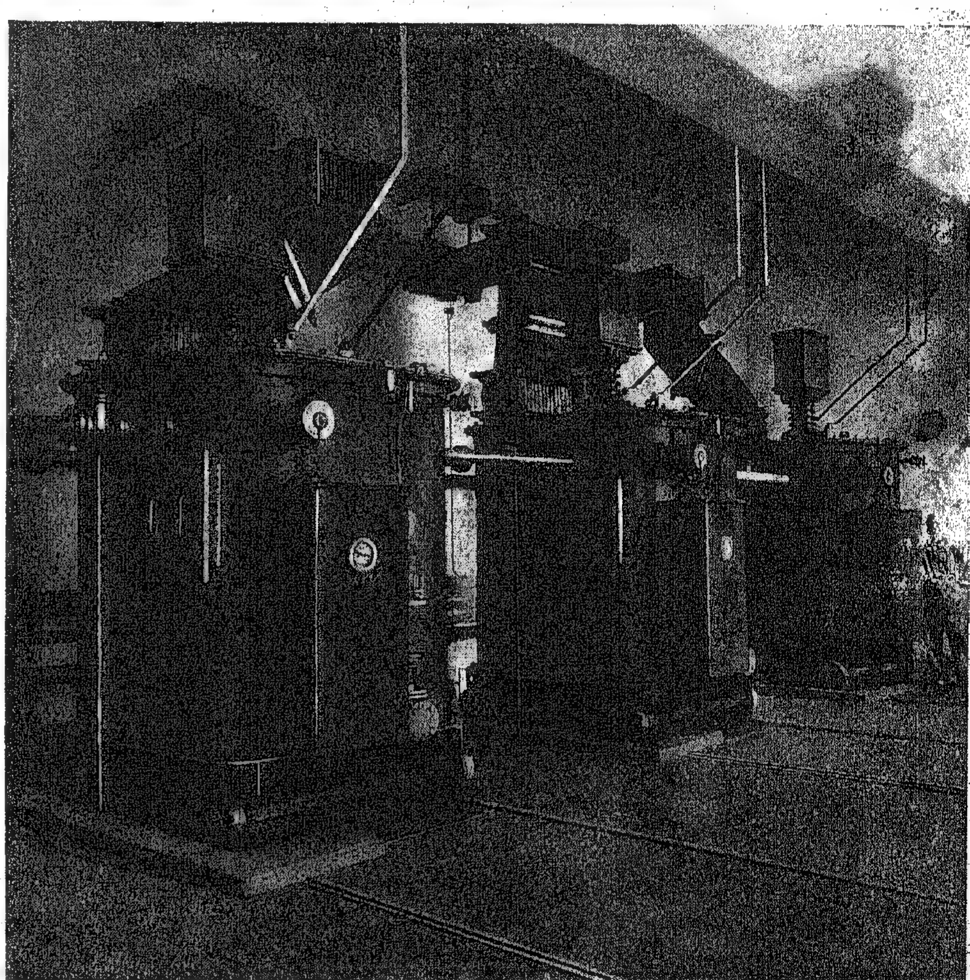
NOTIZIE E INFORMAZIONI

Gruppo di tre trasformatori monofasi da forno da 9000 kVA con variazione di tensione sotto carico a comando automatico. — La Compagnia Generale di Elettricità ha costruito per le Acciaierie e Ferriere Lombarde Falck di Milano un gruppo di tre trasformatori monofasi da forno da 3000 kVA ciascuno.

L'alimentazione di questi trasformatori avviene a 13.000 volt, 42 per/sec, mentre la tensione secondaria può variare tra 87 e 40 volt in 20 gradini commutabili sotto carico, per una corrente secondaria costante massima di 34.450 ampere.

Non essendo possibile commutare direttamente una corrente di tale intensità, la regolazione è stata riportata sul primario, che viene alimentato a tensione variabile per mezzo di uno speciale autotrasformatore sul quale, a sua volta, è situata l'apparecchiatura per la variazione di rapporto. Le due unità sono contenute in un'unica cassa che sostiene pure l'apparecchiatura.

I commutatori sono situati nell'interno della cassa stessa dei trasformatori e vengono comandati a motore, dall'esterno, per mezzo di



Gruppo di tre trasformatori monofasi da forno da 3000 kVA ciascuno con regolazione automatica della tensione sotto carico.

una speciale trasmissione. Gli interruttori, del tipo in olio, sono comandati opportunamente dai commutatori per mezzo di un albero che attraversa degli speciali isolatori a tenuta stagna. Questi isolatori, che si vedono chiaramente in figura sul coperchio delle macchine, sostengono gli interruttori stessi e ne separano l'olio da quello della cassa principale del trasformatore.

I trasformatori sono del tipo a circolazione forzata d'olio in un refrigerante esterno ad acqua: un unico refrigerante provvede al raffreddamento delle tre unità.

Oltre al comando a mano ed al comando a motore, effettuabile anche a distanza, questo speciale gruppo è stato anche munito di un comando automatico a relais ampermetrici tale da mantenere costante la corrente nel forno al valore prestabilito variando opportunamente la tensione al variare della resistenza del circuito del forno.

Per mezzo di un apposito regolatore il valore di detta corrente può essere opportunamente variato e fissato fra i limiti di 16.500 e 34.540 ampere.

Parte di questa apparecchiatura è contenuta, insieme col motore e con gli altri meccanismi di comando, nella cassa situata lateralmente al cassone del trasformatore principale, come appare pure dalla figura, e parte è riportata al quadro, insieme con un indicatore di posizione, su apposito pannello.

✻

La unificazione delle locomotive elettriche a corrente continua a 3000 V. — Da un articolo pubblicato dall'Ing. Bianchi sulla Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane (1934, n. 4, 5, 6) desumiamo alcune notizie informative circa l'importante lavoro compiuto dai tecnici delle FF. SS. per unificare le locomotive elettriche a corrente continua usate sulle ferrovie dello Stato.

Si è eseguita anzitutto una indagine delle esigenze di servizio delle

Nella tabella che segue sono state riassunte le caratteristiche principali dei quattro tipi di locomotori unificati, dei quali i gruppi E 626, E 326, E 428 sono già in servizio mentre per il gruppo E 424 i progetti sono già completi in tutti i dettagli.

Le figure che riportiamo dànno un'idea generale delle principali dimensioni e della disposizione adottata nei vari tipi.

I dati riportati nella Tabella a pagina seguente hanno costituito il punto di partenza per lo studio di unificazione delle varie parti della apparecchiatura elettrica e meccanica.

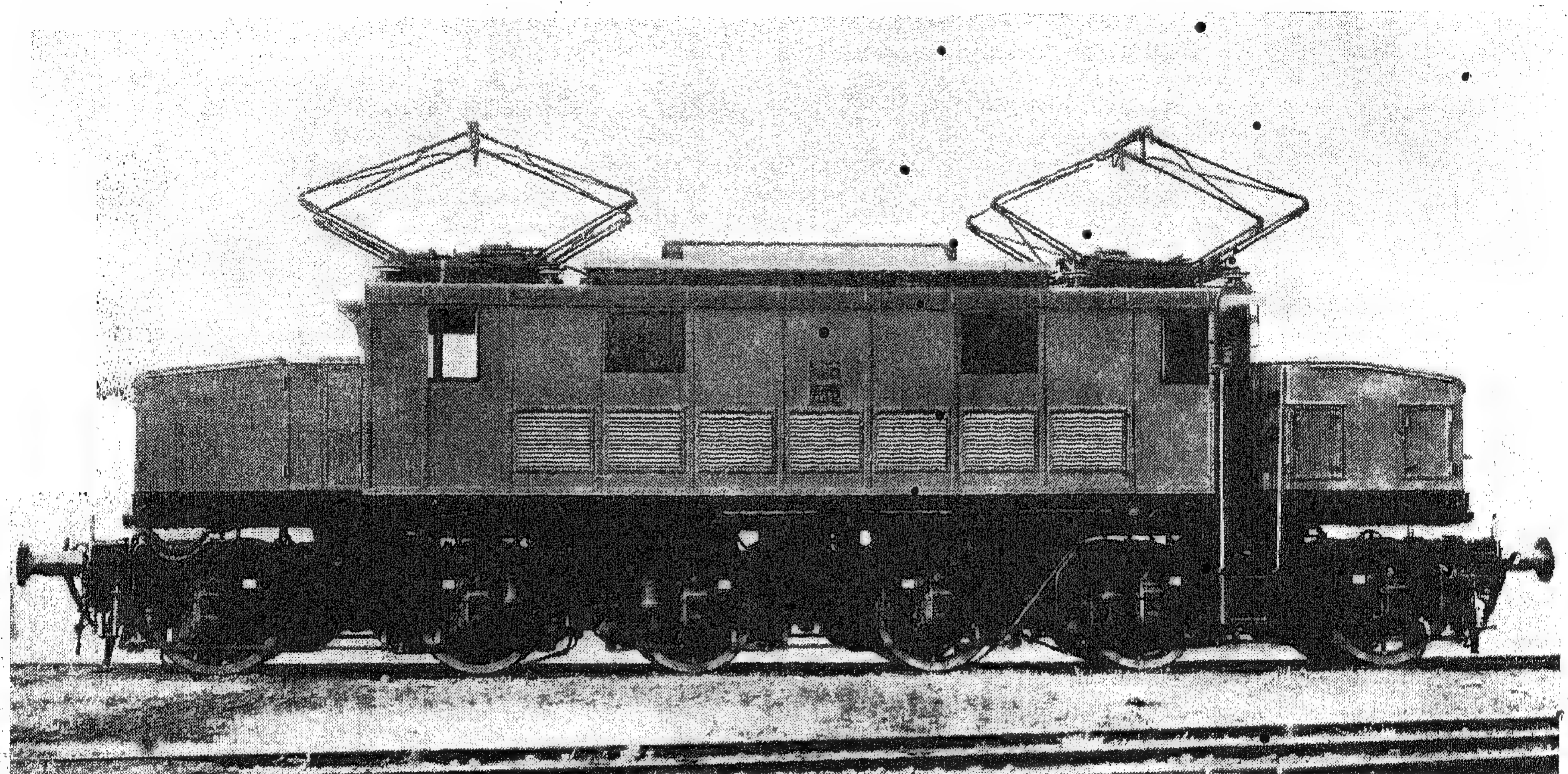


Fig. 1. — Locomotiva E 626.

linee elettrificate o da elettrificare, per riconoscere quali tipi di locomotive potevano essere più adatti a soddisfare tali esigenze.

Questa indagine presenta molte incertezze, dato che attualmente si nota un sensibile cambiamento di indirizzo nei criteri di esercizio ferroviario che fa prevedere tendenze prossime quasi diametralmente opposte a quelle di qualche anno fa.

In mancanza di direttive e tendenze chiaramente determinate, il progettista ha tenuto conto che, se da una parte la composizione e percorrenza dei treni che si hanno attualmente non varieranno sensibilmente per vari anni ancora (fino a che il materiale esistente sarà in servizio), pur tuttavia era necessario lasciare la possibilità di poter seguire in futuro, con lievi trasformazioni alle locomotive, le tendenze che oggi appaiono all'orizzonte.

E' apparsa anzitutto opportuno utilizzare al massimo la possibilità che offre la corrente continua di poter ottenere da una stessa locomotiva una scala di velocità molto ampia in modo da potere effettuare treni lenti e pesanti o rapidi e leggeri.

Assunto in 18 tonnellate lo sforzo massimo realizzabile al gancio di trazione, in 16 tonnellate il peso per asse, l'adozione di sei assi motori ne è stata una conseguenza immediata.

La velocità corrispondente allo sforzo massimo orario è stata assunta di 40 km/ora. La potenza oraria al gancio risulta quindi di 200 kW circa.

La velocità massima raggiungibile con locomotive aventi motori a sospensione tipo tram è, per esperienza comune, ammessa di circa 90 km/ora.

In queste condizioni adottando un opportuno rapporto di ingranaggi è possibile ottenere con la stessa potenza di 2000 kW su linee pianeggianti uno sforzo orario al gancio di 8000 kg.

Appare quindi possibile con uno stesso tipo di locomotiva avente sei assi motori e un peso per asse non superiore a 16 tonn coprire le più diverse esigenze di un servizio merci e viaggiatori.

I locomotori gruppo E 626, che rispondono appunto a queste diverse esigenze, hanno servito di punto di partenza allo studio degli altri locomotori aventi in comune con i 626 tutte le parti della apparecchiatura elettrica e sono previsti o per servizi più leggeri (gruppo E 424) o per velocità più elevata dei 90 km/ora (E 326, E 428).

La unificazione delle varie parti ha reso possibile di poter disporre di quattro assortiti tipi di locomotive che permettono di coprire così esattamente, senza deficienza nè spreco di mezzi di trazione, le varie esigenze di servizio, senza che risultino aumentate nè la complica-

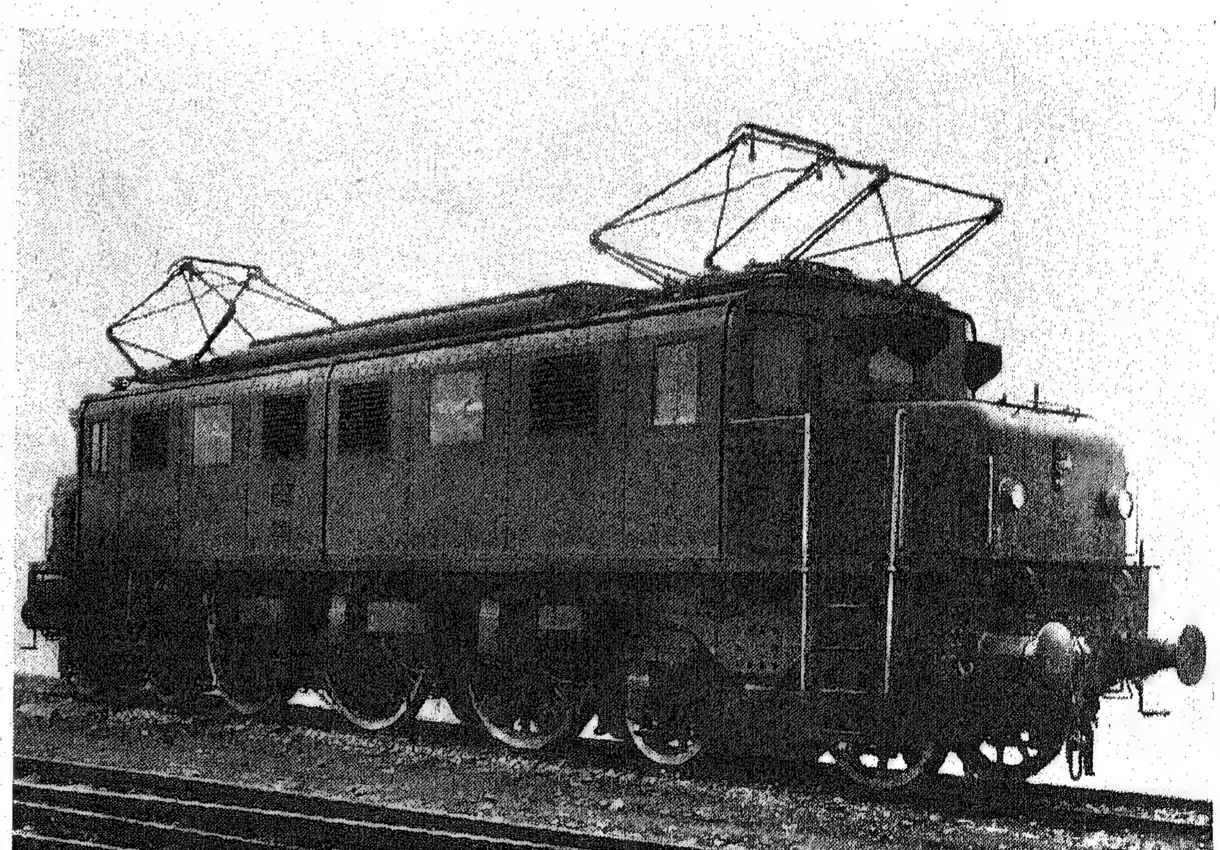


Fig. 2. — Locomotiva E 326.

zione delle officine di riparazione nè le spese di manutenzione. Si è completato anche lo studio di due tipi di automotrici a 3000 volt destinati a servizi rapidi su linee a traffico intenso o su linee di diramazione. E' evidente che tra tutti i mezzi recentemente escogitati per effettuare treni rapidi e leggeri, quando esistano impianti di elettrificazione il più idoneo ed economico è certo quello delle automotrici elettriche. Va tenuto conto specialmente della possibilità presentata dalla corrente continua di estendere la elettrificazione a linee di diramazione da una principale con la sola spesa della linea di contatto per un raggio di oltre 25 km.

	E. 424	E. 626	E. 326	E. 428
Peso per asse motore	18 t.	16 t.	19.5 t.	18,7 t.
Peso totale	72 t.	96 t.	112 t.	128 t.
Peso aderente	72 t.	96 t.	58,5 t.	74,8 t.
Potenza orar. in kW e num. dei motori	350×4 / 1400	350×6 / 2100	350×6 / 2100	350×8 / 2800
Potenza continua in kW	315×4 / 1260	315×6 / 1890	315×6 / 1890	316×8 / 2520
Velocità massima in relazione al rodiggio o alla forza centrifuga ammissibile negli indotti dei motori Km/ora	90	90	150	150
Velocità caratteristica corrispondente alla potenza oraria Km/ora	40-90	40-90	80-90	80-90
Sforzo orario corrispondente ai cerchioni Kg.	12500-5600	19000-8500	9600-8600	12800-11400
Diametro delle ruote motrici	1250	1250	1880	1880
Rapporto di trasmissione adottabile mass. e minimo	$\frac{77}{20} \div \frac{67}{30}$	$\frac{77}{20} \div \frac{67}{30}$	$\frac{104}{28} \div \frac{98}{34}$	$\frac{104}{28} \div \frac{98}{34}$

I dati principali delle automotrici a controllo multiplo che insieme a rimorchi permettono di comporre treni di oltre 600 tonn, sono i seguenti:

Peso per asse	15 t
Peso totale	60 t
Potenza continua e numero di motori	kW 150 × 4 = 600
Velocità massima in relazione alla forza centrifuga ammissibile negli indotti	90-120
Velocità caratteristica	75-85
Sforzo corrispondente ai cerchioni	2900-2500
Rapporto di ingranaggi minimo e massimo adottabili	25/59 27/57

Un altro tipo di treno leggero automotore per velocità sino a 160 km/ora avente eguale equipaggiamento elettrico è stato recentemente messo allo studio.

Ad una unificazione di tipi di locomotive elettriche nel senso e con la estensione a cui si accenna più avanti, nessuno fino ad ora è mai arrivato; e quanto è stato fatto da noi in questo campo ha destato l'interesse di altri Paesi, tanto che è stata ventilata la proposta di assumere il complesso lavoro di unificazione da noi eseguito come base per una più larga unificazione internazionale del materiale di trazione.

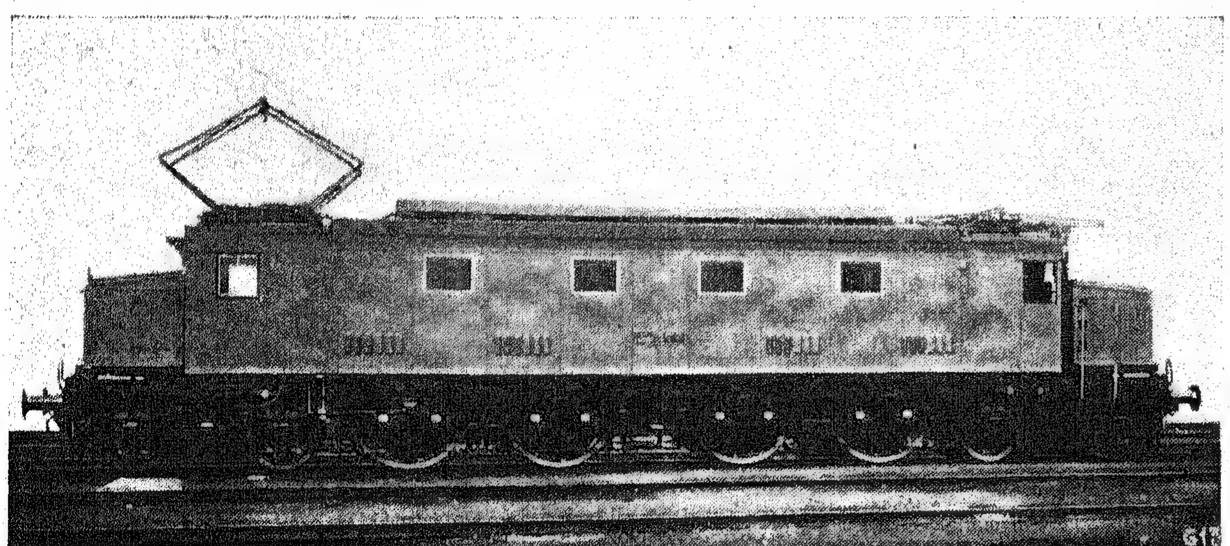


Fig. 3. — Locomotiva E 428.

Lo studio per la unificazione delle locomotive a 3000 volt intrapreso nel 1925 è stato accompagnato da una serie di numerose esperienze su alcune locomotive costruite a scopo di studio e dalla raccolta sistematica di risultati di esercizio su altre locomotive consimili. Questi studi hanno portato, non solo a perfezionare gli apparecchi delle locomotive sperimentali, ma sopratutto a eliminare molte parti della apparecchiatura elettrica da prima ritenute necessarie poi dimostratesi al lume della esperienza inutilmente complicate o superflue.

In secondo luogo è da notare che la unificazione a cui si è arrivati, sebbene sia stata spinta a tutte le parti e ai minimi dettagli, non preclude in alcun modo la adozione futura di apparecchi più perfezionati per i quali è solo richiesta la conservazione di alcune quote fondamentali per assicurarne la facile messa in opera in luogo degli apparecchi preesistenti, quote che derivano nella maggioranza dei casi direttamente o indirettamente da due elementi invariabili: lo scartamento dei binari e le dimensioni della sagoma.

I risultati forniti nelle indentiche condizioni di servizio e presso gli stessi depositi, dalle locomotive di tipo unificato dall'inizio della loro entrata in servizio, agosto 1931, al 30 settembre 1933, sono stati i seguenti:

Chilometri percorsi	3.079.145
Ore di operaio per ogni 1000 km di percorso	0,11
Chiamate di riserva totale	34
Chiamate di riserva ogni 100.000 km di persorso	1,1

Questi risultati nettamente favorevoli sono dovuti:

a) Alla maggiore semplicità e robustezza della apparecchiatura elettrica delle locomotive unificate.

b) Alla maggiore possibilità che ha il personale di macchina e di deposito di conoscere le modalità di condotta e riparazione della apparecchiatura delle nuove locomotive, identica in tutti i tipi.

*

La Conferenza internazionale delle grandi reti ad alta tensione terrà la sua ottava Sessione dal 6 al 15 del prossimo giugno, come sempre a Parigi. Non è certo necessario rammentare ai nostri lettori le benemerenze di questo organismo internazionale che conta ormai sedici anni di vita, ed è quindi il più antico, dopo la Commissione Elettrotecnica Internazionale che alla Conferenza ha accordato il suo patronato. Basterà ricordare che le sette precedenti sessioni hanno segnato un continuo crescendo sia per il numero di partecipanti che da 231 nel 1921 salirono a 751 nel 1933, sia per il numero dei lavori presentati.

Vogliamo augurarsi che la partecipazione italiana possa essere anche quest'anno larga e fattiva. Per quanto concerne la presentazione di memorie ricordiamo che il termine ultimo scade il 24 corrente. Per informazioni, inserzioni, ecc. rivolgersi al *Comitato Elettrotecnico Italiano* (Via S. Paolo, 10 - Milano), a cui, come noto, il Consiglio Nazionale delle Ricerche ha affidato le funzioni di Comitato Nazionale Italiano della Conferenza.

NOTE LEGALI

Giurisprudenza sul tema di energia elettrica.

Esercizio arbitrario delle proprie ragioni.

« Non costituisce esercizio arbitrario delle proprie ragioni il fatto del fornitore di energia elettrica di tagliare i fili trasmissori a chi rifiuta di pagare il prezzo dell'energia consumata, qualora nel contratto sia stata pattuita la facoltà di sospendere la fornitura senza necessità di giudizio in caso di mancato pagamento dei canoni (art. 51 e 392 c. p.). Nè ha rilevanza in contrario il fatto che il taglio si sia effettuato sui fili di proprietà del fornitore, ma situati nella casa dell'utente e quindi in di lui possesso ».

(Cassazione pen. 28-4-1933 - Mon. Trib., 1933, p. 477).

Nuova concessione.

« In base all'art. 34 R. D. 9 ottobre 1919, numero 1261, gli utenti preesistenti ad una concessione e le cui utenze siano soppresse all'attuazione della nuova concessione, quando ricevano dal nuovo concessionario la energia elettrica in luogo di quella che essi producevano, ai sensi dell'art. 34 citato sono tenuti a pagare al nuovo concessionario il canone che pagavano allo Stato o alla provincia o al Comune: però qualora nel contratto fra il nuovo e i vecchi concessionari, diretto a regolare la fornitura dell'energia, si stabilisca che la energia elettrica in sostituzione della forza idraulica soppressa debba fornirsi a titolo gratuito e libera da qualsiasi aggravio, il canone non è più dovuto al nuovo concessionario se con testimoni si prova che con tale clausola intendevasi esonerare l'ex utente dal canone ».

(Corte di Cassaz. 27-11-1933 - Rep. Foro Ital., 1933, c. 429-B).

Risarcimento da parte dell'utente.

« Non ha valore la clausola in contratto di fornitura di energia elettrica che vincola l'utente in caso di cessazione della industria al risarcimento dei danni ed al pagamento del venticinque per cento per tutta la durata del contratto ».

(Corte Appello Milano 27-10-1932 - Rep. Foro Ital., 1933, c. 430-D).

« E' nulla perchè mancante di causa la clausola contrattuale per la quale l'utente di fornitura di energia elettrica dovrà pagare l'intero canone fisso (nella misura precedentemente stabilita) corrispondente alla massima potenza divenuta impegnativa fino alla scadenza contrattuale, anche se, per qualsiasi motivo, diminuisse i suoi prelievi di potenza o cessasse dall'utilizzarla prima di tale scadenza.

« Quindi l'utente, il quale abbia cessato di servirsi della forza elettrica rimane esonerato, oltrechè dal pagamento dei minimi come sopra garantiti anche dalla corresponsione del fitto dei noli e degli apparecchi di controllo: salvo soltanto al fornitore l'azione di risarcimento dei danni per l'anticipata risoluzione del contratto ».

(Trib. Casale 11-1-1933 - Rep. Foro Ital., 1933, c. 430-E).

Truffa.

« Costituisce truffa, e non furto aggravato per l'uso di mezzi fraudolenti, l'alterazione preventiva o posteriore al consumo, che l'utente di una fornitura di energia elettrica, compia sull'apparecchio di misurazione, perchè l'energia è a lui contrattualmente concessa senza limitazione e l'alterazione della misurazione ha lo scopo di trarre in inganno il fornitore sul reale consumo e d'indurlo a chiedere un prezzo inferiore.

« La differenza tra l'artifizio o raggiro o mezzo fraudolento di cui al n. 2 dell'art. 625 cod. pen. consiste in ciò che col primo si tende ad ingannare una persona, col secondo si tende al possesso della cosa col rimuovere senza violenza gli ostacoli frapposti ».

(Trib. penale Salerno 18-11-1933 - Foro Ital. 1934, P. II, c. 348).

F. L.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

A. FIORE. — *Elementi del velivolo.* (Roma - G. Bardi, 1934. — Un volume di cm 20×28, di 209 pagine con 380 figure. — Prezzo L. 38).

L'A., Generale del Genio Aeronautico, ha raccolto in queste pagine la descrizione degli organi principali che costituiscono un moderno velivolo. In successivi capitoli sono passati in rassegna la velatura principale e quella secondaria, le fusoliere e gli scafi, i dispositivi per la partenza e per l'arrivo dei velivoli, il gruppo moto propulsore coi servizi annessi. Di tutti gli organi è data una descrizione dettagliata della struttura generale e dei singoli elementi che li costituiscono, nonchè del loro montaggio e sistemazione a bordo.

Ogni impostazione di calcolo esula del piano del libro il quale, inteso a dare una sufficiente conoscenza della struttura di un aeroplano moderno, raggiunge bene lo scopo.

La veste tipografica è ottima.

*

G. GRETZINGER. — *Manuel de l'électricité dans l'automobile* (Parigi - J. B. Baillière, 1932. — Un volume di cm 10×15 di 295 pagine con 170 figure).

Si tratta di un manualetto destinato ai meccanici e ai montatori automobilistici scritto per diretti scopi pratici e senza pretese scientifiche.

Tenendo presente lo scopo e l'impostazione del libro si può anche non allarmarsi eccessivamente se in qualche parte non è conservata tutta l'esattezza e la precisione desiderabile nelle espressioni e nelle definizioni.

Il libro è essenzialmente descrittivo e dà una idea abbastanza completa dei servizi elettrici a bordo delle automobili, che vanno acquistando sempre maggiore importanza. I meccanici e i conducenti vi troveranno una guida per la manutenzione degli impianti addetti a tali servizi, alla ricerca e alla eliminazione dei guasti.

Il volumetto è corredato da molte figure e da parecchi schemi di impianto.

*

G. S. BERKELEY. — *Traffic and Trunking principles in Automatic Telephony.* (Londra, Ernest Benn 1934. - Un volume di 241 pagine con 64 figure, legato in tela. - Prezzo 10 scellini e 6 pence).

Il libro si propone di raccogliere i fondamenti di una teoria del traffico per lo studio delle reti telefoniche urbane, e di conseguenza di dare un indirizzo per il progetto delle stesse e degli organi necessari alla commutazione automatica.

Valendosi dell'enorme messe di dati statistici accumulati dal Post Office Britannico, l'A. ricava alcune formule di carattere generale e ne mostra l'applicazione al caso pratico. Particolarmente interessante a questo proposito è un lungo esempio numerico per il progetto di una centrale automatica. L'A. si riferisce nelle applicazioni ai vari sistemi in uso in Inghilterra, secondo le prescrizioni del P. O., dei quali dà una breve descrizione.

Alcune idee generali sulla disposizione interna delle centrali e sul modo di portare i conduttori agli organi di commutazione servono a far conoscere al lettore quali siano le norme correnti nella Gran Bretagna. È però nostra impressione che talvolta la parte descrittiva sia fin troppo succinta.

Per la determinazione del numero e per lo studio della distribuzione degli organi di commutazione, la teoria elaborata parte dalla premessa che il traffico imposto dagli abbonati chiamanti sia del tutto fortuito e, in prima ipotesi, che tutte le linee di raccordo per occupare i successivi organi di commutazione siano a disposizione del chiamante.

Altra ipotesi fondamentale presa a base dall'A. è quella dell'« equilibrio statistico ». Secondo questa ipotesi si suppone che nel medesimo intervallo di tempo durante l'ora di massimo traffico, rimanga costante il numero globale delle comunicazioni, ossia — quando si tratti di un numero abbastanza grande di abbonati — tante iniziano, quante terminano. Si può allora dedurne un valore medio di durata di comunicazione.

Se il numero delle linee a disposizione è inferiore al richiesto e se ogni abbonato chiamante non può raggiungere tutte le linee, un certo numero di chiamate resta inevaso. La percentuale del traffico inevaso rappresenta il « grado del servizio ».

Su questi cardini poggia il calcolo del numero delle linee e degli organi necessari, e ancora ne deriva lo studio della loro distribuzione, sia per la commutazione diretta (ritrasmissione identica delle cifre combinate col disco dall'abbonato) quanto indiretta (registrazione delle cifre combinate e trasmissione di comandi direzionali).

Importanti tabelle numeriche riportate nelle appendici possono essere di utilità generale, poichè le premesse sono indipendenti dal sistema scelto per la commutazione automatica, esclusi i sistemi così detti « a macchina ». Così pure di utilità generale è il capitolo riguardante le misure sul traffico, su prescrizioni del P. O., alcune delle quali tuttavia sono assai laboriose e di difficile interpretazione.

Nell'ultimo capitolo infine sono riportati alcuni problemi e alcune formule semi-empiriche intorno al traffico. Bisogna però riconoscere che, se queste non sono semplici e maneggevoli, diventano soltanto applicazioni più o meno eleganti di calcolo combinatorio, ma hanno scarso valore pratico.

Il libro, di non facile lettura, rappresenta nella bibliografia speciale su tal genere di studi un notevole contributo ed è, per certi aspetti, fondamentale.

L'A., preoccupandosi della chiarezza, ha aggiunto in una appendice limpide definizioni dei concetti essenziali trattati e ancora ha preparato, per gli studiosi specializzati, alla fine di ogni capitolo un questionario che richiama brevemente i concetti esposti e ottimamente accompagna gli esempi numerici proposti.

*

BEINET. — *Manuel de la Classification Décimale à l'usage des Ingénieurs Electriciens*, pag. 212. — Edit. Revue Generale de l'Electricité, Parigi 1933.

Questo volume che compare sotto gli ausipici dell'Istituto Internazionale di Bibliografia (Bruxelles) contiene tutta quella parte della Classificazione Decimale che può interessare l'Ingegnere Elettrotecnico. In altre parole esso è un estratto ordinato e sistematico della nuova edizione della Classificazione (2153 pagine, 66.000 divisioni) il cui indice alfabetico occupa da solo 620 pagine; questa Classificazione rappresenta il più grande sforzo compiuto finora per enumerare in un solo insieme metodico tutte le conoscenze umane.

Di questo estratto felicitiamo l'A.; la sua fatica sarà preziosa per tutti gli elettrotecnici che apprezzano al giusto valore la classificazione decimale per il metodico ordinamento dei loro documenti, aiutati in ciò dalle riviste e pubblicazioni che già muniscono i loro articoli dell'indice decimale ad essi corrispondenti.

Il libretto è preceduto da una bella e chiara prefazione del Direttore dell'Ufficio Internazionale di Bibliografia e di Documentazione; in una sintetica introduzione l'A. ricorda poi le basi su cui la classificazione decimale è fondata e l'impiego di essa nel campo dell'Elettrotecnica.

SUNTI E SOMMARI (*)

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

R. Wideroe — **I tubi a vuoto tipo tyratron nelle applicazioni come relais.** (Elec. Eng., ottobre 1934, pag. 1347-1353, con 9 fig.). 3 e

I tubi tipo tyratron, cioè del tipo a catodo caldo con griglia di controllo e riempimento di gas, hanno, come è noto la proprietà che la corrente di placca sale immediatamente dal valore zero ad un massimo quando il potenziale di griglia assume rispetto al catodo un valore positivo superiore ad un certo valore critico; una volta che il tubo si è «acceso» la corrente di placca continua a passare finchè è mantenuta la tensione di placca, qualunque cambiamento avvenga nella tensione di griglia. Queste caratteristiche rendono i tyratron particolarmente adatti ad essere utilizzati in applicazioni come relais. L'A. descrive una serie di dispositivi studiati a tali scopi della A. E. G. e precisamente: relais si sovracorrente, relais di minima tensione, relais a minimo d'impedenza, relais differenziale percentuale, relais di distanza, relais a reattanza. Tutti questi dispositivi che rientrano in tipi normali di relais utilizzano tyratron e vengono descritti nelle loro caratteristiche e nelle loro modalità di inserzione. Per renderli come gli analoghi relais di tipo meccanico poco sensibili alle azioni perturbatrici elettrostatiche, conviene disporre un condensatore di sufficiente capacità fra la griglia e il catodo. Si possono anche costruire relais a tyratron ultrarapidi, caratterizzati dal fatto che la griglia segue immediatamente i valori istantanei della tensione alternata ad essa applicata; nel circuito di griglia viene introdotta una tensione ausiliaria opposta sufficiente per impedire con certezza il funzionamento del relais ma essa viene periodicamente sospesa per un istante durante il quale il relais rimane sensibile alla tensione applicata al suo circuito di griglia. Su questo tipo si possono anche costruire relais ultrarapidi a direzione di energia oppure relais ultrarapidi a reattanza. I tyratron da usarsi per circuiti da relais devono mantenere costanti le loro caratteristiche ed essere perciò in modo particolare insensibili alle variazioni di temperatura: sotto questo aspetto sono vantaggiosi i tyratron a riempimento di argon anzichè di vapore di mercurio. *N.*

H. Trencham — **La meccanica degli interruttori elettrici.** (Eng., 23 e 30 marzo 1934, pag. 363-364 e 389-390, con 22 fig.). 3 b

L'Autore tratta succesivamente della funzione degli interruttori, e delle funzioni che devono compiere le singole parti costituenti un apparecchio; delle questioni che più interessano la costruzione delle camere di esplosione e di quelle di espansione; degli archi, dei meccanismi di rottura dei circuiti, degli isolatori, dei contatti, ecc. Per ogni argomento vengono indicate le caratteristiche dei materiali che meglio convengono, e vengono altresì fornite indicazioni per realizzare una costruzione presentante la maggiore sicurezza possibile. Per quanto concerne la costruzione l'A. rileva come certe variazioni dei tipi normali, volute talvolta da parte di esercenti, non siano fondate, mentre creano difficoltà ai costruttori per provvedere alle costose esperienze relative alle rotture, scariche, ecc., che debbono eseguire. *E. R.*

E. de Muelinen — **Il registratore di manovre Brown Boveri.** (Revue B.B. N. 3, marzo 1934, pag. 55-57, con 2 fig.). 3 v

La registrazione automatica delle manovre è particolarmente opportuna per sorvegliare il funzionamento di centrali e di sottostazioni e per controllare il comando dei segnali nelle stazioni ferroviarie. Essa consente infatti al personale di rendersi esattamente conto della natura e delle cause di eventuali perturbazioni e di stabilire le responsabilità eventuali di incidenti. Nel registratore descritto, il segno corrispondente a ciascun apparecchio e l'indicazione dell'ora e del minuto di funzionamento sono impressi su di una medesima orizzontale. Dopo ciascuna registrazione, la banda avanza di una linea e si trova pronta per un'altra manovra. Ogni apparecchio è rappresentato da un numero: la comparsa di un numero sulla banda indica che l'apparecchio corrispondente è stato inserito; se uno dei numeri prima segnati non compare più sopra una nuova linea, significa che l'apparecchio è stato disinserito. Un dispositivo ritardatore assicura la successione regolare delle registrazioni anche quando esse si succedono a distanza di frazioni di secondo. *V. D. Ma.*

W. Marolf — **Gli impianti di regolazione automatica delle officine J. J. Rieter e Cie di Winterthur.** (Revue B. B., N. 3, marzo 1934, pagine 54-55, con 2 fig.). 3 c

Le apparecchiature descritte permettono di realizzare la più razionale utilizzazione delle tre sorgenti di energia disponibili: una centrale idroelettrica propria di 200 kW, un gruppo elettrogeno con motore Diesel da 525 kVA e la rete della città di Winterthur. La ripartizione della potenza attiva soddisfa alle seguenti condizioni. L'energia idrica disponibile deve sempre essere utilizzata intensamente. Quando l'olio pesante è a buon mercato, la potenza che supera quella idraulica disponibile dev'essere fornita dal Diesel fino alla concorrenza del suo carico normale; in seguito, le officine assorbono dalla rete un carico il cui massimo può essere fissato a volontà. L'energia necessaria al disopra di questo massimo è prodotta sovraccaricando il Diesel. Se, per contro, il combustibile è caro, il Diesel dev'essere chiamato a fornire soltanto il carico di punta, affidando l'integrazione della potenza idraulica alla rete cittadina. La ripartizione di energia attiva è ottenuta agendo unicamente sull'ammissione del motore Diesel attraverso due speciali relais di potenza. Lo scambio di correnti fra le diverse sorgenti e l'adattamento della eccitazione dei generatori al carico richiesto sono controllati da appositi dispositivi di regolazione. *V. D. Ma.*

Interruttori ad acqua. (Engin., 18 maggio 1934, pag. 580, con 3 fig.). 3 b

La sottostazione di Saint-Albans, della «North Metropolitan Electric Power Supply Co.», è stata recentemente equipaggiata per il comando del funzionamento di due convertitori rotativi, di un feeder d'arrivo, e di due feeders di collegamento, con un'apparecchiatura a comando elettrico a distanza. Sono installati interruttori ad acqua che comportano fra le parti principali un recipiente contenente acqua fino ad un dato livello, dei contatti fissi costituenti dei segmenti aventi ciascuno una piccola molla, e dei contatti mobili formati da un'asta cilindrica verticale. Durante l'apertura dell'interruttore i contatti mobili sono richiamati verso l'alto mediante potenti molle. L'arco elettrico formato fra i contatti fissi e mobili vaporizza l'acqua che circonda questi contatti ed il getto di vapore prodotto soffia energicamente l'arco stesso. Il sistema di chiusura comprende due dispositivi totalmente indipendenti, l'uno elettrico, l'altro utilizzante un sistema di chiusura ad esplosione; l'energia occorrente per la chiusura viene fornita da una carica di polvere facilmente rinnovabile dopo ogni funzionamento. Ogni interruttore ha una capacità di rottura di 250.000 kVA, con una tensione di 22 kV. *E. R.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

G. Franche — **L'evoluzione della saldatura autogena e la stampa.** (La Technique Moderne, 15 giugno 1934, pag. 471-472).

La nota si occupa delle più importanti manifestazioni in campo, di questi ultimi tempi. Viene così accennato alle seg. applicazioni: Un nuovo metodo di saldatura dell'acciaio ... gato in Australia per la saldatura d'estremità di rotaie Vignole con 0,62 a 0,75 % di carbonio; costruzione in poutrelle mediante saldatura, impiegato nella costruzione di plafoni a Lovanio, evitando così gli accessori delle chiodature; una speciale applicazione adottata per gli incroci delle strade ferrate, escogitata in Inghilterra.

Nelle costruzioni aeronautiche, la saldatura incontra delle difficoltà per le costruzioni in elettron ed in duralluminio, che male si prestano per tale sistema di unione, mentre l'acciaio è fra i materiali più saldabili. Per le condotte forzate, si cita l'esempio di una costruzione saldata applicata ad una condotta lunga m ... pressione di m 500, con diametro variabile fra m 1, ... lo spessore della lamiera di 18 a 40 mm. Altri riferimenti sono alla saldatura dell'acciaio galvanizzato, alla saldatura dell'acciaio inossidabile, ecc., ecc. *E. R.*

Congresso internazionale dell'acetilene e della saldatura autogena. (La Tech. Mod., 1 settembre 1934, pag. 602-604). 5 c

La nota lumeggia le seguenti memorie presentate al Congresso internazionale di saldatura del 5-10 giugno 1934: 1°) I generatori di acetilene; riforma e progressi necessari. Un particolare cenno è fatto relativamente ai generatori ad alta pressione; 2°) L'indurimento delle superfici per effetto del materiale di apporto; 3°) Le riparazioni delle strade ferrate; studio del metallo di apporto; 4°) Costruzione e controllo dei recipienti saldati, destinati a contenere gas compressi, o disciolti; 5°) Contributi per lo studio della saldatura degli acciai austenitici al manganese; 6°) L'impiego industriale di uno speciale cannello per riparare sul metallo difetti profondi ed estesi; 7°) Soppressione dei grani duri e delle soffiature nella saldatura dei pezzi in ghisa; 8°) Studio e determinazione degli sforzi interni provocati dalla saldatura; 9°) Cause d'inossidabilità del nichel; 10°) Confronto fra la saldatura di punta e la saldatura d'angolo. *E. R.*

F. Creedy, R. Kogge, A. O. Danello — **Caratteristiche di macchine per saldatura continua.** (Elec. Eng., settembre 1934, pag. 1268-1272, con 12 fig.). 5 c

Gli AA. hanno cercato di determinare per via pratica in base a osservazioni ed esperienze di esercizio, quali debbono essere le caratteristiche di una dinamo da saldatura per fornire saldature continue soddisfacenti quanto più possibile. Le esperienze venivano eseguite lasciando poggiare una asticciola metallica portata da un elettrodo fisso su un nastro mobile il cui movimento era sincroniz-

(*) Per i titoli delle Riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

zato con un oscillografo cosicchè era possibile ricavare la relazione fra metallo depositato, la corrente e la tensione applicata. Numerosi di tali rilievi oscillografici sono riportati. Si è così riconosciuto che il metallo può in certi casi venir deposto in notevole quantità anche senza dar luogo a corto circuito sull'arco e che quindi una gocciolina fusa può cadere lungo l'arco senza metterlo in corto circuito; ciò si verifica specialmente lavorando con archi relativamente lunghi. Si possono ottenere buone saldature continue sia con cortocircuiti periodici e archi corti, sia senza corti circuiti e archi lunghi. Il limite minimo della lunghezza d'arco adottabile è quello pel quale i corti circuiti diventano così frequenti che l'arco non è più capace di mantenere la temperatura sufficiente. Viene così ad assumere importanza l'attitudine dell'arco a ricostituirsi dopo un corto circuito con la maggiore rapidità possibile, e questa dipende dalle caratteristiche della dinamo alimentatrice che deve essere molto studiata sotto questo aspetto. Le esperienze hanno altresì messo in evidenza come gli elettrodi rivestiti diano luogo a depositi di saldatura assai più abbondanti che con elettrodi nudi. Alcuni rilievi inducono gli AA. a ritenere che vi sia ancora qualche cosa di non ben compreso nel funzionamento di un circuito di saldatura, in relazione probabilmente alle reali caratteristiche dell'arco.
N.

A. R. MILLER — **Tensioni transitorie nelle dinamo da saldatura.** (Elec. Eng., settembre 1934, pag. 1296-1301, con 8 fig.). **5 c**

Data la relativamente grande intensità delle correnti in gioco nella saldatura e la frequenza e la rapidità delle interruzioni e dei ripristini del circuito che si verificano durante l'esecuzione delle saldature, si prospetta il problema delle sovratensioni transitorie che possono generarsi durante l'esercizio. L'A. affronta appunto tale argomento sotto l'aspetto analitico svolgendo formule per il calcolo delle tensioni che si producono ai morsetti nell'istante dell'interruzione del corto circuto dovuto alla saldatura e pel calcolo delle tensioni indotte nelle varie parti dei circuiti di armatura e di campo.

Vengono considerate separatamente le dinamo munite di trasformatore smorzatore sul circuito di eccitazione. La impostazione del calcolo si basa sulle seguenti ipotesi: eccitazione prodotta da una sorgente a tensione costante; circuito magnetico della macchina non saturato e con piccole perdite parassite; campi in serie e in derivazione connessi in modo differenziale fra loro; velocità di rotazione costante per qualunque carico. La trattazione analitica, corredata da rilievi oscillografici, porta a concludere che, nelle condizioni normali di esercizio, le sovratensioni che si generano ai morsetti della dinamo non sono molto importanti; esse tendono ad essere più elevate nelle dinamo che fanno uso del trasformatore d'accoppiamento fra l'avvolgimento di armatura e di campo per eliminare i colpi di corrente in seguito a brusche variazioni nelle condizioni del circuito. Il valore della sovratensione probabilmente non supera il doppio della tensione normale ai morsetti della macchina a circuito aperto.
N.

APPLICAZIONI VARIE.

S. HOFFERWIESER — **L'equipaggiamento elettrico della nuova officina di calce e cementi della Soc. An. R. Vigier a Reuchenette (Svizzera).** (Revue B. B., N. 4, aprile 1934, pag. 76, con 1 fig.). **6 c**

La nuova fabbrica di Reuchenette, terminata nel 1933, è capace di una produzione annua di 80.000 tonn. di cemento. Il macchinario dello stabilimento, di tipo modernissimo, è comandato da oltre 90 motori i quali azionano individualmente quasi tutte le macchine, direttamente oppure mediante ingranaggi. Le cinghie di trasmissione sono state praticamente eliminate.

La maggior parte delle macchine è comandata da motori trifasi aperti, di tipo con rotore a gabbia, per potenze fino a 18 kW. I comandi a velocità regolabile sono parzialmente assicurati da motori trifasi con indotto avvolto e reostato di avviamento e regolazione; alcuni motori sono a poli commutabili, con indotto a gabbia, a tre velocità di regime. Altri comandi a velocità variabile sono azionati da motori a corrente continua. I diversi motori a comando interdipendente sono muniti di blocchi atti ad evitare false manovre e conseguenti interruzioni di servizio. Per la ripartizione dell'energia sono sistemate, in diversi punti della fabbrica, batterie di cassette di manovra in ghisa, blindate.
V. D. Ma.

R. BILLARDON — **Le applicazioni dell'elettricità all'industria frigorifera.** (La Tech. Mod., 15 agosto 1934, pag. 541-547, con 8 fig.). **6 c**

La produzione artificiale del freddo consiste in un trasporto di calore da un mezzo a bassa temperatura in un mezzo a temperatura più elevata. La cosa si effettua mediante un intermediario che serve da supporto, e questo è generalmente un fluido che viene evaporato quando sottrae calore al mezzo da raffreddare e si condensa poi, restituendo questo calore al mezzo ambiente. Occorre una spesa di energia motrice e l'elettricità particolarmente si presta all'uopo. L'articolo dopo le necessarie premesse tratta dei compressori e loro curve caratteristiche, in funzione della potenza frigorifera in frigorie/ora e della potenza motrice assorbita, riferendosi a qualche importante installazione e mettendone in evidenza i dati fondamentali, sia elettrici che meccanici.

Un particolare paragrafo è destinato alla tariffazione dell'energia assorbita dagli impianti frigoriferi. Una trattazione particolare è quella dei motori elettrici, dove prevalgono i tipi asincroni ed asincroni sincronizzati, e dell'apparecchiatura, specialmente per quanto riflette la parte automatica. Il corollario della trattazione è che l'elettricità è una forma di energia molto interessante per l'industria frigorifera per la facilità che essa offre per realizzare gruppi poco ingombranti, di facile manutenzione e suscettibili di essere arrestati o messi in marcia automaticamente.
E. R.

R. SCHNITZER — **Il comando di calandre nell'industria della carta mediante motori shunt a collettore.** (Revue B. B., N. 3, marzo 1934, pag. 57, con 1 fig.). **6 c**

Nelle Cartiere Riunite di Netstal (Svizzera) si provvede con un motore da 120 kW, al comando di una calandra a dieci rulli di 2400 mm di larghezza, con velocità di calandratura regolabile fra 85 e 250 m/min e velocità di introduzione di 8 m/min. Mentre un motore asincrono ausiliario, con rotore a gabbia, comanda la calandra a velocità ridotta per l'introduzione della carta, il comando alla velocità di calandratura è assicurato da un motore a collettore con velocità regolabile per semplice spostamento delle spazzole con l'intermediario di un piccolo servomotore. Per l'arresto rapido della calandra e del suo equipaggiamento, la macchina è provvista di un freno a nastro a comando elettromagnetico. Tutte le manovre vengono effettuate con contattori azionati da pulsanti. Come pregi del comando mediante motore a collettore sono ricordati: un buon rendimento a tutte le velocità e la semplicità di manovra.
V. D. Ma.

U. VETSCH — **L'impianto di sollevamento d'acqua della città di Basilea.** (Revue B. B., N. 3, marzo 1934, pag. 47-50, con 5 fig.). **6 c**

La descritta stazione di sollevamento del Giessliweg comprende quattro pompe ad asse verticale comandate rispettivamente da: un motore asincrono trifase da 120 kW, due motori trifasi a collettore da 80 kW ed un motore trifase asincrono con indotto a gabbia da 29 kW. Il funzionamento dell'impianto è completamente automatico ed è controllato da un galleggiante il quale stabilisce le diverse combinazioni per la messa in servizio o l'esclusione dei gruppi motopompa in funzione della portata del canale. Quando la portata è bassa (0-300 l/sec), il servizio è disimpegnato dal quarto gruppo con motore asincrono a gabbia; per portate da 300 a 900 l/sec è messo in funzione soltanto il terzo gruppo; per portate maggiori si hanno diverse combinazioni dei gruppi.

L'impianto è munito di una apparecchiatura di segnalazione ed è suscettibile di controllo e comando a distanza.
V. D. Ma.

CONDUTTURE.

L. INGE e A. WALTHER — **La stabilità dell'isolamento di cavi in olio ad alta tensione.** (E. u. M., N. 12, 25 marzo 1934, pag. 136-139, con 4 fig.). **9 d**

Gli AA. espongono i risultati di ricerche sperimentali effettuate nell'Istituto di Elettrofisica a Leningrado per controllare, qualitativamente e quantitativamente, i processi che limitano la rigidità dielettrica degli isolanti ed, in particolare, dei cavi ad alta tensione.

Escluso a priori che la diminuzione di tensione disruptiva della carta impregnata in olio, al crescere della durata della sollecitazione, sia dovuta ad un processo puramente termico, è dimostrato che la distruzione progressiva dell'isolante è sopratutto dovuta a scariche attraverso gli strati di olio; scariche che hanno inizio quando la sollecitazione dielettrica è ancora relativamente limitata. Le misure effettuate hanno invero messa in evidenza l'azione nociva degli strati di olio nell'isolamento di cavi e l'opportunità di evitarli il più possibile nella costruzione di essi. I cavi isolati in carta impregnata con normale olio per trasformatori non dovrebbero essere sollecitati in esercizio a più di 6,6 kV/mm; per evitare che l'isolamento possa essere danneggiato seriamente, è opportuno non sorpassare, durante le prove, la sollecitazione di 22 kV/mm.
V. D. Ma.

E. WALD — **La predeterminazione delle zone soggette a brina, in base alle carte geobotaniche.** (E. u. M., N. 17, 29 aprile 1934, pag. 193-199, con 13 fig.). **9 c**

Il calcolo delle linee di trasporto d'energia deve tenere conto di un carico addizionale — peso del ghiaccio — di assai difficile valutazione a priori e variabile da una località all'altra, con legge non ancora conosciuta. Questo comporta, notoriamente, un apprezzamento generico di questo carico il quale può condurre ad errori in difetto od in eccesso, sempre pregiudizievoli. L'A. porta un contributo notevole alla determinazione preliminare del carico dovuto al ghiaccio mettendo in relazione le condizioni di clima, vegetazione e formazione di brina, in base alle carte geobotaniche di alcune provincie dell'Austria. Affermato il principio che zone di eguale vegetazione comportano eguali carichi di ghiaccio, è facile risalire, dall'esperienza in determinate zone, ai carichi in altre zone e predeterminare con sufficiente approssimazione le condizioni effettive di sollecitazione cui sarà sottoposta la linea elettrica da calcolare, durante l'inverno. Un appendice chiarisce la determinazione del carico di ghiaccio per le linee elettriche.
V. D. Ma.

M. Thomas — **Alcune esperienze d'esercizio di condutture aeree in « Aldrey ».** (Schweiz. Elek. Verein. Bull., N. 4, 1934, pag. 99-104, con 5 fig.). **9 f**

L'impiego dell'« Aldrey » si è particolarmente sviluppato con l'aumento delle linee ad alta ed altissima tensione. Esistevano alla fine del 1934 circa 13.300 km di conduttori in Aldrey, per un peso di 5100 tonn di cui circa 4500 km per circa 1800 tonn in Italia. L'A. cita le esperienze fatte su tali linee nei diversi paesi, completamente favorevoli ad eccezione degli inizi d'impiego in Germania dove si sono verificate rotture di fili a seguito di oscillazioni dei conduttori: rotture da attribuire all'impiego di armature non adatte, e a difetti di montaggio. Vengono in seguito ricordate alcune proprietà speciali dell'Aldrey; poi l'A. confuta col calcolo le obiezioni di alcuni che rimproverano alla linee in Aldrey la tendenza dei conduttori ad urtarsi sotto l'azione del vento, e il pericolo di fusione a causa di archi. Le esperienze di questi ultimi 8 anni sono, secondo l'A., decisive per l'Aldrey. *A. Bs.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

F. O. Stebbins e C. W. Frick — **Forma d'onda generata dai raddrizzatori a griglie di controllo.** (Elec. Eng., settembre 1934, pag. 1259-1266, con 12 fig.). **10 c**

L'A. ha studiato in via analitica il comportamento dei raddrizzatori a vapore di mercurio provvisti di griglie di regolazione, specialmente per quanto riguarda la forma dell'onda di corrente raddrizzata che essi forniscono e la determinazione delle armoniche in essa presenti. Come è noto durante la regolazione della tensione le griglie intervengono a ritardare opportunamente l'istante di accensione degli anodi introducendo dentellature nel diagramma della corrente raddrizzata; tuttavia in molti casi si può adottare per lo studio dei fenomeni l'ipotesi di una corrente continua costante, almeno per piccoli campi di regolazione della tensione. L'A. considera due casi estremi cioè quello di un raddrizzatore che alimenti un carico fortemente induttivo e quello invece di un carico non induttivo; nel primo caso le dentellature dell'onda di corrente vengono praticamente smorzate, nel secondo invece esse permangono. Per entrambe le condizioni suddette vengono sviluppate delle formule che permettono lo sviluppo in serie e la determinazione delle singole armoniche presenti. L'applicazione delle formule, alquanto laboriosa, è facilitata dall'uso di apposite curve tracciate e riportate dall'Autore. Il loro impiego è anche chiarito da esempi numerici. *N.*

N. Kotschubey — **Sottostazioni con raddrizzatori a vapore di mercurio della Ferrovia Metropolitana di Parigi.** (Revue B. B., N. 4, aprile 1934, pag. 72-74, con 3 fig.). **10 b**

La nuova sottostazione di Laborde sarà equipaggiata con quattro gruppi da 3000 kW a 1200 V, muniti di griglie comandate per l'interruzione rapida dei corti circuiti. Oltre a questo dispositivo, proteggono ciascun gruppo: un interruttore ad espansione ad alta potenza di rottura (400 MVA) ed un interruttore extrarapido a corrente continua. L'interrutore ad espansione, impiegato per evitare in modo assoluto qualsiasi pericolo di incendio nel quartiere in cui è costruita la sottostazione, è munito di tre relais a massima corrente e di comando elettrico a distanza. Lo stesso comando è previsto per gli interruttori extrarapidi. I gruppi raddrizzatori sono provvisti di tutti i principali perfezionamenti introdotti in questi convertitori negli ultimi anni di sviluppo. *V. D. Ma.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

C. E. Peck — **Il flusso del calore nei rotori dei turboalternatori.** (Elec. Eng., ottobre 1934, pag. 1359-1365, con 10 fig.). **11 e**

L'A. svolge un'analisi accurata dei fenomeni termici che si manifestano in un rotore di turboalternatore tenendo presenti tutti i coefficienti che vi influiscono e principalmente: la grandezza e la distribuzione delle perdite cioè delle quantità di calore generate, l'azione mutua delle singole parti (testate libere, ecc.), le condizioni di ventilazione e le velocità e i percorsi delle correnti d'aria nell'interno della macchina, le caratteristiche termiche dei materiali e degli elementi costruttivi, le resistenze di contatto, le superfici di dissipazione, ecc. Lo studio è condotto col metodo dei circuiti equivalenti sostituendo alle conduttività termiche altrettante resistenze termiche e trattando i circuiti termici in modo analogo a quelli elettrici. L'A. svolge alcuni esempi di applicazioni a circuiti particolari abbastanza complicati dimostrando come il metodo proposto possa essere di valido aiuto nello studio di regimi stazionari di temperatura potendosi tener conto con relativa facilità delle numerose variabili che entrano in gioco. *N.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Apparecchio per la produzione di emulsioni colloidali. (Eng., 9 febbraio 1934, pag. 146, 2 fig.). **13 b**

Nella elettro-chimica, ecc. si impiegano sovente miscele di liquidi e sostanze solide, le quali devono avere per fondamentale requisito una stabilità più o meno notevole rimanendo cioè sempre allo stato di miscugli. Abitualmente lo scopo si consegue facendo passare le miscele sotto pressione attraverso un piccolo orificio: in tal modo le particelle liquide e solide si riducono a dimensioni tanto piccole da formare quasi una emulsione colloidale, con minima tendenza a depositare od a separarsi. La nota descrive precisamente una macchina fondata su tale principio, la quale consiste in una pompa a tre stantuffi che può distribuire liquidi o fluidi a pressioni superiori a 280 kg/cm², attraverso una valvola polverizzatrice e rimescolatrice dalla quale passano poi in un serbatoio.

La macchina descritta può trattare da 2000 a 3000 litri all'ora, con una velocità media di 150 grammi al minuto. *E. R.*

M. Ballay — **Alcune osservazioni sulla funzione del pH nella nichelatura e sull'ottenimento di depositi elettrolitici brillanti di nichel.** (Bull. Soc. Franc., novembre 1934, pag. 1113-1136, con 21 fig.). **13 b**

L'importanza del fattore pH nella nichelatura è stata da pochi anni riconosciuta. Vi è per ogni bagno di nichelatura un certo campo di valori del pH che dànno i migliori risultati; tale campo varia a seconda del tipo di nichelatura che si vuole ottenere. Il valore pH più elevato, al quale un elettrolito di nichelatura può funzionare a parità di altre condizioni, varia colla composizione della soluzione e inversamente alla densità di corrente. In pratica il pH limite varia secondo le soluzioni, fra 5,7 e 7,0. Il massimo valore di pH tollerabile dipende dalla formazione al catodo di prodotti basici insolubili; la formazione di essi può essere evitata con l'aggiunta di sostanze opportune, come i citrati e si possono allora costituire elettrodi che depositino il nichel in buone condizioni per un campo di valori più esteso del pH e cioè fra 3,5 e 10,0. Si possono ottenere depositi brillanti di nichel in condizioni apparentemente molto diverse fra loro. L'A. esplica questa apparente contraddizione in base all'influenza di colloidi di natura minerale od organica nella guaina catodica. In certe condizioni possono formarsi intorno al catodo composti colloidali di nichel o di cadmio che dànno depositi brillanti. Siccome però la formazione dei colloidi in questo caso dipende dalla densità di corrente è difficile ottenere un deposito brillante uniforme su catodi di forma un pò complicata. La presenza di colloidi organici nei bagni permette invece di ottenere depositi uniformi e brillanti entro un campo assai vasto di valori della densità di corrente. L'A. ritiene che l'uso di queste ultime sostanze sia veramente interessante per la industria della nichelatura, per quanto per una buona condotta dei bagni sia necessario migliorare le nostre conoscenze intorno ai complessi fenomeni che in essi si svolgono. *Rb.*

A. Clergeot — **I recenti progressi delle industrie elettrometallurgiche ed elettrochimiche.** (La Tech. Mod., 15 luglio 1934, pag. 489-491, con 1 figura). **13 b**

L'Autore tratta 1º) della nichelatura; 2º) della fabbricazione elettrolitica del cloro e degli alcali caustici. La nichelatura in pochi anni ha fatto grandi progressi. Nei bagni, da una densità di corrente di 0,5 A/dm², si è rapidamente arrivati a 10 A/dm². Progressi sono anche stati fatti nelle operazioni preliminari. Lo sgrassamento, viene ora effettuato con bagno elettrolitico mediante soluzioni di carbonato di soda, soda caustica, fosfato di soda, ecc.; lo sviluppo di idrogeno che si ottiene sulla superficie dei pezzi agenti come catodi, contribuisce ad eliminare la pellicola di grasso. Alla sgrassatura segue una operazione di leggera corrosione che modifica la superficie dei pezzi da trattare ed aumenta l'aderenza del bagno di nichel.

L'Autore discute le varie azioni di natura elettrochimica che intervengono nei bagni. Segue un cenno sulla fabbricazione degli alcali caustici per via elettrolitica e sulla fabbricazione del caoutchou elettrolitico, quest'ultimo basato sul fatto che le particelle di caoutchou colloidale si depositano sull'anodo per azione di elettroosmosi. *E. R.*

M. Cymboliste — **Aderenza dei depositi elettrolitici. Studio micrografico.** (Bull. Soc. Franc., novembre 1934, pag. 1137-1166, con 31 fig.). **13b**

L'aderenza viene definita dall'A. come lo sforzo che occorre esercitare per unità di superficie per separare il rivestimento dal suo sopporto; tale sforzo può variare da un valore negativo (distacco spontaneo) fino a quello dell'attrazione molecolare. L'A. ha studiato in particolare l'influenza sull'aderenza dei seguenti fattori principali: stato del primo strato deposto; strati intermedi, fra rivestimento e supporto, di corpi estranei esistenti alla superficie del supporto nel momento in cui comincia la formazione del deposito; la struttura e le qualità meccaniche della superficie del supporto dopo l'elettrolisi; qualità meccaniche del rivestimento, suo spessore e tensioni interne. Lo studio sperimentale è stato eseguito su provette di diversi metalli, su cui si era fatto deporre uno strato di rame, nichel, cobalto o cromo; sulle provette veniva esercitato uno sforzo di trazione fino a provocare il distacco del deposito, confrontando fra loro le forze necessarie per ottenere tale distacco. Le provette venivano anche studiate micrograficamente su sezioni parallele o normali alla superficie di contatto. I risultati delle esperienze vengono estesamente riferiti e illustrati coll'aiuto di nume-

rose micrografie. Questo studio sistematico ha permesso di dedurre parecchie considerazioni interessanti circa la tecnica galvanoplastica ed ha dimostrato che l'esame micrografico completato, se occorre, con la prova di rottura, permette di localizzare i punti deboli dell'aderenza, di rivelare le cause di tale inconveniente e di indicare i fattori sui quali bisogna agire per evitarlo. *Ri.*

M. Guérillot — **Influenza di alcuni agenti additivi e in particolare degli alcaloidi, nei depositi elettrolitici di cadmio, di zinco e di stagno.** (Bull. Soc. Franc., novembre 1934, pag. 1167-1178). **13 b**

Attualmente nell'industria si impiegano certi estratti acquosi di vegetali, contenenti tannino, olii essenziali, ed alcaloidi, aggiungendoli ai bagni elettrolitici. Vengono usati, secondo i riferimenti bibliografici riportati dall'A., gli estratti acquosi di foglie di the, di noci di kola, di mandorle, di cacao, in piccola dose ,i quali in generale permettono di ottenere depositi brillanti o molto lisci, particolarmente resistenti alla corrosione; si nota anche un miglioramento del rendimento catodico. L'A. ha studiato in particolare l'azione degli estratti suddetti ed inoltre quella dei tannini, di certi alcaloidi, degli zuccheri e degli olii essenziali. Per il cadmio si sono ottenuti i depositi più brillanti con un tenore di circa 0,7 grammi per litro di estratti vegetali; oltre 0,9 grammi i depositi diventano grigiastri. Con lo zinco si ottiene pure un miglioramento nella brillantezza dei depositi, pur non raggiungendo mai la brillantezza di quelli di cadmio. Tale miglioramento si è ottenuto anche senza la presenza di alcaloidi. L'azione del tannino è dapprima nociva, mentre diviene abbastanza vantaggiosa nel caso che si prolunghi molto l'azione dell'elettrolisi. Per quanto riguarda gli alcaloidi si sono ottenuti buoni risultati con la caffeina commerciale e anche con la nicotina in dosi piccolissime. È da notarsi che nei depositi sia di cadmio che di zinco non si può rivelare nessuna traccia degli alcaloidi introdotti nel bagno; essi non vengono quindi assorbiti dal deposito. Gli zuccheri non dànno alcun vantaggio, anzi sono spesso dannosi. Non ben chiarita ancora è l'azione degli olii essenziali. L'A. ritiene che ulteriori ricerche sistematiche sull'argomento possano portare ad importanti risultati pratici. *Ri.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

S. Barletta — **La cellula «Photronic».** (Ill. R., aprile 1934, pag. 84-87, con 4 fig.). **14 c**

Dopo aver accennato alla costituzione di questa cellula che, come è noto, è del tipo a strato di sbarramento di conducibilità unipolare, l'A. si sofferma e descriverne alcune caratteristiche, come la legge di emissione della corrente fotoelettrica in funzione della resistenza del circuito esterno, l'andamento del coefficiente di temperatura in funzione dell'illuminazione e della resistenza esterna, e la curva di sensibilità spettrale. Infine, dice pure del grado col quale la cellula considerata è affetta dai fenomeni di esaurimento, di stanchezza e di inerzia. *G. Co.*

A. W. Hull — **Proprietà elettriche fondamentali del vapore di mercurio e dei gas monoatomici.** (Elec. Eng., novembre 1934, pag. 1435-1142, con 9 fig.). **14 b**

Come è noto quando un elettrone urta un atomo possono verificarsi tre eventualità. Può non avvenire nulla di particolarmente notevole, come accade nei gas inerti per energie elettroniche inferiori a circa un volt. Per energie più elevate possono verificarsi semplici cambiamenti di traiettoria, senza perdite di energia. Quando l'energia dell'elettrone raggiunge il valore corrispondente al primo livello di eccitazione dell'atomo, avviene una cessione di energia dall'elettrone all'atomo che diventa eccitato e irradia energia per un tempo di 10^{-8} secondi. Se l'energia dell'elettrone è ancora più elevata può avvenire l'espulsione di un elettrone dall'atomo. Di tutti questi fenomeni noi conosciamo, con precisione più o meno grande, la probabilità. Un gas è sempre conduttore perchè è sempre almeno in piccola parte ionizzato e la conduttività diventa molto maggiore quando si è in presenza di un catodo capace di emettere elettroni. Un'altra qualità di conduttività, di ancor maggiore valore, si ottiene quando si è in presenza di un campo capace di produrre l'ionizzazione; si hanno allora 2 effetti: anzitutto ad ogni urto di tale specie raddoppia il numero degli ioni e d'altra parte gli ioni positivi che si formano neutralizzano in parte la carica spaziale degli elettroni; allora possono passare correnti più elevate con minori tensioni e si ha un effetto di amplificazione per ionizzazione. Un quarto stadio si raggiunge quando l'amplificazione supera la probabilità che un ione urtando il catodo generi un elettrone; la scarica allora si mantiene da sola, si ha cioè la scarica luminescente. La tensione alla quale comincia la scarica luminescente dipende per un dato gas e dati materiali degli elettrodi, soltanto dalla pressione e dalla distanza degli elettrodi. L'ultimo stadio, quello dell'arco, è raggiunto quando il catodo diviene capace di una abbondante emissione elettronica sia per effetto termoionico, sia per effetto del campo. Gli archi alla pressione atmosferica, o più elevata, si distinguono da quelli a bassa pressione pel fatto che l'ionizzazione sul percorso dell'arco viene mantenuta dalla elevata temperatura del gas. Negli archi a bassa pressione pare che l'emissione catodica sia dovuta specialmente all'azione del campo intensissimo formato dalla nube di ioni positivi che si forma di fronte al catodo; la temperatura nell'arco è relativamente bassa; all'anodo i fenomeni sono molto semplici consistendo in una caduta di tensione e un riscaldamento dell'anodo. Tutti questi fenomeni sono illustrati con qualche dettaglio specialmente in riguardo ai vapori di mercurio. *N.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

F. Guery — **Gli elementi di corrente di Ampère e la fisica moderna.** (Bull. Soc. Franc., ottobre 1934, pag. 1041-1054, con 2 fig.). **15 a**

Come è noto la fisica moderna attribuisce la corrente elettrica ad una circolazione di cariche elementari ed ammette altresì che le forze interatomiche o intermolecolari, come la coesione, ecc. siano dovute ad azioni elettriche od elettromagnetiche fra le stesse cariche elementari considerate come gli elementi costitutivi della materia. Alla luce di queste teorie deve essere possibile attribuire un significato fisico preciso ai cosidetti elementi di corrente usati da Ampère, ma considerati, come è noto, semplici artifici matematici; così pure gli effetti delle correnti si devono poter interpretare come una modificazione della forza elettrica dovuta al movimento delle cariche. L'A. svolge queste considerazioni in forma analitica, rilevando come la concezione della corrente quale circolazione di cariche elementari porti a considerare modificazioni alle leggi dell'elettromagnetismo. Colle modificazioni che l'A. propone alla formula della energia mutua fra cariche elementari per tener conto del loro stato di movimento, si possono spiegare non soltanto le azioni fra circuiti percorsi da correnti, ma anche quelle dei campi elettrico e magnetico sull'elettrone in movimento. È anche possibile arrivare ad una interpretazione della contrazione di Lorentz in base ad una modificazione dell'azione fra le cariche elementari in causa del loro movimento comune di trascinamento. *Ri.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

Murray F. Gardner — **Calcolo operatoriale.** (Elec. Eng., ottobre 1934, pag. 1339-1347). **16 d**

Rilevato l'utilità del calcolo operatorio nello studio dei fenomeni transitori, l'A. espone per sommi capi lo sviluppo storico di tale metodo di calcolo e illustra i concetti fondamentali che ad esso si riferiscono. Viene anzitutto illustrato il significato e l'importanza della nota funzione unitaria e viene poi esposto lo sviluppo successivo dei metodi operatoriali a partire dagli studi del Boole nel 1865, fino agli studi più recenti. Viene poi rilevata l'importanza fondamentale, pel calcolo operatoriale dello sviluppo in serie degli integrali di Fourier. Una tabella raccoglie poi le principali formule inerenti alla pratica del calcolo operatoriale, le quali vengono anche brevemente commentate nel loro significato e nel loro impiego. L'articolo è corredato da una breve bibliografia specializzata. *N.*

IDRAULICA.

A. Coutagne — **Impianti idroelettrici a serbatoio. I fattori idrologici che ne regolano la concezione e l'esercizio.** (La Tech. Mod., 15 luglio 1934, pag. 477-481, con 4 fig.). **18 a**

L'A. studia l'andamento della portata annuale media in base all'indice pluviometrico, all'indice di efflusso ed il deficit di efflusso, dato, naturalmente, dalla differenza fra i primi due. Vengono indicate le caratteristiche di diversi bacini e tradotto graficamente l'andamento del deficit di efflusso, facendo riferimento per quest'ultimo alle curve di precipitazione ed a quelle di evaporazione. Successivamente si passa a considerare la variazione stagionale della portata ed il fenomeno delle variazioni periodiche delle precipitazioni e delle portate stesse.

Le principali conclusioni sono: 1°) La portata totale può essere determinata in funzione delle precipitazioni; 2°) Per i bacini francesi si può ammettere la proporzionalità della portata al quadrato delle precipitazioni; 3°) La considerazione del deficit di efflusso è molto più esatta degli altri riferimenti finora in uso e dà risultati più attendibili; 4°) Per i fiumi francesi a regime fluviale le portate annuali estreme variano da 1 a 4, per i fiumi a regime glaciale questo rapporto va da 1 a 2; 5° Utile riesce la considerazione dell'indice di precipitazione delle nevi per i bacini a regime glaciale per fissare la capacità dei serbatoi. *E. R.*

A. Coutagne — **Gli impianti idroelettrici a serbatoio. I fattori idrologici che ne regolano la concezione e l'esercizio.** (La Tech. Mod., 1 agosto 1934, pag. 514-520, con 6 fig.). **18 b**

In questo articolo, l'autore, con l'esame del problema delle piene, delle portate solide e delle perdite per evaporazione di un serbatoio di accumulazione completa lo studio dei fattori idro-meteorologici, iniziato in un precedente articolo. Per quanto riflette il problema delle portate di piena viene esaminata a fondo: L'influenza del regime delle pioggie; l'influenza dei fattori fisici del ser-

batoio, e cioè, forma, grandezza, rilievo; vengono citate in proposito le formule del Fuller, desunte dall'esame di un notevole numero di corsi d'acqua americani; i diagrammi di frequenza, e quindi le curve di probabilità della portata di piena; gli studi degli effetti di un serbatoio sulle portate di piena; infine lo studio sperimentale delle portate di piena. Circa il problema delle portate solide, vengono citate le caratteristiche di numerosi fiumi francesi e sono illustrati gli effetti della portata solida sulle utilizzazioni idrauliche. Lo studio delle perdite per evaporazione di un serbatoio considera i valori annui e mensili dell'evaporazione, citando molti dati numerici e il calcolo dell'evaporazione in funzione dei fattori meteorologici del clima. *E. R.*

G. Quarisa — **Sulle forti piogge interessanti bacini di piccola e media intensità.** (L'En. Elettr., settembre 1934, pag. 690-702, con 11 fig.). **18 a**

L'A. riassume anzitutto le precedenti indagini eseguite in Italia allo scopo di stabilire, per una data località una relazione fra l'intensità delle piogge e la loro durata, riportando altresì le formule proposte da parecchi autori italiani ed esteri per rappresentare la linea delle durate compatibili delle piogge in funzione della loro intensità. Tutte queste numerose formule vengono sottoposte ad un esame critico, dal quale l'A. deduce alcune considerazioni di carattere generale. Passa poi a considerare il problema della determinazione dell'altezza di pioggia ragguagliata a tutta un'area di media estensione in funzione delle altezze massime di pioggia locale segnalata dai singoli pluviografi installati nella rete. Dopo avere anche qui riassunto gli studi finora pubblicati l'A. esamina con particolare dettaglio la zona di Milano, che possiede una rete di 12 stazioni pluviometriche automatiche, le quali coprono un'area di circa 9500 ha.

Sono riportati numerosi diagrammi relativi a piogge avvenute su detta area in epoche diverse, ed è illustrato il metodo seguito dall'A. nell'analisi dei dati raccolti e sulla loro elaborazione. A conclusione del suo studio l'A. propone una formula di tipo esponenziale per il calcolo, in funzione dell'area della zona e del tempo considerato, delle medie dei valori più elevati relativi alle varie piogge considerate. L'A. fa rilevare che la formula trovata è relativa ad una regione pianeggiante e lontana dai rilievi montuosi; lo studio diventerebbe assai più complesso per una regione che presentasse apprezzabili dislivelli o cause sistematiche di maggiori concentrazioni di piogge in zone determinate. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

J. Cahen — **La fotometria industriale.** (Bull. Soc. Franc., ottobre 1934, pag. 1054-1072, con 3 fig.). **19 f**

L'A. osserva che la fotometria industriale delle lampade ad incandescenza deve essere una fotometria relativamente di precisione in quanto occorre raggiungere una approssimazione maggiore dell'1 %. Generalmente la fotometria delle lampade si compie con sistemi a sfera tipo Ulbricht. Dopo aver richiamato le caratteristiche della cosidetta fotometria obbiettiva l'A. passa ad illustrare gli apparecchi in uso, distinguendoli in tre categorie: apparecchi a misura diretta della corrente fotoelettrica con o senza amplificazioni; apparecchi che utilizzano la cellula fotoelettrica soltanto come istrumento di controllo colla stessa funzione dell'occhio nella fotometria ordinaria; apparecchi a misura indiretta della corrente fotoelettrica con metodi di zero.

Gli apparecchi della prima categoria sono i più semplici, ma vanno soggetti a qualche causa di errore, che l'A. illustra e che rende il loro grado di approssimazione un po' insufficiente per la fotometria industriale di precisione. Gli apparecchi della seconda categoria sono teoricamente quasi perfetti, non dipendendo dalle leggi di sensibilità della cellula, di cui entra in giuoco soltanto la sensibilità spettrale più o meno differente da quella dell'occhio, inconveniente al quale si può rimediare. Negli apparecchi della terza categoria si cerca di evitare gli inconvenienti di quelli della prima categoria senza perderne le caratteristiche di semplicità. Vengono descritti alcuni schemi di dispositivi dei diversi tipi, mettendone in evidenza qualche caratteristica e qualche esigenza costruttiva. Dopo aver accennato ai modi di rimediare agli inconvenienti della sensibilità spettrale delle cellule, l'A. illustra il modo di costruzione pratica di un impianto di fotometria obbiettiva e termina rilevando come una delle maggiori difficoltà per la fotometria industriale sia quella della conservazione di lampade campione a caratteristiche costanti. *Ri.*

E. Haschè — **Misure d'irraggiamento nella regione eritemica dello spettro ultravioletto.** (Licht, febbraio 1934, pag. 37-39, con 1 fig. e 1 tabella). **19 f**

Col progressivo diffondersi della terapia dei raggi ultravioletti si è dovuto risolvere il problema della misura e della dosatura di questi raggi. Servono bene a questo scopo alcuni tipi di celle fotoelettriche, in prima linea le celle fotoelettriche al sodio con ampolla di quarzo, che, con l'ausilio di adatto filtro, presentano una curva di sensibilità spettrale molto vicina alla curva spettrale dell'effeto eritemico, e hanno altri pregi che vengono indicati dall'A. Questi descrive pure le principali difficoltà che si incontrano nelle misure delle radiazioni ultraviolette ed i mezzi escogitati per superare queste difficoltà. *G. Co.*

G. Canesi — **Calcolo grafico dell'illuminazione col metodo « punto per punto ».** (Ill. R., febbraio 1934, pag. 27-33, con 4 fig. e 6 tav.). **19 b**

Si illustrano tre diverse traduzioni grafiche del metodo di calcolo del valore dell'illuminazione cosidetto « punto per punto ». Nella prima si raggiunge lo scopo attraverso un nomogramma assai semplice costituito da un sistema di cinque assi verticali corrispondenti alle principali grandezze in gioco nel calcolo in oggetto. Più complesso è un secondo nomogramma il quale, essendo in esso introdotte tutte le grandezze fotometriche trigonometriche e geometriche che compaiono nei calcoli dell'illuminazione, offre la possibiltà di risolvere i numerosi problemi che sono indicati nell'articolo. Svariati sono pure i problemi, compresi quelli connessi con l'impiego di sorgenti luminose asimmetriche, risolubili rapidamente col terzo metodo che si basa sull'uso di varie tavole contenute nell'articolo. *G. Co.*

S. Dushman — **Lampade a scarica in gas rarefatti.** II. (Elec. Eng., settembre 1934, pag. 1283-1296, con 10 fig.). **19 d**

L'A. considera anzitutto la scarica che avviene nei lunghi tubi, come quelli usati nelle iscrizioni con tubi al neon, contenenti gas a bassa pressione, descrivendo con qualche dettaglio i fenomeni che si possono rilevare direttamente riguardo alle caratteristiche della colonna positiva; riporta anche in un diagramma la disposizione delle successive zone della scarica e la distribuzione del potenziale. Coi catodi freddi si ottengono elevate cadute catodiche che portano conseguenze incomode per le pratiche applicazioni. Si ha quindi vantaggio a ricorrere a catodi caldi coi quali le cadute catodiche riescono assai più limitate; numerose forme costruttive di catodi ad emissione termoionica adatti per tubi luminescenti sono state proposte. L'A. si occupa appunto in modo particolare dei tubi a catodi caldi. Esamina da prima il fenomeno della caduta catodica e passando poi ad analizzare i fenomeni che si svolgono nella scarica stessa, illustra l'esistenza dei così elettroni primari e secondari e « finali » (cioè capaci soltanto di urti elastici) ed espone le principali relazioni analitiche relative ad essi e al concetto di temperatura elettronica. Dopo fatto cenno all'influenza delle pareti del tubo, passa a discutere la relazione fra l'emissione luminosa e la corrente in questo tipo di lampade. L'ultima questione considerata è quella del bilancio energetico nella colonna positiva, riportando i principali risultati a cui hanno condotto gli studi teorici e le ricerche sperimentali finora eseguite da molto ricercatori. Alla conclusione dell'articolo, che costituisce un completo riassunto delle nostre cognizioni sull'argomento, l'A. osserva che le conclusioni esposte valgono pel caso delle scariche in gas rarefatti ma che per quanto riguarda le scariche che avvengono in ambiente a pressione relativamente più elevata le nostre cognizioni sono ancora assai più arretrate e che per una esatta interpretazione di tutti i fenomeni che in esse avvengono sembra necessario sviluppare nuovi metodi di studio e di ricerca. *N.*

F. Benford — **Lampade campione per la fotometria sferica delle lampade al sodio.** (Gen. Elec. Rev., luglio 1934, pag. 342-344). **19 f**

L'A. riferisce sugli studi fatti per eseguire la misura fotometrica del flusso luminoso totale delle lampade ai vapori di sodio. A seguito di questi studi sono state costruite lampade campione, contenenti un filamento calibrato ed un bulbo in vetro colorato. Il filamento funziona a bassa temperatura e la luce emessa dalla lampada è dello stesso colore di quella emessa dalle lampade a vapore di sodio. Si possono in tal modo usare senz'altro i metodi normali di fotometria comparativa senza doversi preoccupare nè del coefficiente di trasmissione dei filtri usati per il capione di confronto nè della variazione del coefficiente di riflessione della sfera, passando da un colore all'altro. *C. G. E.* (*)

R. D. Maley — **Sorgenti luminose a gas conduttori.** (Elec. Eng., novembre 1934, pag. 1446-1449). **19 d**

Gli sviluppi recenti si sono specialmente rivolti ai tipi di catodi caldi, al perfezionamento dei vetri resistenti ai vari vapori e ai circuiti alimentatori a corrente alternata. Un altro ramo di ricerche è diretto ai fattori che influiscono sul deprezzamento e sul funzionamento economico e al confronto fra le lampade di forma tubulare o a bulbo. Un tipo semplice di catodo caldo è formato da un sottile filo di tungsteno coperto stretamente da un filo sottilissimo di nichel e avvolto ad elica di 12 cm di diametro; il tutto è rivestito da un mantello di un ossido alcalino-terroso; con 2 di questi catodi di dimensioni tali da dare una caduta di 30 V in atmosfera di sodio si è costruita una lampada da 10.000 lumen. Un altro tipo più vecchio è costituito da un cilindro di nichel coperto da un mantello di ossido alcalino e riscaldato un filamento assiale di tungsteno.

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

Questi catodi sono riscaldati indipendentemente dall'arco; recenti tipi invece sono costituiti da catodi di così piccola capacità termica che un breve periodo di funzionamento iniziale a scarica luminescente basta per portarli alla temperatura voluta; ne sono stati applicati recentemente in lampade al sodio. Sono stati studiati vetri resistenti ai vapori di sodio ma sono ancora difficili da lavorare cosicchè in molti casi si forma con essi soltanto una camicia da mettere internamente alle lampade costruite con vetri comuni; gli studi sperimentali su questo argomento proseguono attivamente. Le lampade al sodio sono state costruite sia di forma a bulbo che tubolare; in questo ultimo caso occorre richiudere la lampada in un manicotto a tenuta di vuoto per impedire un eccessivo raffreddamento. Parallelamente alle lampade al sodio si è sviluppata una lampada ad arco nel vapore di mercurio a catodi a rivestimento d'ossido e riscaldati dall'arco; si è ottenuto un rendimento di 35 lumen per watt; in Inghilterra si è fatto un impianto sperimentale con lampade di questo tipo, da 420 watt. Numerosi sono gli studi intorno a lampade a luce solare: si tratta in generale di lampade ad azoto o ad anidride carbonica o ad amalgama di mercurio. *N.*

L. J. Buttolph — **Piccola lampada a vapore di mercurio del tipo a raddrizzatore.** (Gen. Elec. Rev., luglio 1934, pag. 328-329). **19 d**

La diffusione sempre maggiore di apparecchi di iluminazione, nei quali sono adottate combinazioni di lampade a vapore di mercurio e di lampade comuni ad incandescenza, ha fatto sentire la necessità di poter disporre di lampade a vapore di mercurio di soli 100 o 200 watt. L'uso di un circuito speciale, che viene descritto nell'articolo, ha permesso di eliminare dagli accessori della lampada a vapore di mercurio il trasformatore, ottenendosi così una riduzione di prezzo della metà circa.

La caratteristica del circuito illustrato nell'articolo è quella di usare una lampada bianodica in un circuito monoanodico. Un anodo è inserito in derivazione sulla linea, in serie con una resistenza anodica e con una bobina catodica; l'altro anodo è connesso alla linea. Quando il primo anodo funziona, ai capi dell'impedenza anodica esiste una differenza di potenziale, che mantiene il secondo anodo a un potenziale minore del catodo; quando la corrente del primo anodo tende ad annullarsi, la tensione del secondo anodo viene rovesciata e questo entra in funzione alimentato dalla sola impedenza catodica e mantiene la lampada accesa per il mezzo periodo successivo. Il costo dell'apparecchiatura in questo modo è molto ridotto ed il funzionamento della lampada è sempre privo di oscillazioni sensibili; naturalmente, poichè la lampada assorbe corrente dalla linea solamente per mezzo periodo, il fattore di potenza di un simile sistema è piuttosto basso e si aggira sul valore 0,65. Però se la lampada viene usata in combinazione con altre lampade sia a vapore di mercurio sia a incandescenza, si possono raggiungere valori del fattore di potenza di 0,85 a 0,9.

Un altro vantaggio di questo circuito è quello di permettere di usare le stesse lampade alla stessa tensione sia continua, sia alternata, con una leggera modifica sulla resistenza anodica (zavorra). Nell'articolo viene citato un lampadario, che viene prodotto commercialmente in America, e che è munito di due lampade ad incandescenza da 150 watt ciascuna e di una lampada a vapore di mercurio pure da 150 watt. Questo circuito presenta un fattore di potenza di 0,85, che può salire a 0,95 se si usano delle lampade a incandescenza di maggiore potenza. *C. G. E.*

G. R. Fonda e A. H. Young — **La lampada a vapore di sodio a corrente alternata.** (Gen. Elec. Rev., luglio 1934, pag. 331-337). **19 d**

Oggidì l'adozione delle lampade a vapore di sodio per l'illuminazione delle strade di grande comunicazione risponde ad una convenienza economica. Le lampade a corrente continua, mentre presentano il vantaggio di un rendimento leggermente superiore, offrono però dall'altro l'inconveniente di un lento deperimento, dovuto alla migrazione del sodio dall'anodo al catodo. La lampada a corrente alternata non presenta invece questo inconveniente e permette oggi di raggiungere rendimenti ottimi. Nelle lampade al sodio occorre proteggere il vetro della lampada dall'azione del vapore di sodio. Nessuno dei vetri esistenti in commercio può resistere a lungo all'azione del vapore di sodio caldo; si è quindi reso necessario ricoprire la superficie del vetro con uno strato interno, che nei primi tempi era costituito da fosfati e che oggi si realizza con del borosilicato.

Quanto alla corrente di funzionamento, viene scelta in modo da mantenere la temperatura della lampada a 220°, poichè a tale temperatura il rendimento delle lampade, in lumen per watt, è il massimo. Col variare delle condizioni di temperatura ambiente varia anche la temperatura interna. La corrente viene quindi scelta in modo che la variazione di flusso luminoso e di rendimento, col variare della temperatura esterna, risulti la minore possibile.

Circa la forma ci si va sempre più orientando verso quella tubulare con gli elettrodi alle due estremità. Esperienze hanno dimostrato che la lunghezza della lampada non deve essere inferiore ad un dato valore (che dipende dal diametro), poichè altrimenti il rendimento diminuisce notevolmente. Esiste un rapporto minimo della lunghezza al diametro che permette di ottenere un buon rendimento luminoso. Questo valore minimo viene però influenzato dalla pressione e dalla qualità del gas inerte che viene introdotto nella lampada per il riscaldamento iniziale. Inoltre a tutti questi fattori deve aggiungersi anche la corrente di filamento, la cui variazione ha per effetto di influenzare pure la caduta dell'arco e quindi il rendimento luminoso della lampada. *C. G. E.*

N. T. Gordon — **Caratteristiche di funzionamento delle lampade a vapore di sodio.** (Gen. Elec. Rev., luglio 1934, pag. 338-341). **19 d**

L'A. descrive le prime lampade al sodio, costruite nei laboratori della G. E. Co. lo scorso anno; da 4000 lumen a corrente continua e da 10.000 e 6000 lumen a c. a. Il vetro è ricoperto nell'interno da uno smalto opalescente per evitare l'attacco del vetro da parte del sodio. La lampada da 4000 lumen si avvicina, come forma, a quelle ad incandescenza, mentre le lampade da 6000 e 10.000 lumen hanno una forma allungata. Il rendimento della sola lampada è di 46 lumen per watt.

L'impianto eseguito con queste lampade utilizza uno speciale circuito a corrente costante ottenuto con l'impiego di tiratron. La lampada da 10.000 lumen a c. a. possiede due catodi rivestiti di ossido di bario e due anodi di molibdeno. Essa funziona a 6,6 A e possiede un elettrodo destinato all'innesco dell'arco il quale permette di ridurre la caduta dell'arco a 40-60 V appena. Le esperienze hanno rivelato rendimenti da 70 a 50 lumen per watt. Queste lampade sono inoltre abbastanza stabili e meno sensibili alle variazioni di corrente che non le lampade precedenti. Esse hanno uno splendore di appena 4,5 candele per cm² contro 1015 delle lampade ad incandescenza. Le lampade da 6000 lumen sono costruite in modo simile a quelle da 10.000 lumen; funzionano però a 5 e 23 volt di arco, e hanno un rendimento di 50 lumen per watt. Queste lampade sono state costruite per impianti in serie, ma possono venire usate, con opportuni apparecchi, anche per alimentazione in derivazione. *C. G. E.*

IMPIANTI.

Turboalternatori ad elevata pressione di vapore della potenza di 30000 kW della centrale di Valley Road a Bradford. (Engin. 26 gennaio, 2 febbraio, 2 e 23 marzo 1934, 10 pag. 73 fig., 1 tav.). **20 f**

Questa centrale attualmente comprende un gruppo turboalternatore da 30.000 kW alimentato da una caldaia generante vapore alla pressione di 77 kg/cm² ed alla temperatura di 425 °C, con produzione di circa 43.000 kg/h di vapore. Il vapore dopo di essere stato surriscaldato a 425 °C è inviato alla turbina di 30.000 kW la quale è di costruzione compatta e di minimo ingombro. Il gruppo comprende un corpo ad alta pressione e due corpi di bassa pressione montati in tandem, ed infine l'alternatore. Il peso della turbina completo è di 105 tonnellate, il consumo di vapore rilevato è stato di 4,5 kg/kWh col carico di 30.000 kW. Lo scarico del vapore dal corpo ad alta pressione avviene a 14,5 kg/cm². L'alternatore a 6600 V, 50 per/sec, è comandato a mezzo ingranaggi alla velocità di 1000 giri al minuto, mentre la turbina marcia alla velocità di 6000 giri al minuto. Il condensatore consente la portata di 8325 m³/h di vapore. Sul piano della sala macchine sono disposti quadri di regolazione delle turbine con tutti gli strumenti richiesti, mediante i quali risulta possibile regolare la marcia delle macchine. *E. R.*

J. Loy — **Le cabine automatiche della linea Orléans-Tours della C. du Chemin de Fer de Paris à Orléans.** (Rev. Electr. Mec., settembre-ottobre 1934, pag. 12-22, con 12 fig.). **20 f**

La trazione elettrica su questa linea si è iniziata nel luglio 1933; la linea lunga km 115 alimentata a corrente continua a 1500 volt mediante cinque cabine automatiche. Queste sono alimentate mediante due linee con corrente alternata trifase a 90.000 V, 50 per/sec. Delle cinque cabine, tre sono inserite in derivazione e due funzionano anche da sezionamento. Le cabine in derivazione hanno una protezione differenziale, che fa scattare l'interruttore della linea di alimentazione su cui si sia prodotto un guasto in modo da evitare la messa in parallelo della linea di alimentazione nelle cabine in derivazione e permettere così che intervenga la protezione differenziale delle cabine di sezionamento. Queste ultime hanno esse pure analoga protezione differenziale, ma meno sensibile di quella delle cabine in derivazione; inoltre sono munite di relais a minimo di impedenza e di una protezione sensibilissima ai difetti di terra per mezzo di relais alimentati dalla tensione residua. Nel caso del funzionamento in linea semplice la protezione è assicurata dal relais a minima impedenza e la selezione è ottenuta mediante relais ausiliari a tempo. La linea di contatto per l'alimentazione delle locomotive elettriche è costituita da un cavo portante in bronzo, da un cavo ausiliario portante e da due fili di contatto in rame da mm² 107. Le cabine sono del tipo all'aperto e sono equipaggiate con trasformatori da 2100 kVA, 90.200/555 V con prese multiple sull'alta tensione, e con interruttori in olio a 90.000 V con capacità di apertura di 1.000.000 kVA. Alla parte all'aperto è connessa una struttura coperta in muratura che contiene le commutatrici da 1000 kW, 555 V in esafase e 750 V continua. Esse possono sopportare sovraccarichi del 50 % per due ore e del 200 % per cinque minuti. Esse sono previste anche per comando automatico. *Ri.*

Le centrali idroelettriche automatiche. (Bull. Oerlikon, maggio-giugno 1934, pag. 853-858, con 10 fig.). **20 h**

Organo essenziale per il funzionamento di tali centrali è il dispositivo di messa in parallelo automatica. Si ricorre di solito all'artificio di far ruotare l'alternatore a velocità poco inferiore al sincronismo, inserendolo poi sulla rete, senza tener conto della frequenza e della fase, attraverso una bobina di reattanza limitatrice di corrente che viene poi esclusa a sincronismo raggiunto. Per evitare colpi di corrente le officine Oerlikon hanno studiato due speciali apparecchi, costituiti uno da un gruppo d'ingranaggi differenziali che stabilisce l'accordo di frequenza, e l'altro da un relais di accoppiamento che fa chiudere l'interruttore nel momento preciso della concordanza di fase; i due apparecchi vengono dettagliatamente descritti. Come esempio di centrale automatica viene descritta in particolare quella di Lochmuehle delle Officine elettriche di San Gallo, che contiene un gruppo da 740 kVA; essa può essere messa in funzione o arrestata semplicemente mettendo in tensione o escludendo una linea che la collega ad una cabina a servizio manuale. Altre due centrali automatiche, del tipo, nel Venezuela, vengono pure sommariamente descritte. Quando la centrale automatica è comandata a distanza con un cavo a più conduttori, la regolazione della potenza e della eccitazione non presenta generalmente difficoltà. Per casi più difficili, nei quali la centrale automatica debba sopperire a speciali esigenze di servizio, bisogna fare ricorso a schemi di regolazione più complicati. Viene in particolare descritto quello applicato alla centrale di Izcaragua (Venezuela) con un alternatore da 2200 kVA e quello usato nella centrale di Moutier (Giura Bernese). *Ri.*

La sala di comando e di controllo di Bankside del « Central Electricity Board ». (Engin., 27 aprile 1934, pag. 497-498, con 1 fig.). **20 g**

La rete di distribuzione comporta 50 centrali generatrici della regione est e sud-est dell'Inghilterra, con una potenza installata di 2 miliardi di kW ed è comandata da un posto unico situato alla centrale di Bankside, a Londra. Questo posto consente di conoscere ad ogni istante la posizione dei diversi interruttori dei circuiti, e di poter dare così indicazioni alle centrali generatrici in quanto concerne il carico, la frequenza, la tensione e le messe in servizio o gli arresti delle diverse unità. Un circuito collega ogni centrale a questo centro di comando. Questo circuito continuamente in servizio riporta su di un pannello tutte le indicazioni concernenti la centrale corrispondente. Uno schema ridotto della rete si trova su di un pulpito manovrato a mano ed uno schema più grande, su un pannello murale, riproduce automaticamente tutte le manovre effettuate sul pulpito. Una rete in miniatura permette di prevedere gli effetti di un sezionamento qualunque e di evitare così di fare intervenire gli interruttori, nei casi che esorbitano dal loro potere di rottura. Un tal posto permette una ripartizione razionale dei carichi, delle loro previsioni ed assicura altresì la distribuzione in condizioni perfette di regolarità e sicurezza. *E. R.*

Centrale termica per cartiera a Dartford. (Engin., 20 aprile 1934, pagine 472-474, con 4 fig.). **20 f**

Questa centrale comporta 3 caldaie a tubi verticali, capaci di produrre ciascuna circa 30.000 kg di vapore/ora, alla pressione di 33 kg/cm², ed alla temperatura di 400° C. L'acqua di alimentazione viene accuratamente depurata. L'alimentazione del carbone al focolaio è completamente automatica. Il vapore prodotto si distribuisce in 3 turbine a 6000 giri al 1', le quali comandano mediante ingranaggi, con rapporto di riduzione 1/6, i corrispondenti alternatori. La potenza di ogni gruppo è di 3750 kW a corrente trifase, a 50 per/sec e 3300 V. I condensatori sono del tipo orizzontale a superficie e possono produrre un vuoto corrispondente alla pressione di una colonna di mercurio di 73 mm di altezza. L'acqua di circolazione è convogliata mediante 2 pompe, aventi ciascuna una portata di 850 m³/ora. La capacità di rottura degli interruttori è di 1 milione di kVA. *E. R.*

Rifacimento dell'impianto della Wilson and Co. (Power, giugno 1934, pag. 326-328, con 2 fig.). **20 f**

La fabbrica della Wilson and Co. a Chicago fino al gennaio 1934 funzionava con energia elettrica acquistata dall'esterno, mentre 9 caldaie generavano vapore a 10 atm per alimentare alcune macchine motrici e diversi servizi. Il massimo impegno di potenza è 3500 kW; il consumo di vapore varia fra 75 e 130 tonnellate/h in inverno e fra 55 e 120 tonnellate/h in estate. Nel gennaio 1934 è entrato in funzione il nuovo impianto con 3 caldaie da m² 1100, capaci ciascuna di 65 tonnellate/h di vapore a 30 atm e a 320°. Il vapore alimenta 3 gruppi generatori che forniscono, con prese intermedie, vapore a 11 atm per alimentare le vecchie macchine motrici e a 6 atm per servizi industriali; le turbine scaricano, come anche le vecchie macchine, a 0,7 atm per altri servizi specialmente di riscaldamento. Le caldaie sono a polverino, alimentate da 2 polverizzatori ciascuna, da 30 tonnellate/h; l'aria è preriscaldata fino a 180°; le caldaie sono anche provviste di economizzatori da m² 4700. Il condensato che ritorna dai servizi viene trattato per depurarlo dall'olio e dal grasso, e fatto passare in un riscaldatore deaereatore che ne eleva la temperatura a 160°. Nella vecchia sala macchine sono installati un turbogeneratore da 3125 kVA, uno da 2500, e uno da 1875 kVA con generatori trifasi a 480 V, 60 per/sec, con fattore di potenza 0,90. Col carico di 4000 kW occorrono alle turbine 86 tonnellate/h di vapore; in queste condizioni si possono ricavare 47 tonnellate/h di vapore a 11 atm, che è il massimo richiesto dalle vecchie macchine; 20 tonnellate/h di vapore sono dispnibili a 6 atm ed è il massimo richiesto dai servizi a tale pressione; rimangono 19 tonnellate/h di vapore a 0,7 atm, a cui si aggiungono 28 tonnellate/h di vapore alla stessa pressione scaricato dai vecchi gruppi non a condensazione; la massima richiesta di vapore a 0,7 atm è di circa 47 tonnellate/h di vapore. Si ritiene che il nuovo impianto permetta una economia, rispetto al vecchio, di 16 operai, di 18.000 tonnellate di carbone all'anno nonchè della spesa per l'acquisto dell'energia esterna; si prevede un ammortamento in 5 anni. La produzione annua di vapore è di circa 700.000 tonnellate, e quella dell'energia di oltre 16.000.000 di kWh. *Ri.*

F. Fabry — **La centrale idroelettrica di Châtre (Francia) comandata a distanza.** (Revue B. B., N. 3, marzo 1934, pag. 57-59, con 2 fig.). **20 h**

La centrale è equipaggiata con due unità da 3300 kVA, 10.000 volt, 375 giri/min a funzionamento automatico. La sorveglianza dell'impianto è fatta dalla centrale di Châtelus distante 5 km. Le due centrali sono fra loro collegate mediante una linea aerea a 5 conduttori percorsa da correnti deboli e sufficiente per assicurare, con l'ausilio degli apparecchi di comando a distanza, la trasmissione di ordini, le segnalazioni e la misura a distanza. Il dispositivo di comando prescelto comporta due selettori identici a comando sincrono installati uno per centrale. I due alternatori possono essere messi in servizio e fermati a distanza indipendentemente uno dall'altro. Per ciascuna manovra è sufficiente un solo impulso mediante un pulsante: dapprima i selettori stabiliscono il collegamento fra le due centrali, poi, successivamente ed in modo automatico, viene comandata l'immissione dell'acqua nella turbina, l'apertura del regolatore, l'avviamento, l'eccitazione del generatore, la sincronizzazione e la messa in parallelo con la rete. Con un secondo ordine a distanza, la potenza dell'alternatore è regolata al valore desiderato che è controllato dalla centrale di comando mediante un wattmetro. È pure possibile, a seconda del bisogno, mettere in marcia, dal posto di controllo, una o due macchine e regolarne individualmente la potenza. Nel posto sorvegliato è riportata l'indicazione della posizione degli interruttori e dei sezionatori e sono installati i seguenti strumenti di controllo: wattmetri, fasometri, voltmetri ed indicatore di livello dell'acqua. La segnalazione d'allarme richiama l'attenzione del personale di sorveglianza sulla natura della perturbazione che ha provocato il segnale. *V. D. Ma.*

P. E. Benner — **Applicazione della teoria della probabilità per la determinazione delle riserve di energia.** (Gen. Elec. Rev., luglio 1934, pag. 345-348). **20 g**

Per l'impostazione del calcolo occorre raggruppare opportunamente i dati dei rilevamenti statistici. La precisione dei risultati dipende naturalmente dal grado di frazionamento dei rilevamenti stessi. A questo scopo un gruppo di apparecchi della stessa specie va ulteriormente frazionato, per la loro potenza ed altri fattori. La efficienza dei singoli gruppi od apparecchi viene valutata dal rapporto in per cento fra la durata complessiva del funzionamento ed il periodo di tempo considerato (un anno). Sono inoltre da rilevare le variazioni di carico nel ciclo giornaliero ed annuo, dopo di che si traccia un consumo-tipo e lo si confronta con le possibilità della fornitura, valendosi dei dati di efficienza media dell'apparecchiatura, rilevati come sopra su impianti funzionanti. Si procede per tentativi adeguando l'apparecchiatura alle variazioni ordinarie e straordinarie di consumo.

Indicando con $a_1, a_2, a_3 \ldots\ldots a_n$ le percentuali di tempo di efficienza di un equipaggiamento e con $b_1, b_2, b_3 \ldots\ldots b_n$ quelle di tempo fuori servizio, la probabile continuità di servizio o la percentuale di tempo di efficienza del complesso di questi elementi di equipaggiamento è data dalla

$$A_n = (a_1)\ (a_2)\ (a_3) \ldots\ldots (a_n) \qquad (1),$$

che vale nel caso in cui la mancanza di un elemento provochi la inefficienza del complesso.

Qualora vi siano unità di equipaggiamento in parallelo ed il servizio del complesso non si arresti necessariamente per mancanza di un elemento, la continuità di servizio è data da

$$(a+b)^n = a^n + n\, a^{n-1}\, b + \frac{n}{2}(n-1)\, a^{n-2}\, b^2 + \ldots. \qquad (2).$$

Nella (2) vi saranno $(n+1)$ termini, di cui il primo dà la disponibilità per servizio di tutte le n unità di equipaggiamento. La somma dei primi due termini dà la disponibilità per il servizio di almeno $(n-1)$ unità e così di seguito. La somma di n termini dà la disponibilità di servizio di un'unità. L'A. applica il suo metodo al caso pratico di tre linee di distribuzione partenti da una sottostazione progettata per un carico di punta di 12.000 kVA. La capacità di ogni linea è di 4000 kVA. Egli giunge alla conclusione, apparentemente paradossale, che la costruzione di una linea di riserva non

è giustificata. L'applicazione di questo metodo permette così di evitare gli investimenti che potrebbero venir suggeriti da errate valutazioni soggettive. *C. G. E.*

F. A. Annett — **Esperienze eseguite per l'impianto di Safe Harbor.** (Power, luglio 1934, pag. 380-383, con 3 fig.). **20 d**

L'impianto di Safe Harbor, la cui costruzione fu iniziata nel 1930, ha dato occasione a numerosi studi interessanti, specialmente pel fatto che si trattava di un impianto di eccezionale potenza, essendo progettato per una potenza totale di 370.000 kW. Lo studio dell'impianto fu condotto sulla base di ampie ricerche sperimentali precedentemente eseguite, tanto che la Pennsylvania Water and Power Co. costrusse per tale scopo uno speciale laboratorio di ricerche. La potenza di 28.500 kW proposta per le turbine Kaplan dell'impianto, all'inizio di esso, sembrava a quel tempo eccezionalmente grande, ma tuttavia gli studi condotti dimostrarono la possibilità di spingere la potenza normale fino a 31.000 kW per unità. L'impianto è infatti progettato per 12 unità di questa potenza per un salto di circa m 17. Dati il salto e la velocità relativamente elevati a cui le macchine dovevano funzionare e anche la grande velocità dell'acqua che le attraversava, apparve subito grave il pericolo della cavitazione. Poco era noto al riguardo e si dovettero perciò condurre lunghi studi sperimentali su modelli di ruote appositamente costruite. Gli studi che vengono proseguiti in 3 laboratori, continuano tuttora e si spera che permettano di raggiungere soluzioni più economiche di quella della adozione degli acciai speciali antiruggini che vengono attualmente spesso adottati. Un altro problema difficile era quello della misura delle portate d'acqua, dati gli enormi volumi in giuoco (circa m³ 300 al secondo per turbina). Vennero presi in considerazione i principali metodi in uso e si finì con l'adottare un metodo che impiega numerosi mulinelli di 2 differenti tipi, montati su una incastellatura comune che può venire spostata come si vuole nel canale di immissione; il numero dei giri di ciascun mulinello viene registrato automaticamente. Dalle esperienze eseguite sembra che il metodo possa dare una approssimazione assai soddisfacente. Ricerche sperimentali furono anche condotte circa l'influenza sulle macchine delle variazioni di velocità e di carico, che condussero a modificare alquanto le particolarità delle nuove unità da installare. *Ri.*

L'impianto della Forstmann Woolen Co. (Power, giugno 1934, pag. 324-325, con 2 fig.). **20 f**

Si tratta di un caratteristico impianto di produzione di energia con ricupero di vapore a servizio di una industria, installato a Garfield (N. J.). L'impianto, che ha una potenza totale di 4300 kW, sostituisce un vecchio impianto precedente. Sono installate 2 caldaie a 30 atm capaci ciascuna di produrre 40 tonnellate/h di vapore a 320°. Esse funzionano a combustibile polverizzato, con pareti a tubi d'acqua scoperti, fuorchè in vicinanza dei bruciatori. Ogni caldaia ha un bruciatore a polverino ed uno a combustibile liquido, usato per l'avviamento e anche per servizio a carichi ridotti. Ogni caldaia è servita da un polverizzatore da 2,5 tonnellate/h di polverino; un terzo polverizzatore entra in funzione nel caso di pieno carico della caldaia e può anche essere tenuto di riserva agli altri 2. Dietro ogni caldaia è installato un preriscaldatore d'aria da circa m² 6500. Le caldaie sono provviste di regolazione automatica della combustione. Il vapore prodotto a 30 atm viene impiegato per produzione di energia in 2 grupi da 2000 kW a condensazione (uno dei quali è un vecchio gruppo modificato) e in un gruppo a 300 kW; quest'ultimo normalmente scarica a contropressione di 7 atm per alimentare i servizi dell'industria, che possono anche essere serviti direttamente attraverso una valvola di riduzione. I 2 gruppi maggiori possono anche fornire con una presa intermedia, vapore a 1,4 atm per servizi. Il gruppo da 300 kW può anche funzionare a condensazione oppure con una contropressione di 1,4 atm, come avviene nei giorni di riposo per alimentare qualche servizio, come quello di riscaldamento. Notevole sviluppo hanno preso gli impianti di depurazione dell'acqua bruta, che può arrivare a 75 % del volume totale. *Ri.*

R. B. Purdy — **La centrale della Hudson Avenue.** (Power, giugno 1934, pag. 322-324, con 2 fig.). **20 f**

La centrale entrata in funzione dal 1924 con un gruppo da 50.000 kW ha raggiunto attualmente una potenza installata di 770.000 kW, che ha trovato posto in un edificio originariamente progettato per una potenza massima di 400.000 kW. Le prime 3 unità da 50.000 kW funzionano con vapore a 19 atmosfere. Furono successivamente installate una unità da 80.000 kW, poi 2 da 110.000 kW e in ultimo 2 unità tipo tandem-compound da 160.000 kW. Queste ultime 5 unità funzionano tutte a 28 atmosfere. Il locale caldaie è disposto in modo che un gruppo di 4 caldaie serve un gruppo generatore, cosicchè vi sono complessivamente 3 gruppi di caldaie a bassa pressione (19 atmosfere) e 5 gruppi ad alta pressione (28 atmosfere). Le caldaie del primo gruppo a 28 atm hanno una capacità di 140 tonnellate/h, quelle degli altri 2 gruppi sono da 350 tonnellate/h e quelle dei 2 gruppi di ultima installazione possono produrre ciascuno 530 tonnellate/h di vapore. Le caldaie ad alta pressione hanno surriscaldatori a convezione per temperatura massima di 400°. Alcune sono provviste di preriscaldatore d'aria fino a circa 360°, le altre ne sono sprovviste e hanno invece economizzatori. Le caldaie sono a griglia inclinata con alimentazione per di sotto, e pareti della camera di combustione a tubi d'acqua. La turbina da 80.000 kW ha 4 prese intermedie per riscaldamento dell'acqua; le 4 turbine maggiori hanno 2 sole prese, perchè il preriscaldamento dell'acqua si completa nell'economizzatore. L'ultima unità da 160.000 kW è provvista di apparecchi per la sorveglianza a distanza delle vibrazioni della turbina in 4 punti diversi e per la espansione e l'eccentricità dell'albero della parte ad alta pressione. I condensatori delle 2 unità da 160.000 kW hanno una superficie di circa m² 10.000 e sono i più grandi esistenti del tipo ad unico percorso. Tutti i servizi sono alimentati con motori elettrici, salvo 4 pompe a vapore. La regolazione della combustione avviene col sistema automatico. L'energia è generata a 13.800 V fuorchè nelle 2 ultime unità che sono a 16.500 V. *Ri.*

R. B. Purdy — **La centrale di South Amboy.** (Power, giugno 1934, pagine 320-322, con 2 fig.). **20 f**

La centrale di South Amboy nella Nuova Jersey (S. U.) fu una delle prime entrate in funzione con una pressione di vapore di 100 atmosfere e contiene attualmente 2 gruppi da 25.000 kW. Data l'elevata pressione si rende necessario l'impiego del surriscaldamento intermedio. La temperatura del surriscaldamento è uguale a quella iniziale e cioè di circa 180°. Il consumo di energia termica è di 3100 calorie per kWh. Sono installate 3 caldaie della potenzialità massima di 130 tonnellate/h, del tipo ad unico passaggio di fumi e provviste di lavatori del vapore. Il surriscaldatore primario è collocato sopra i tubi della caldaia; il vapore, uscendo da esso, attraversa un regolatore di temperatura del tipo a tubi immersi nell'acqua calda della caldaia e provvisto di un regolatore automatico di livello dell'acqua. Il surriscaldatore intermedio è collocato di seguito a quello primario ed ha una superficie di circa m² 1300; ad esso segue l'economizzatore che porta l'acqua a 280° e poi il preriscaldatore d'aria che eleva la temperatura di questa a 240°. Le caldaie a polverino hanno la camera di combustione a pareti raffreddate; il carico del focolare è di circa 180.000 calorie per ora e per metro cubo. Ogni caldaia è servita da 5 polverizzatori da 2,5 tonnellate/h, a ciascuno dei quali corrisponde un bruciatore. La regolazione della combustione è semiautomatica. Le turbine sono del tipo compound colla unità ad alta pressione, da 5770 kW, collocata sopra a quella a bassa pressione, da 19.230 kW; sono queste le prime turbine di tale tipo che vennero installate. Il gruppo ad alta pressione funziona a 3600 giri al minuto e quello a bassa pressione a 1800 giri al minuto. Vi sono 5 prese intermedie di vapore per preriscaldare l'acqua di alimentazione, che esce dall'ultimo riscaldatore a circa 214° e 55 atmosfere. Gli alternatori trifasi a 13.200 V sono del tipo ad avvolgimento a doppie sbarre. Tutti gli ausiliari, fuorchè le pompe dell'olio, sono comandate da motori elettrici. *Ri.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Parker Smith — **La funzione del lavoro di laboratorio e di progetto nell'istruzione degli ingegneri elettrotecnici.** (Engin., 16 marzo e 6 aprile 1934, pag. 309-311 e 395-396, con 8 fig.). **23**

Il collegio di Glasgow per l'istruzione tecnica, vanta un reparto di elettrotecnica fra i migliori dell'Inghilterra. Esso provvede alla formazione culturale tecnica degli allievi. L'Autore descrive l'organizzazione della Scuola, specialmente nelle parti relative alle istruzioni di gabinetto ed a quelle di progetto. Il materiale sperimentale è ricchissimo, ed offre l'opportunità di esercitarsi largamente nei varî campi di ricerche e di applicazioni. Le istruzioni che vengono impartite per eseguire i progetti, più che riferirsi alle macchine, riflettono principalmente gli sviluppi dei sistemi di trasmissione, gli apparecchi di comando e di controllo, ed infine le soluzioni dei problemi di attualità posti continuamente dal progresso della elettricità. L'autore riporta poi alcune considerazioni in cui espone dei criteri per rendere le istruzioni di progetto, e di laboratorio, atte a rispondere alle necessità della professione nel campo della elettrotecnica. *E. R.*

MACCHINE A COLLETTORE.

J. Berger — **Il motore polifase a collettore a caratteristica Shunt.** (Rev. Electr. Mec., settembre-ottobre 1934, pag. 1-12, con 13 fig.). **25 d**

Il motore polifase a collettore a caratteristica shunt è stato studiato per ottenere una soluzione soddisfacente del problema della regolazione di velocità nei motori asincroni. Lo statore della macchina è identico a quello di un motore asincrono comune e il rotore è simile a quello di una macchina a corrente continua. Il collettore ha la funzione di convertitore di frequenza nei rispetti delle tensioni indotte alla frequenza dello scorrimento nelle spire dell'avvolgimento secondario (rotore), cosicchè qualunque sia la velocità dell'indotto si può raccogliere fra due spazzole fisse poggianti sul collettore una tensione sempre alla stessa frequenza di quella primaria. Applicando una tensione ben definita alle spazzole del secondario,

il motore gira a vuoto con una velocità tale che la tensione indotta nel secondario e raccolta fra le spazzole sia sensibilmente uguale ed opposta alla tensione applicata. La tensione applicata alle spazzole è ottenuta con un trasformatore a prese multiple, e regolando tale tensione si può far variare la velocità del motore. In un altro tipo costruttivo il motore ha due avvolgimenti sulla parte mobile; uno è l'avvolgimento primario del motore e le sue fasi sono connesse ad altrettanti anelli su cui poggiano delle spazzole collegate alla rete; l'altro avvolgimento è simile all'indotto di una macchina a corrente continua ed è collegato ad un collettore; lo statore è identico a quello di un comune motore asincrono e costituisce il secondario. La regolazione di velocità in questo secondo tipo di motore si fa semplicemente spostando le spazzole. L'A. descrive con ampiezza le proprietà di questo motore e ne illustra alcune applicazioni, facendo rilevare che il secondo tipo costruttivo si presta soltanto per tensioni relativamente basse, di solito inferiori a 500 V. *Ri.*

K. SEDLMAYR — **Un nuovo diagramma per l'indebolimento del campo dei motori in serie a corrente continua.** (El. Bahnen, N. 3, marzo 1934, pag. 70-71, con 3 fig.). **25 c**

Le curve caratteristiche dei motori in serie a corrente continua a campo shuntato od indebolito vengono di solito dedotte da quelle del motore a pieno campo prendendo come elemento di riferimento la corrente nell'indotto. Il calcolo si semplifica se il riferimento viene fatto alla corrente di campo (più precisamente, alla corrente di campo per il motore a campo shuntato ed alla corrente di campo riferita a tutte le spire nel motore a campo indebolito). Si dimostra infatti, che, in funzione della corrente di campo, le forze elettromotrici per diversi valori del grado di indebolimento sono rappresentate da rette inclinate rispetto all'asse delle ascisse e che le corrente nell'indotto sono rappresentate da rette partenti dall'origine. Da una semplice relazione di proporzionalità, si può dedurre, per ogni valore della corrente di campo, la velocità del motore a campo shuntato da quella del motore a pieno campo. La determinazione grafica della nuova curva di velocità del motore è immediata. Pure assai semplice è il calcolo grafico della coppia. Un diagramma riportato dall'A. rende evidente il procedimento di calcolo. *V. D. Ma.*

MATERIALI.

WILLIAMS — **Il rinnovamento degli olii isolanti.** (Engin., 23 febbraio 1934, pag. 215-216, con 2 fig.). **26 f**

I processi di purificazione degli oli isolanti comprendevano i sistemi di purificazione per filtrazione e per centriguzione, ai quali si sono aggiunti più recentemente quelli per asciugamento nel vuoto e per trattamento col carbonio, metodi indicati specialmente per la deacidificazione. La nota si diffonde su questi ultimi e fornisce utili norme per una buona applicazione. Per neutralizzare l'acidità degli oli, il carbonio deve avere una netta reazione alcalina, e per determinare la quantità di carbonio richiesta per trattare un dato olio è necessario trovare la concentrazione degli ioni di idrogeno dell'acqua estratta dall'olio. *E. R.*

JAKEMAN — **Prove dei materiali isolanti per tubi di vapore.** (Engin., 5 e 19 gennaio, 16 febbraio e 2 marzo 1934, 10 pag., 8 fig., 9 tav.). **26 v**

L'Autore descrive il metodo utilizzante il vapore secco, ma poichè per esso si richiede un funzionamento perfettamente stabile della caldaia di alimentazione del vapore, si è sostituito ad esso un nuovo metodo, quello elettrico. Un tubo, ricoperto della sostanza di cui va studiato il potere coibente, viene riscaldato mediante resistenze uniformemente ripartite intorno e lungo esso. L'uniformità della temperatura è controllata da 64 coppie termo-elettriche. Le equazioni generali delle perdite di calore permettono di calcolare il rendimento di un rivestimento di differenti dimensioni da quello studiato. L'Autore discute l'esattezza di questi calcoli e tratta delle costanti che vi intervengono. Infine vengono indicati i rendimenti dei rivestimenti di diversi materiali per spessori di 25 a 70 mm, e viene mostrato come si possa estendere l'applicazione della formula indicata al caso in cui il rivestimento si componga di parecchi strati di materiali diversi. *E. R.*

MISURE.

L'installazione per prove di corto circuito nelle Officine Oerlikon. (Bull. Oerlikon, maggio-giugno 1934, pag. 858-860 e luglio 1934, pag. 861-865, con 18 fig.). **28 d**

Viene descritto l'impianto per le prove di corto circuito dei grandi alternatori e per le prove di capacità di rottura degli interruttori. Lo schema generale è assai semplice: l'alternatore di corto circuito, che può essere connesso a stella od a triangolo e in serie od in parallelo, lavora attraverso bobine di reattanza, direttamente od attraverso un trasformatore, sull'apparecchio da provare, dietro il quale si stabilisce il corto circuito.

Il locale adibito a tali prove ha un'area di m 20 per 30 ed è diviso longitudinalmente in due parti, di cui una serve da sala macchine, mentre l'altra funziona da vero locale di prova. Gli apparecchi da provare vengono installati in una fossa disposta in una parte del locale opportunamente protetta pei casi di esplosione. È naturalmente installata tutta una complessa apparecchiatura di misura e di registrazione. L'alternatore di corto circuito è un turboalternatore da 1500 giri/min, a 12.000 V per una corrente nominale di 3.000 A, corrispondente ad una potenza di 62.500 kVA; esso è costruito in modo che in caso di corto circuito sotto la tensione di 14.000 V può fornire una potenza istantanea di oltre 1.000.000 di kVA. L'alternatore può fornire una punta di corrente di oltre 300.000 A e permette perciò di effettuare prove di resistenza dinamica delle bobine di trasformatori, ecc. Particolare importanza hanno assunto le fondazioni della macchina e i dispositivi di protezione. I corti circuiti vengono di solito prodotti mediante l'interruttore di protezione, che ha una capacità di rottura di 1.000.000 kVA. Vengono descritte con qualche dettaglio le singole parti costituenti l'impianto di prove e sono poi riportate notizie, corredate anche da numerosi oscillogrammi, sulle esperienze eseguite per lo studio dei perfezionamenti costruttivi degli interruttori per grandi potenze. *Ri.*

Determinazione media delle proprietà magnetiche su piccoli campioni di lamiera. (Revue de Métallurgie, febbraio 1934, 2 pag., 2 fig.). **28 b**

Per determinare le perdite per isteresi nelle lamiere si ricorre frequentemente al metodo di Epstein. Con tale sistema, operando su di un nucleo magnetico del peso di circa 10 kg, si viene a conoscere la media delle diverse proprietà magnetiche, ma non riesce possibile apprezzare singolarmente le proprietà dei singoli lamierini costituenti il nucleo. La cosa è ora resa possibile con un nuovo sistema adottato dalla A. E. G., con il quale il peso del nucleo magnetico di prova viene ridotto a 50 ÷ 100 gr. Sia il procedimento che l'apparecchio impiegato, che la nota descrive, risultano più economici del sistema ormai classico dell'Epstein. *E. R.*

J. B. LEES — **L'equipaggiamento di un moderno impianto di tarature industriali per strumenti elettrici.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 451, luglio 1934, pag. 41-53 e discuss. fino a pag. 62, con 17 fig.). **28 d**

L'impianto descritto dall'A. può controllare 10.000 contatori all'anno. Per la taratura dei contatori a c. c. servono 2 gruppi di conversione, uno per 210 volt e 20 ampere e l'altro per 70 volt e 100 ampere; la regolazione delle due dinamo viene eseguita agendo sull'eccitazione. Per la taratura dei contatori a c. a. è disponibile qualunque tensione fra 5 e 500 volt in monofase (e fra 8,66 e 866 volt in trifase) e qualunque corrente da 0,005 fino a 500 ampere. Tutte le manovre si compiono su un apposito quadro di 7 pannelli col quale si possono realizzare tutte le condizioni di carico volute senza bisogno di fare collegamenti di fortuna. Tre trasformatori monofasi da 1 kVA con 10 ampere primari possono dare al secondario le correnti di 2,5 - 5 - 10 - 25 - 50 - 100 ampere, mentre per le correnti di intensità fino a 500 ampere servono altri tre trasformatori monofasi da 3 kVA previsti per una corrente primaria massima di 10 ampere. La regolazione della corrente viene eseguita sul primario dei trasformatori in modo da garantire all'onda di corrente una forma sinusoidale poichè il nucleo è stato progettato con un'induzione massima di 5000 gauss. Vi sono inoltre 3 trasformatori di tensione da 2 kVA alimentati al primario con 400 volt mentre al secondario possono dare fino a 500 volt; l'impianto è completato da un regolatore di fase ad induzione da 1,5 kVA. Il banco di prova può tarare fino a 60 contatori contemporaneamente. *I. L.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

L. SCHOMBOURGER — **Irregolarità della coppia all'avviamento nei motori a induzione con rotore avvolto.** (Rev. Electr. Mec., luglio-agosto 1934, pag. 1-7, con 5 fig.). **29 a**

La teoria elementare dei motori a campo rotante si basa sulla ipotesi di campi sinusoidali, mentre in realtà cogli avvolgimenti che si effettuano in pratica si ottengono campi di forma complessa contenenti armoniche, alcune delle quali hanno un'importanza abbastanza grande per modificare sensibilmente certe proprietà del motore a induzione teorico. Così nei motori a induzione col rotore avvolto il valore della coppia all'avviamento varia assai notevolmente, secondo la posizione del rotore rispetto allo statore, mentre essa è costante nel motore teorico. L'A. studia in particolare questi fenomeni per diversi tipi di motore, dandone la giustificazione teorica, dimostrando come le irregolarità della coppia non siano dovute alle armoniche di dentatura, ma piuttosto alle armoniche derivanti dalla forma generale trapezoidale del campo di una fase. È possibile attenuare considerevolmente le irregolarità della coppia facendo uso per uno degli avvolgimenti di un passo frazionale. Sostanzialmente basta purificare la curva di campo di uno degli avvolgimenti per ottenere la regolazione della coppia, poichè un'armonica di ordine dispari esistente su una delle armature non può dar luogo ad una coppia, se non esiste una armonica dello stesso ordine nel campo dell'altra armatura. L'A. mette tuttavia in evidenza come i feno-

meni di irregolarità della coppia siano, nella maggior parte dei casi, praticamente trascurabili; essi divengono particolarmente sensibili nelle applicazioni nelle quali occorre sviluppare all'avviamento una coppia molto elevata, prossima a quella massima del motore. *Ri.*

MOTORI PRIMI.

Guy e Winstanley — **Fattori che intervengono nella costruzione dei condensatori a superficie. (Engin., 9 e 16 febbraio e 2 marzo 1934, pag. 9, con 15 fig. e 2 tav.).** **30 d**

Misure accuratamente eseguite hanno mostrato che in tutti i casi nei quali il vuoto è difettoso, si ha una considerevole caduta di pressione del vapore nel percorso attraverso i tubi. Le esperienze, effettuate con condensatori muniti di tubi disposti in diverse maniere, hanno mostrato che questa caduta di pressione dipende dal numero dei tubi attraversati prima che la condensazione sia completa e dal diametro del fascio dei tubi stessi. Gli autori riportano alcuni risultati sperimentali e indicano altresì il modo di condurre il calcolo per valutare questa caduta di pressione e per determinare la sua influenza sugli scambi di calore attraverso i tubi delle differenti parti del fascio. Essi mostrano il modo di utilizzare il coefficiente totale di trasmissione K_t ed il coefficiente di trasmissione del calore dell'acqua al tubo K_w, determinato sperimentalmente, per dedurne il coefficiente K_s di trasmissione del calore del vapore al tubo ed indicano le prove effettuate. Nell'articolo viene altresì considerato l'effetto dello stato delle pareti interne dei tubi, l'effetto della caduta di pressione nell'eiettore, i metodi di misura delle perdite di carico nei sistemi a circolazione d'acqua ed i sistemi di circolazione dell'acqua per termosifone. *E. R.*

Qualcuno dei principali fattori nella costruzione dei motori Diesel moderni. (La Tech. Mod., 1 settembre 1934, pag. 599-602, con 12 fig.). **30 d**

La nota riporta i punti salienti della conferenza di Blanche all'Association Polytechnique d'Oslo, la quale parte dalla premessa che l'esistenza di tanti costruttori di motori Diesel mostra che vi sono ancora molti progressi da fare. Le parti fondamentali soggette ad usura in un motore Diesel sono: la camicia ed i segmenti, per i quali quindi assume grande importanza il materiale impiegato. Vengono indicati diversi tipi di camicie, adattate internamente al cilindro o riportate su di esso con flange, ecc., con figure illustrative. Si passa indi a trattare del materiale per il quale si consiglia di ricorrere alla ghisa perlitica nella costruzione delle càmicie, dei fondi, dei pistoni e dei segmenti. Circa il funzionamento viene accennato all'inconveniente assai dannoso che rappresenta la contropressione in un Diesel, nei riguardi della combustione, con conseguente riduzione di potenza. Un cenno viene poi rivolto agli organi secondari, come pompe d'iniezione, dispositivi di regolazione, ecc. Infine si accenna a qualche costruzione caratteristica fra cui va segnalato il più grande motore a due tempi, a doppio effetto che è pure il più grande in linea assoluta, della potenza di 16.000 kW, a otto cilindri, alesaggio 840 mm, corsa 1500 mm, peso per kW effettivo kg 75. *E. R.*

F. Ohlmueller — **L'influenza della caldaia Benson sullo sviluppo degli impianti termici. (J. I. E. E. Londra, LXXV, 452, agosto 1934, pagine 161-170 e discussione fino a pag. 184, con 17 fig.).** **30 d**

Le caldaie ad altissima pressione (fino al punto critico) danno una produzione di vapore più regolare e con titolo prossimo alla unità; il pericolo di depositi salini nell'interno dei tubi viene eliminato costruendo la caldaia a sezioni in modo da permetterne la pulitura senza dover interrompere il funzionamento. La pressione massima più conveniente espressa in atmosfere è il doppio della produzione di vapore espressa in tonn/h. I tubi hanno un diametro compreso fra 20 e 30 mm; mancano i collettori di vapore; il peso della caldaia Benson, il costo e l'ingombro sono inferiori a quelli delle caldaie ordinarie. Il principale vantaggio di questa caldaia è di permettere una variazione della pressione entro limiti molto ampi con un rendimento che è sempre compreso fra l'84 e l'81 %. L'A. descrive un impianto previsto per funzionare con un carico di base di 5.000 kW e con un carico massimo di 20.000; la turbina di tipo misto ad azione radiale ed a reazione assiale ha un rendimento del 77 % a 5000 kW e del 75,5 % a 20.000 kW, come pure l'alternatore trifase ha un rendimento compreso fra il 96,5 ed il 95 %. Il consumo di calore è di circa 3600 calorie/kWh fino alla potenza di 15.000 kW e poi sale a 4000 calorie/kWh a 20.000 kW; la variazione del carico è ottenuta variando la pressione in caldaia, la modesta quantità di acqua presente rende molto rapida la regolazione del carico.

Discussione. — La caldaia Benson, nella sua prima forma del 1922 era composta di un tubo piegato a spirale; al presente vi sono in funzione 5 caldaie Benson a tubi prevalentemente rettilinei. Le palette delle turbine si corrodono più facilmente quando sono battute dal vapore a pressione elevata poichè in queste condizioni il vapore porta con sè dei sali che normalmente restano in caldaia; bisognerebbe che il residuo secco di 1 litro d'acqua potesse essere ridotto a meno di 7 mgr per far scomparire questo inconveniente. In un impianto alimentato da caldaie Benson si può ottenere un rendimento complessivo del 44,6 %. La circolazione dell'acqua nei tubi deve essere attivata mediante un'apposita pompa, la potenza richiesta da questo servizio ausiliario è dal 3 al 4 % della potenza massima erogata dalla turbina. *I. L.*

RADIOTECNICA.

A. Kessler — **Le condizioni acustiche delle sale di audizione. (La Tech. Mod., 1 agosto 1934, pag. 509-514, con 4 fig.).** **34 v**

Le ricerche scientifiche e sistematiche delle condizioni acustiche delle sale di audizione hanno avuto luogo solo recentemente, e, l'Autore, richiamati gli elementi del problema, le definizioni adottate, ed i metodi generalmente ammessi, passa poi a trattare delle proprietà richieste per i materiali utilizzati per la correzione acustica. In un successivo studio egli esamina alcuni casi di pratica applicazione.

Vengono così chiariti i concetti su: l'eco; la pressione sonora; l'energia sonora; il flusso di energia sonora; l'intensità sonora; il livello di intensità sonora; l'assorbimento; il riverbero. A questi si aggiungono le condizioni dell'audizione: condizioni di chiarezza, condizioni di potenza. Tutte queste proprietà sono espresse da formule con parametri ben definiti per le caratteristiche acustiche delle superfici. In questo campo sono considerati: gli effetti dell'assorbimento e riflessione della neve; gli effetti di una superficie riflettente; l'assorbimento e riflessione in uno studio di registrazione; gli effetti in un appartamento, in una sala moderna di spettacoli, in un teatro antico. Su queste basi e con riferimento a studi ed esperienze, l'Autore fonda le leggi di propagazione e di riflessione sonora, lo studio dell'assorbimento, il modo di impiego dei materiali, e ne mostra l'applicazione alla risoluzione di problemi in qualche caso concreto. *E. R.*

H. A. Thomas — **L'emissione di speciali segnali radio per lo studio della ionosfera. (J. I. E. E. Londra, LXXV, 452, agosto 1934, pag. 240-250, con 8 fig.).** **34 g**

Per lo studio sistematico della ionosfera è stato costruito uno speciale trasmettitore col quale è possibile realizzare entrambi i metodi: a variazione di frequenza e ad impulsi isolati per determinare l'altezza dello strato ionizzato sulla superficie del terreno. L'apparecchio può produrre tutte le lunghezze d'onda da 1200 a 50 m suddivise in 3 campi distinti; da 1200 a 250, da 250 a 80 e da 80 a 50 m. L'A. dà lo schema dell'apparecchio ed alcuni dettagli costruttivi.

La variazione momentanea della frequenza dell'onda portante e la produzione degli impulsi sono affidate a dispositivi automatici ed è possibile passare dall'una all'altra con grande facilità. Gli impulsi hanno una forma ben definita ed una durata di circa 300 microsecondi, la frequenza degli impulsi può essere di 100, 50 oppure 25 al secondo. L'impianto è completato da un oscillografo a raggi catodici previsto per eseguire il controllo della forma dell'onda portante e degli impulsi sovrapposti. L'impianto è già in funzione da 15 mesi con esito soddisfacente ed ha sostituito un apparecchio precedente col quale si misurava da 2 anni regolarmente l'altezza dello strato di Heaviside seguendo il metodo della variazione di frequenza; col nuovo apparecchio si possono realizzare 60 frequenze diverse nel tempo di mezz'ora. L'apparecchio è previsto anche per trasmettere delle onde a frequenza costante utilizzabili per il controllo della frequenza di altre stazioni radiotrasmittenti ed anche per radiotelefonia. *I. L.*

R. L. Smith-Rose — **Misure elettriche con corrente alternata sul terreno. (J. I. E. E. Londra, LXXV, 452, agosto 1934, pag. 221-237, con 8 fig.).** **34 v**

Le misure con c. a. eseguite su campioni prelevati da diversi punti del terreno danno dei valori di resistività sempre crescenti col crescere della frequenza mentre la costante dielettrica apparente diminuisce col crescere della frequenza. Recentemente sono state eseguite delle misure con c. a. di frequenza fino a 60 megahertz usando metodi derivati dalle teorie sulla propagazione delle onde radio alla superficie della terra. Si seguono di solito due vie: o si misura la inclinazione delle linee di forza del campo elettrico sulla superficie del terreno (che dovrebbe essere di 90° se il terreno fosse un perfetto conduttore) oppure si misura l'attenuazione delle onde radio a varia distanza dall'aereo trasmittente. Le misure a radiofrequenza, eseguite come ora è detto, danno dei valori medi di resistività e di costante dielettrica relativi alla zona di terreno in esperimento.

L'A. ha eseguito una serie di misure disponendo il campione di terra fra le armature di un condensatore cilindrico; l'approssimazione realizzata è risultata del 10 % controllata col prelevamento di diversi campioni da una stessa zona di terreno a composizione presumibilmente uniforme; la tensione applicata alle armature era di 0,5 volt però è stato notato che i risultati restano invariati anche variando la tensione da 0,1 a 1 volt. L'umidità ha una grande influenza sulle caratteristiche elettriche del terreno. La conducibilità del terreno è praticamente costante variando la frequenza da 25 a 1.000.000 hertz e poi tende ad aumentare leggermente. La costante dielettrica assume il valore massimo di 100.000 alla frequenza di 50

periodi/sec (probabilmente per un fenomeno di polarizzazione superficiale che si riscontra spesso negli elettroliti) e si riduce a 30 quando la frequenza sale a 30 milioni di hertz. La conducibilità diminuisce linearmente con la temperatura con un coefficiente variabile dal 2 al 2,5 % per ogni °C da 5 a 30 °C (misurato a 1,2 megahertz); in corrispondenza dello zero si osserva una brusca diminuzione della conducibilità in conseguenza del congelamento dell'acqua. La costante dielettrica della terra non varia con la temperatura al disopra di 0° C ed ha un valore di 45 (a 1,2 megahertz); a 0° C si osserva una brusca diminuzione della costante dielettrica fino a circa 14. La costante dielettrica dell'acqua pura è di 80 e quella del ghiaccio è di 4.

Attualmente sono in corso ricerche sistematiche sulle caratteristiche elettriche del terreno in ogni punto del territorio inglese per iniziativa del dipartimento della Posta. I campioni di terra sono prelevati a diverse profondità prestabilite (fino a 100 m) sigillati entro vasi di vetro in modo da mantenerne costante il contenuto igrometrica ed inviati ad un ufficio centrale di controllo per l'esame completo. Per quanto riguarda le comunicazioni radio interessa conoscere le caratteristiche del terreno fino ad una profondità tanto minore quanto maggiore è la frequenza dell'onda portante. Con una frequenza di 100 chilohertz solo il 10 % dell'energia d'aereo supera i 15 m di profondità, a 1000 chilohertz il limite si riduce a 6 m ed a 10.000 chilohertz si riduce a 2,5 m. Questi valori sono solo indicativi poichè la penetrazione delle onde radio è in relazione con la conducibilità e la costante dielettrica ed è influenzata dalle stratificazioni del terreno.

I. L.

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ecc.

M. Barrère — **Il Congresso della Bassa Tensione.** (Lione, 14-16 giugno 1934). (La Tech. Mod., 15 agosto 1934, pag. 559-560). **35**

Al Congresso parteciparono tre categorie di elettricisti: i costruttori di materiale elettrico; gli installatori elettrici, ed i distributori di energia elettrica, e furono presentati e discussi 46 rapporti. Dall'esame dei vari rapporti è apparsa la necessità di procedere alla normalizzazione per assicurare l'intercambiabilità dei pezzi, e ciò specialmente nel campo dell'apparecchiatura. Nel dominio della radio-diffusione richiamò particolare attenzione la legislazione protettiva contro i parassiti di origine industriale, e la necessità che sul mercato non vengano lanciati che apparecchi completi e che presentino una buona sicurezza. Inoltre per quanto riflette l'orientamento professionale, l'organizzazione dell'addestramento, l'emanazione di regolamenti e controllo delle installazioni a bassa tensione, come sulle misure per la sicurezza delle persone, furono formulati voti perchè le Autorità esercitino un controllo continuo demandando per ciò un organo adatto. I rapporti furono divisi in cinque gruppi principali: il primo relativo alle questioni professionali e commerciali (con 13 rapporti); il secondo relativo ai materiali ed apparecchiatura (con 9 rapporti); il quarto relativo all'illuminazione (con 4 rapporti); il quinto relativo alla sicurezza ed all'addestramento (con 7 rapporti).

E. R.

STATISTICA.

J. Leonpacher — **La produzione e distribuzione dell'energia elettrica da parte dello Stato in Baviera.** (E. T. Z., N. 7 del 15 febbraio 1934, pag. 161-164, con 1 fig.). **36**

L'articolo tratteggia lo sviluppo e l'organizzazione della produzione e distribuzione dell'energia elettrica da parte dello Stato in Baviera.

Vi è un'azienda principale di produzione, il Bayernwerk che dispone di due grandi centrali e di una vasta rete a 110 kV: questa forma lo scheletro di tutta l'organizzazione bavarese, che dispone di altre imprese facenti capo a quella principale. Quattro tabelle corredano l'articolo: da esse si possono rilevare numerosi dati delle centrali bavaresi, in prevalenza idroelettriche, delle reti interconnesse e della produzione di energia elettrica fino al 1932. Parte notevole dell'energia prodotta viene utilizzata per la trazione elettrica che in Baviera è notevolmente sviluppata sulle linee della Reichsbahn.

Tt.

H. Kyser — **Economia della produzione e distribuzione dell'energia elettrica in Turingia.** (E. T. Z., N. 6 dell'8 febbraio 1934, pag .137-139, con 1 fig.). **36**

L'A. tratteggia il quadro di come è organizzata la produzione e la distribuzione dell'energia elettrica in Turingia, ove ben 28 aziende municipali o private provvedono alla bisogna. Impulso è stato dato anche all'elettrificazione rurale e a questo scopo è stata istituita un'apposita Società sovvenzionata dalle aziende esercenti. Di recente è stata messa in servizio una centrale ad accumulazione idraulica per i servizi di punta. L'articolo è completato con dati sulle caratteristiche di potenza installata e di produzione eseguita nel 1932 da parte delle diverse centrali del territorio.

Tt.

TARIFFICAZIONE E VENDITA.

W. Willing e O. Kogelschatz — **La politica delle tariffe dell'energia elettrica in Svezia.** (E. T. Z., N. 5 del 1° febbraio 1934, pag. 118-121, con 3 fig.). **37**

L'A. dà prima un cenno della situazione dell'industria elettrica in Svezia e analizza poi le diverse tariffe che vengono colà applicate. In complesso vi sono due tariffe principali, una per applicazioni industriali e l'altra per applicazioni agricole. Quest'ultima in generale comprende un canone fisso proporzionale alla superficie coltivata e un canone fissato in base al consumo annuale nonchè al consumo di energia che supera un certo limite, fissata in base ai due canoni precedenti. Inoltre d'estate l'energia consumata in più viene fatturata a un prezzo minore. Per applicazioni elettrodomestiche le società elettriche in Svezia fanno condizioni molto incoraggianti, come prova la continua crescente diffusione dei relativi apparecchi in tale Paese.

Tt.

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

Le telecomunicazioni nel 1933. (Annales P. T. T., agosto 1934, pag. 744-768). **38 a**

L'annata 1933 ha segnato in generale una ulteriore contrazione nei traffici telegrafici nella maggior parte dei Paesi e specialmente nel servizio internazionale. In Germania fra Berlino e Amburgo si è inaugurato un servizio di abbonati al telegrafo, che possono scambiarsi direttamente messaggi senza intervento di nessuna centrale. Si è intensificata la sostituzione delle linee telegrafiche aeree con altre in cavo nei collegamenti internazionali. Parecchie amministrazioni telegrafiche hanno introdotto nuove forme di servizio per gli utenti. Si è manifestata in generale una tendenza a perfezionare i servizi telegrafici minacciati dalla concorrenza di quelli telefonici. Si è inaugurato il servizio fototelegrafico fra Parigi e Berlino, Londra e Roma su circuiti telefonici e fra la Germania e il Siam, come pure fra la Germania e San Francisco, per via radio. Si sono sviluppate in parecchi Paesi le linee fototelegrafiche. La telefonia ha segnato un traffico poco diverso in generale da quello dell'anno precedente. In Inghilterra si è introdotto il servizio delle « Conferenze telefoniche » cioè collegamenti multipli fra abbonati, che possono parlare fra loro. In Germania si è messo in servizio un dispositivo ad altoparlante collegato all'apparecchio telefonico ordinario. Si è iniziato in qualche Paese il collegamento telefonico dei treni in corsa con le linee fisse. Nel 1933 è stato adottato in Inghilterra il sistema telefonico « bypath » che si è poi esteso ad altri Paesi. Nella radiotecnica non sono da segnalare scoperte ed innovazioni di grande importanza, sebbene sia continuato il progresso su una quantità di particolari. È da ricordare specialmente l'introduzione delle onde ultracorte. Vengono ricordati molti dati relativi alla diffusione dei servizi radiotecnici. Nel campo della televisione è citato specialmente l'iconoscopio di Zworykin, che comprende un mosaico di 3 milioni di piccole cellule fotoelettriche, che viene rapidamente esplorato da un fascio di raggi catodici. Esperienze interessanti sono state eseguite in Germania e in Inghilterra.

Ri.

Perturbazioni causate dalle linee di trasmissione di energia sulle linee di telecomunicazione. (Engin., 16 febbraio 1934, pag. 195-196).

Ogni perturbazione può convenzionalmente esprimersi in funzione di una forza elettromotrice alla frequenza di 800 periodi/secondo, cioè alla frequenza prevalente in una trasmissione telefonica. Essa può esprimersi in centesimi della tensione totale e questa percentuale — fattore di interferenza telefonica — può essere mantenuta fra i valori 0,5 ed 1. Le perturbazioni possono essere fortemente diminuite mediante conveniente scelta dei generatori e dei trasformatori, e con l'impiego di adatti filtri e di prese di terra, come con l'utilizzazione di cavi sotterranei, da preferirsi alle linee aeree.

E. R.

B. S. Cohen — **Ricerche nel laboratorio centrale della posta inglese.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 452, agosto 1934, pag. 131-151 e discussione fino a pag. 160 con 17 figure). **38 v**

Un complesso di laboratori equipaggiati per seguire ogni sorta di ricerche sugli apparecchi telefonici e telegrafici e sulle linee di collegamento relative è stato ultimato a Dollis Hill per conto delle Poste Inglesi; si tratta di una dozzina di edifici indipendenti distribuiti su un'area di circa 37.500 m². L'impianto è stato iniziato nel 1920 con baracche di legno ed ha assunto un carattere stabile con costruzioni in muratura da circa 2 anni. Il personale dirigente è costituito da un ingegnere capo coadiuvato da 3 assistenti principali dai quali dipendono 11 ingegneri distribuiti nei singoli reparti. I laboratori sono provvisti di tutti gli strumenti per le ricerche chimiche, fisiche, elettriche e metallografiche sui materiali che entrano nella costruzione degli impianti telefonici. Le proprietà acustiche, le correnti circolanti, le distorsioni, le attenuazioni, i disturbi e la durata dei telefoni, sono valutabili con tutta precisione in appositi reparti. Uno speciale laboratorio si occupa dei cavi sottomarini e sotterranei, per quanto riguarda la fabbricazione, la posa e l'individuazione dei guasti. Una serie di laboratori servono a studiare speri-

mentalmente gli apparecchi telegrafici con speciale riguardo ai tipi moderni a trascrizione automatica. Infine esiste anche un laboratorio attrezzato per lo studio degli apparecchi di segnalazione dei telefoni automatici. Una ben provvista libreria completa tutti i laboratori.

Discussione. — I lavori eseguiti nei laboratori ora descritti hanno una notevole importanza pratica poichè possono essere utilizzati dai fabbricanti di materiale telefonico allo scopo di migliorare il loro prodotto. Nelle misure di resistività di isolamento si usa l'elettrometro di Dolezalek col quale si possono misurare delle resistenze persino di 10^{16} ohm, mentre col galvanometro d'Arsonval non si superano i 10^{13} ohm. *I. L.*

TRASFORMATORI.

V. M. MONTSINGER e W. M. DANN — **Sovracarico dei trasformatori.** (Elec. Eng., ottobre 1934, pag. 1353-1356). **39 a**

Gli AA. riferiscono su nuove proposte dell'apposito Comitato dell'A.I.E.E. a proposito dei sovraccarichi tollerabili nei trasformatori per brevi periodi di tempo. Fino al 1930 le Norme americane non facevano menzione di sovraccarichi ammissibili limitandosi soltanto a stabilire il carico normale in definite condizioni con sovrariscaldamento non superiore a 55°. Nel 1930 si emisero delle « raccomandazioni » circa il carico dei trasformatori in servizio con temperature ambienti inferiori a quelle normali e attualmente si tende a meglio definire la questione. Il deterioramento degli avvolgimenti è funzione, come è noto, della temperatura e del tempo e perciò si è fissata anzitutto una scala di temperature massime tollerabili in funzione della durata e precisamente: 95° per carico continuo, 160° per un minuto, 250° per 5 minuti secondi o meno. Si è poi passati a considerare i savracarichi transitori distinguendo fra quelli accidentali e quelli periodici stabilendo una tabella in cui per diverse durate che vanno da 2 secondi a 2 ore si stabiliscono i sovraccarichi tollerabili, accidentali o ricorrenti, distinguendo il caso in cui il sovracarico si manifesti dopo un periodo di regime a vuoto o dopo un periodo di regime a pieno carico normale. La tabella riguarda soltanto i trasformatori in olio a raffreddamento naturale, mentre nulla è stato ancora stabilito per quelli a raffreddamento artificiale. *N.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Fenomeni di fulminazione su linee a 220 kV. (Elec. Eng., novembre 1934, pag. 1443-1447). **40 d**

Vengono riassunte le notizie disponibili riguardo ai fenomeni di fulminazione su linee a 220 kV, a proposito dei quali poco ancora è stato pubblicato. Le notizie presentate sono state desunte da un referendum eseguito con speciale questionario presso le Società americane. La maggior parte delle linee a 220 kV in America sono del tipo costruttivo coi 3 conduttori di ogni terna in un piano orizzontale, con distanziamenti da 6 a 9 metri circa e altezze di pali da 12 a 22 m per una sola terna e da 28 a 34 m nel caso di 2 terne. Tutte le linee, ad esclusione di 3 sole, hanno uno o più fili di terra; le più recenti ne hanno 2; numerosi dati numerici sono riferiti circa le posizioni e i distanziamenti di fili di terra sulle palificazioni. Su 6 delle 19 linee considerate si fa uso anche di contrappesi; la resistenza di terra dei pali varia da una media di 16 ohm (più frequentemente) fino a una media di 300 ohm. Dal complesso delle osservazioni riportate in una grande tavola numerica sembra dimostrato che la presenza di conduttori di terra riduca assai il numero dei danneggiamenti, specialmente nel caso di piccole resistenze di terra. La posizione relativa dei fili di terra rispetto ai conduttori di linea sembra avere piccola importanza specialmente se la resistenza di terra è elevata. Le scariche superficiali sulle catene di isolatori non producono danni sensibili agli effetti del servizio e della sicurezza della linea. L'uso dei contrappesi sembra essere efficace specialmente nelle zone molto temporalesche, tuttavia occorrono al riguardo ulteriori osservazioni non essendo sufficientemente decisivi i dati raccolti. Quando non si faccia uso di fili di guardia, praticamente ha ben poca importanza che la resistenza di terra dei pali sia bassa. *N.*

L. MAGGI — **Problemi pratici di tensione nello studio dei trasporti di energia elettrica.** (L'En. Elettr., ottobre 1934, pag. 801-807, con 9 fig.). **40 b**

L'A. osserva che, sebbene le linee ad altissima tensione siano praticamente standardizzate nelle loro caratteristiche fisiche, come il diametro dei conduttori e la loro distanza, tuttavia il comportamento elettrico e il risultato economico può variare assai da linea a linea secondo la differenza di tensione fra la stazione di partenza e quella di arrivo. L'A. esamina appunto l'influenza di tale variabile facendo riferimento al caso particolare di una linea di km 250 a 430 kV. Si posono considerare praticamente 3 soluzioni: caduta di tensione nulla per qualsiasi carico, caduta di tensione costante per qualsiasi carico, caduta di tensione variabile in funzione del carico. Queste 3 soluzioni vengono esaminate e confrontate fra loro sotto gli aspetti del rendimento, dell'economia di impianto, dell'elasticità e stabilità di funzionamento e della sicurezza e regolazione. Da tale esame emerge che tutte le 3 soluzioni hanno vantaggi e svantaggi, tanto che riesce impossibile fissare una norma assoluta per il progettista. Sta il fatto ad ogni modo che la caduta di tensione in linea costituisce la caratteristica più saliente della trasmissione ed influisce più di ogni altro fattore sul funzionamento finale di essa. L'A. rileva ancora l'importanza dei condensatori sincroni, osservando però che molti dei vantaggi che essi offrono possono essere pure raggiunti, facendo uso invece di trasformatori a rapporto variabile sotto carico o di trasformamatori serie utilizzati come devoltori o survoltori. Queste soluzioni però, pur apparendo economicamente preferibili, presentano numerosi inconvenienti, che l'A. accenna e di cui va tenuto conto nel ricercare la soluzione da adottare. *Ri.*

O. G. C. DAHL e A. E. FITZGERALD — **Circuiti equivalenti nei problemi di stabilità.** (Elec. Eng., settembre 1934, pag. 1272-1282 con 20 fig.). **40 f**

L'uso dei circuiti equivalenti può essere utilmente esteso allo studio dei problemi inerenti alla stabilità dei sistemi di trasmissione di energia. Gli AA. studiano in particolare l'impiego di circuiti equivalenti per quanto riguarda l'estremità ricevente di un sistema, presentando anche alcuni esempi di applicazione e discutendo ampiamente l'attendibilità del metodo proposto. Prendono in considerazione in modo speciale il caso di una centrale idroelettrica connessa con una lunga linea ad un sistema esistente e che comprende centrali generatici, cabine e carichi. Propongono due soluzioni: una mediante una rappresentazione esatta e un'altra con una rappresentazione semplificata consistente in un generatore equivalente e un carico equivalente. Questo metodo semplificato sembra esser sufficiente per il grado di approssimazione richiesto nei casi pratici dell'industria e conduce a risultati numerici in accordo con quelli che si ottengono col metodo esatto. L'ipotesi pure semplificativa che il carico abbia una impedenza costante sembra influisca sensibilmente sui risultati relativi alle caratteristiche della potenza reattiva, specialmente quando si conducono le calcolazioni collo schema semplificato; sembra quindi prudente non assumere costante l'impedenza del carico ma attribuire a carico equivalente opportune caratteristiche secondo direttive indicate dagli AA. Il modo di costruire il circuito equivalente e di valutare le caratteristiche che bisogna assegnare alle parti che lo costituiscono viene ampiamente indicato. Un esempio di applicazione ad un caso reale illustra l'impiego del metodo che viene pure facilitato dall'impiego di grafici e di diagrammi riportati. Nello svolgimento dell'articolo vengono anche considerati altri metodi di rappresentazione approssimata del circuito ricevente, discutendone e confrontandone l'utilità. *N.*

A. EGLI — **La ripartizione più economica del carico reattivo su diverse centrali.** (Schweiz. Elek. Verein. Bull. N. 4, 1934, pag. 104-108, con 4 fig.). **40 f**

L'A. dimostra che, allorquando si acquista l'energia da diverse centrali, attraverso a differenti linee, è possibile ottenere una ripartizione optimum del carico reattivo, per la quale le spese annuali dipendenti dalle perdite per il trasporto sono minime. Tale ripartizione è basata unicamente sulle spese di potenza attiva, al momento dato dell'esercizio delle centrali prese in considerazione per la fornitura dell'energia, e sulle resistenze ohmiche delle linee di trasporto tra la rete comune e gli alternatori. La ripartizione optimum del carico reattivo si ha quando le potenze reattive delle diverse linee sono inversamente proporzionali al prodotto delle spese di potenza attiva al momento dato, per la resistenza ohmica della linea considerata. *A. Bs.*

C. L. GILCKESON e P. A. JEANNE — **Sovratensioni sulle linee di trasmissione.** (Elec. Eng., settembre 1934, pag. 1301-1309, con 15 fig.). **40 d**

Gli AA. considerano le così dette « sovratensioni dinamiche » intendendo con tale termine le tensioni transitorie dovute alla formazione di un arco in un punto di guasto, escludendo quelle dovute a scariche atmosferiche od a manovra di interruttori. Le osservazioni sono state fatte su parecchie grandi linee, con o senza neutro a terra, o provviste di bobine di Petersen. Le sovratensioni venivano misurate mediante oscillografi automatici e qualche volta anche con registratori di sovratensioni. Dall'analisi dei risultati raggiunti, che vengono ampiamente descritti, si sono potuti dedurre alcuni rilievi interessanti. Possono verificarsi sovratensioni prolungate sulle fasi sane quando si verificano guasti a terra su linee a neutro isolato o messo a terra attraverso una impedenza rilevante. La massima sovratensione dinamica registrata dagli oscillografi fu di 3,9 volte la tensione normale, su una linea a 140 kV a neutro isolato; sulla stessa linea i registratori di sovratensioni segnalarono una sovratensione anche di 5,4 volte il normale; minori valori si registrarono sulla linea protetta con bobina Petersen, e ancora minori sulle linee con neutro francamente a terra. Le sovratensioni rilevate sulle linee a neutro isolato o con bobina Petersen presentano sostanzialmente onde sinusoidali. In una rete a 26 kV messa a terra attraverso una resistenza di 75 ohm si sono osservati interruzioni e riprese periodiche della corrente di guasto; le sovratensioni risultanti presentarono cuspidi accentuate ma di valore non molto maggiore di quello che si stabiliva dopo che la corrente diveniva costante. Le osservazioni fatte non possono senz'altro estendersi a reti di cavi sotterranei. *N.*

A. Roth — **Sui danneggiamenti delle linee aeree a bassa tensione per scariche atmosferiche.** (Schweiz. Elek. Verein Bull., N. 4, 1934, pag. 93-99 con 8 fig.). **40 c**

Sulla base delle ricerche effettuate in questi ultimi anni, l'A. cerca di dare una idea qualitativa e anche approssimativamente quantitativa, dei fenomeni generati dalle scariche atmosferiche sulle reti aree a bassa tensione, con speciale riguardo alle scariche dirette. Queste possono produrre negli impianti interni sovratensioni dell'ordine di alcune decine di migliaia di volt, che, quantunque raramente, possono diventare fonti di pericolo per uomini e cose. L'A. esamina quindi i mezzi adatti per proteggere gli impianti contro tali sovratensioni: il principale consiste nel mettere accuratamente a terra il più gran numero possibile di supporti d'isolatori; e deve essere completato con scaricatori di buona qualità, messi bene a terra. *A. Bs.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Automotrici leggere della « London Midland and Scottish Railway ». (Engin., 2 marzo 1934, pag. 269-272, con 12 fig.). **41 g**

Questo nuovo tipo di vetture, equipaggiate con motore a combustione interna, può raggiungere la velocità di 96 km/ora, pur essendo inizialmente disposto, coi regolatori dei motori, per il funzionamento ad un massimo di 90 km/ora. L'accelerazione è di circa 1 m/s^2, essa dipende naturalmente dalla potenza fornita che è di circa 7,5 kW per tonnellata di peso totale. L'equipaggiamento meccanico è installato in modo da utilizzare al massimo lo spazio disponibile. Per ogni automotrice si dispone di 40 posti, ed il peso morto per viaggiatore è di 203 kg: il peso a pieno carico è di 13 tonnellate. L'articolo riporta numerosi dettagli in merito ai differenti organi, compreso il motore che è del tipo Diesel, della potenza di 95 kW. *E. R.*

A. Fischer — **Il calcolo nomografico della catenaria sghemba in curva.** (El. Bahnen, N. 3, marzo 1934, pag. 64, con 1 fig.). **41 c**

La determinazione analitica degli elementi che caratterizzano il comportamento della catenaria sgemba in curva al variare della temperatura, può essere fatta utilizzando un sistema di quattro equazioni goniometriche (vedi *L'Elettrotecnica*, n. 16, 5 giugno 1934, pag. 366). La risoluzione di un tale sistema è alquanto laboriosa e comporta una perdita di tempo non indifferente per il calcolatore. L'A. dimostra che è possibile una semplificazione notevole traducendo il sistema in un nomogramma unico atto a consentire la determinazione grafica delle incognite con grande speditezza. *V. D. Ma.*

M. Hiertzeler — **La filovia Losanna-Ouchy.** (Revue B. B., N. 3, marzo 1934, pag. 59-60, con 2 fig.). **41 g**

La linea, che collega la stazione centrale di Losanna alla piazza della Navigazione di Ouchy, è lunga 1500 m e presenta lungo la maggior parte del suo percorso rampe con pendenza massima dell'85 ‰. Le vetture sono lunghe 8600 e larghe 2370 mm con 24 posti a sedere e 20 in piedi. La velocità massima in piano è di 40 km/ora, quella sulla rampa dell'85 per mille è di 25 km/h. Il motore da 64,5 kW orari a 650 V, è montato fra i due assi e comanda l'asse posteriore con l'intermediario di un albero a cardano, di un ingranaggio e di un differenziale. Il motore è eccitato in serie, è autoventilato ed è in grado di sopportare forti sovraccarichi i quali danno la possibilità di realizzare una forte accelerazione all'avviamento ed una velocità elevata in salita. Il comando è fatto con contattori azionati da piccoli combinatori a pedale ad 8 posizioni. La corrente che aziona i contattori a 24 V è fornita da una dinamo d'illuminazione e da una batteria. Le resistenze di avviamento e di freno sono installate nella parte anteriore della vettura e l'energia dissipata in esse viene utilizzata nell'inverno per riscaldare l'interno del veicolo. La corrente è captata alla linea mediante due pertiche in tubo d'acciaio della lunghezza di 6 m montate su di una base comune. Il telaio del veicolo è del tipo ordinario per filovia; l'ossatura della cassa è in acciaio ad alta resistenza. Le due porte laterali sul lato destro sono a comando pneumatico. Le vetture sono munite di tre tipi di freni: il primo elettrico su resistenze, il secondo pneumatico agente sulle quattro ruote ed il terzo agente sulla trasmissione. I due primi sono comandati a pedale, il terzo con leva a mano. *V. D. Ma.*

J. Gillet — **Le applicazioni dell'elettricità nella marina.** (La Tech. Mod., 1 agosto 1934, pag. 521-526, con 16 fig.). **42 i**

La realizzazione di impianti elettrici di bordo richiede, come è noto, particolari accorgimenti. Nell'articolo vengono dettagliatamente considerate le costruzioni dei motori ausiliari di diverso tipo e principalmente i motori delle turbosoffianti ed i motori per gli apparecchi ausiliari. Diversi tipi di tali applicazioni sono chiaramente illustrati dalle figure riportate nel testo. Si passa poi a trattare dell'apparecchiatura considerando gli apparecchi da quadro, gli apparecchi di manovra, i quadri propriamente detti. Le illustrazioni mettono in evidenza alcune delle fondamentali applicazioni realizzate in tale campo, e già applicate a bordo dei moderni navigli. *E. R.*

CRONACA TECNICA

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

3 b **Il sistema di controllo a distanza del funzionamento degli interruttori** ideata da Siemens è illustrato in *R. G. E.* (2 giugno 1934, pagine 757-60) da Wallenborn. È basato sull'impiego di selettori analoghi a quelli utilizzati nella telefonia automatica, richiede pochi circuiti, può essere applicato a impianti già equipaggiati e permette di ridurre al minimo la durata delle interruzioni. Lo stesso sistema può servire al controllo di altri organi. *G. Cc.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

5 b **I forni di ricottura**, sistema Brown Boveri-Grünewald, hanno trovato un impiego esteso nelle officine per la preparazione dei nastri di acciaio e di ferro e nelle trafilerie del rame. Un'applicazione nuova e notevole di tali forni è stata trovata nell'industria dei fili di acciaio e di ferro. (*Revue B. B.* gennaio-febbraio 1934). *V. D. Ma.*

5 b Prove sistematiche, cui fa cenno la *Revue B. B.* del gennaio-febbraio 1934, hanno permesso di concludere che **i forni elettrici** soddisfano a tutte le condizioni imposte dall'**industria della ceramica.** I vantaggi di tali forni si possono così riassumere: diminuzione della durata di cottura, atmosfera assolutamente pura e suscettibile di facile regolazione, ripartizione uniforme della temperatura, costruzione con materiali leggeri e più economici, pulizia e mancanza di fumo, ecc. *V. D. Ma.*

5 b Le prove fatte a titolo di esperimento per studiare le possibilità d'impiego dei **forni elettrici per la fusione del vetro** a mezzo di riscaldamento con resistenze Globar hanno dato buoni risultati. Un forno per 500 kg, 1450° C è stato costruito per una vetreria veneziana e presentato durante lo scorso anno al Congresso del vetro e della ceramica. Il forno è illustrato nella *Revue B. B.* del gennaio-febbraio 1934, pag. 21. *V. D. Ma.*

APPLICAZIONI VARIE.

6 c **Una delle più grandi macchine di estrazione del mondo** è quella della Hohenzollerngrube di Gleiwitz (Alta Slesia). Si tratta di una macchina montata sopra una torre ed avente una puleggia motrice del diametro di 7 m comandata da un motore a corrente continua da 2400 kW a 44,1 giri/min. Attualmente, la macchina permette l'estrazione di 2600 kg di carico utile, alla velocità di m/sec da una profondità di 516 m. Il motore è previsto peraltro per una estrazione futura di 12.000 kg di carico utile, alla velocità di 15 m/sec, dalla profondità di 800 m. Il rotore del motore ha un diametro di 5 m. (*Revue B. B.*, gennaio-febbraio 1934). *V. D. Ma.*

CONDUTTURE.

9 d Intorno agli **insetti che perforano i rivestimenti di piombo dei cavi aerei** vengono date notizie in *Annales P. T. T.* giugno 1934. Sono riportati i risultati di numerose esperienze e sono indicate le caratteristiche dalle quali si può riconoscere se i danneggiamenti riscontrati in un cavo aereo sieno dovuti a corrosioni di insetti. Vengono altresì consigliate le precauzioni da prendere per eliminare tali inconvenienti qualora siano riscontrati. *Ri.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

10 c L'impiego dei **raddrizzatori di grande potenza per l'alimentazione di reti di trazione** urbane è andato accentuandosi negli ultimi anni. È notevole un gruppo raddrizzatore da 5000 kW a 615 V installato nella sottostazione di Vaneau della Ferrovia Metropolitana di Parigi. Il grupo è protetto a monte da un interruttore ad espansione capace di interrompere 400.000 kVA, ed a valle da un interruttore extrarapido. (*Revue B. B.* gennaio-febbraio 1934). *V. D. Ma.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 d Secondo quanto è affermato in *J. G. Light* dell'aprile 1934, sembra oggi probabile l'**utilizzazione del renio per i filamenti delle lampade ad incandescenza.** Come è noto, il renio è un metallo raro di numero atomico compreso fra quelli del tungsteno e dell'osmio e con punto di fusione più basso di quello del tungsteno. Però questo metallo presenta diversi vantaggi, ai fini dell'utilizzazione sopra accennata, rispetto al tungsteno: velocità di sublimazione più piccola, emissione termoionica notevolmente meno intensa, maggiore resistenza agli attacchi degli agenti ossidanti alle alte temperature. Infine, contrariamente al tungsteno, esso è duttile. *G. Co.*

19 b Anche la **Piazza di Santa Maria Novella**, a Firenze, **è stata illuminata con proiettori.** L'impianto è stato realizzato (*Ill. R.*, maggio 1934), mediante speciali proiettori provvisti di schermi anti-ab-

bagianti e diffondenti, 13 in tutto, e ciascuno dei quali è munito di lampada da 1500 W, 30.000 Lm. Mediante staffe opportune, gli apparecchi sono fissati sulle facciate degli edifici prospicienti la piazza ad un'altezza di 18-20 metri dal suolo. Altri 10 apparecchi dello stesso tipo, suddivisi in 4 gruppi, illuminano la facciata ed il campanile della Chiesa di Santa Maria Novella. Pure illuminati sono l'interno dei loggiati di S. Paolino e la fontana ch'è nel centro della piazza. L'illuminazione si aggira sulle 4 lux in ogni punto della piazza mentre quella della facciata e del campanile della Chiesa è circa 5 volte maggiore. *G. Co.*

19 b In una serie di articoli comparsi sui numeri di marzo, aprile, maggio e giugno 1934 del *J. G. Light* è ampiamente trattato **il problema dell'illuminazione industriale**; sono successivamente esposti: i principî generali ed il significato economico e sociale della razionale illuminazione dei locali di lavoro delle industrie, i mezzi e gli accorgimenti usati per realizzarla, i difetti da evitare, ecc. *G. Co.*

19 b Nelle *Tr. Ill. Eng. S.* dell'aprile 1934 (pagg. 287-293, con 2 figure), E. B. Hallmann sviluppa **un nuovo metodo di calcolo degli impianti d'illuminazione con proiettori**, e cioè del numero di proiettori necessari per un dato impianto e della potenza delle lampade di cui vanno muniti i proiettori. Il calcolo è reso più semplice e più rapido con l'uso di 5 tabelle riportate in un'appendice all'articolo. *G. Co.*

19 b In *Lux* dell'aprile 1934, M. Piault descrive numerosi apparecchi e dispositivi moderni per **l'illuminazione teatrale**, in particolare quelli del palcoscenico (bilancie mobili, cupola Fortuny, ciclorama, macchina per la proiezione delle nubi, ecc.) ed accenna anche ai regolatori della luce. *G. Co.*

MACCHINE A COLLETTORE.

25 d **Un diagramma approssimato del motore Schrage** (motore a induzione trifase con duplice avvolgimento rotorico, uno dei quali destinato alla regolazione e collegato al collettore) è riportato in *R. G. E.* (23 giugno 1934, pagg. 843-47) da Rudra ch illustra il circuito equivalente semplificato e mette in evidenza, per confronto con il diagramma esatto, il grado di approssimazione ottenibile, che è dell'ordine di quello del diagramma semplificato per motori a induzione comuni. *G. Cc.*

MISURE.

28 b **La misura dei poteri termoelettrici** può farsi con un montaggio costituito da due fili l'uno di resistenza elevata, l'altro di debole resistenza in serie con un reostato (per lo più ferro e costantana saldati agli estremi). Una delle estremità è collegata a uno dei morsetti del galvanometro e il filo di cui si vuol conoscere il potere termoelettrico è saldato all'altra estremità del complesso e connesso al secondo morsetto del galvanometro. Si scaldano le due saldature a temperature differenti tra di loro di non più di qualche grado e spostando il cursore del reostato sino ad annullare la deviazione del galvanometro si può conoscere la resistenza che risolve poi la formula per potere termoelettrico; oppure si può graduare direttamente l'indice del reostato in potere termoelettrico. Così riferisce Dubar in *R. G. E.* (9 giugno 1934, pagg. 809-12) il quale accenna pure alla costituzione di cordoni di compensazione per pirometri termoelettrici. *G. Cc.*

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ecc.

35 **Sul V° Congresso della Union Internationale Des Producteurs et Distributeurs d'Energie** è riportato un ampio resoconto in *En. Elett.* ottobre 1934, pag. 813 e novembre 1934, pag. 906. I lavori furono suddivisi in parecchie Sezioni corrispondenti ai Comitati di studio dei diversi argomenti. Essi furono i seguenti: Produzione idroelettrica, con 5 rapporti; Produzione termica, con 15 relazioni; Trasporto e distribuzione dell'energia, con 32 relazioni; Sicurezza, con 7 rapporti; Vendita e Tariffe, con 8 rapporti; Applicazioni e Propaganda, con 11 rapporti. Furono poi presentati diversi altri rapporti su questioni varie. Di tutte le relazioni è dato un succinto riassunto ed è fatto cenno delle discussioni alle quali esse hanno dato luogo. *Ri.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

38 v **Una applicazione speciale pel calcolo delle probabilità in telefonia** è illustrata in *Annales P. T. T.* maggio 1934 relativamente alla determinazione del traffico probabile di una rete telefonica. Come elemento fondamentale per il calcolo è assunto, come è noto, quello della osservazione e del rilievo del traffico reale. Tale rilievo viene eseguito in modo automatico mediante dispositivi noti, tuttavia le indicazioni di tali apparecchi non sono scevre da possibilità di errori, cosicchè presenta interesse la determinazione di un eventuale errore sistematico. Viene indicato come si possano risolvere i due seguenti problemi: calcolo della capacità di un gruppo contatore perchè l'errore probabile del compito abbia un certo valore; calcolo della migliore correzione da apportarsi ai rilievi fatti da un dato gruppo contatore. *Ri.*

38 d **Sulla trasformazione col sistema automatico della rete telefonica suburbana di Parigi** sono contenute estese notizie in *Annales P. T. T.* dell'agosto 1934, pag. 706. Tale trasformazione è cominciata nel marzo 1933. Nelle centraline suburbane si è utilizzato lo stesso materiale usato per le centrali urbane, ma si sono dovuti studiare nuovi circuiti elettrici in vista delle particolarità che impongono per le centrali suburbane un tipo di esercizio diverso. Data la loro lontananza dal centro e il traffico ridotto, le centrali suburbane non sono connesse ciascuna con tutte le altre centrali, ma bensì a speciali centrali di transito. Questo sistema di esercizio, già noto col sistema manuale, è stato realizzato anche col sistema automatico. Le centrali suburbane sono state anche dotate di speciali circuiti adatti per l'esercizio interurbano. Di tutti i dispositivi adottati viene data ampia notizia. *Ri.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI MILANO

Nelle sere di venerdì 9, 16 e 23 novembre 1934 il Socio Dott. Ing. Prof. **Ercole Bottani** ha tenuto, alla sede della Sezione in Via S. Paolo 10, le annunciate conferenze sui **« Sistemi trifasi e l'uso delle sequenze »**.

Presiedeva per le prime due sere il Presidente Comm. Ing. Gasparoni; per la terza sera il Vice Presidente Ing. Comm. Locatelli.

L'Oratore ha svolto con la consueta facilità di discorso e chiarezza di esposizione il non facile argomento, seguito attentamente e col massimo interesse da un numeroso e scelto uditorio che gli ha tributato alla fine di ciascuna lezione un plauso caloroso.

Ha ricordato nella prima lezione il metodo classico di considerare i sistemi trifasi cioè quello di assimilarli all'insieme di tre circuiti monofasi reagenti mutualmente fra loro; ed ha ricordato il complesso di equazioni che risultano da tale concezione.

È passato poi a definire i sistemi di tre vettori e le operazioni su di essi mostrando infine come sia possibile scomporre una terna qualunque di vettori in una somma di tre terne simmetriche; possibilità che con l'introduzione dei simboli « sequenza » consente una utilissima espressione algebrica di una qualunque terna di vettori.

Nella seconda lezione ha sviluppato gli algoritmi di calcolo delle sequenze e la loro applicazione allo studio dei sistemi trifasi qualsiasi, mostrando come si trasforma il sistema classico di equazioni quando in luogo dei singoli vettori delle diverse terne in gioco, si considerino i vettori che definiscono i componenti simmetrici delle terne stesse.

Nel caso generale il numero dei parametri necessari per definire un circuito trifase è lo stesso tanto se si adottano le variabili classiche che se si adottano le nuove variabili, ma le nuove equazioni si prestano assai meglio delle classiche allo studio tanto teorico che sperimentale dei casi particolari.

Così l'Oratore ha messo bene in evidenza come nei casi normali delle macchine studiate nella pratica quotidiana, le equazioni nei componenti simmetrici si semplificano notevolmente consentendo di farsi un'idea qualitativa dell'andamento dei fenomeni, molto più rapidamente che partendo dalle equazioni classiche.

La terza lezione è stata dedicata alle esemplificazioni ed è riuscita di grande interesse per tutti i Soci i quali hanno potuto constatare (come per l'esempio del motore asincrono alimentato con tensioni dissimetriche) la grande facilità con la quale i nuovi metodi di calcolo permettono di arrivare a dei risultati qualitativi e quantitativi nei normali problemi della pratica.

Il Vice Presidente Ing. Comm. Locatelli, che presiedeva la terza riunione, si è complimentato vivamente con l'Oratore e si è fatto interprete dell'unanime sentimento dei Soci per ringraziare il Prof. Bottani che aveva accettato di iniziare, in modo tanto degno, la ripresa dell'attività culturale della Sezione.

* *

SEZIONE DI TORINO

Visita alla Centrale di conversione ed alla Sottostazione automatica « Aurora ». — La sera di mercoledì 6 giugno un numeroso gruppo di soci visitarono la Centrale di conversione dell'Azienda

Elettrica Municipale di Torino e la Sottostazione automatica Aurora. I soci, con a capo il Presidente, Prof. Ing. Dalla Verde, furono ricevuti dall'Ing. Brunetti, Capo Reparto Officine dell'A.E.M., il quale illustrò e mise in evidenza i nuovi ampliamenti e perfezionamenti introdotti per migliorare e rendere più sicuro il servizio tranviario torinese.

Nella centrale di Via Bertola, non essendo più sufficienti i vecchi impianti, vennero installati altri gruppi sincrono-dinamo, uno da 1000 kW ed uno da 3000 kW - 1500 kW, predisposti oltre all'avviamento a c. c. anche per l'avviamento a c. a.

Anche gli allacciamenti dei cavi 6600 V, a 27.000 V e a 22.000 V, quest'ultimi per l'alimentazione di riserva delle reti della Soc. E.A.I., furono sistemati costruendo i nuovi cassoni arrivo linee nel locale dove esisteva la batteria. Da questa centrale i soci, a mezzo vetture tranviarie messe gentilmente a disposizione dall'Azienda Tranvie Municipali, furono trasportati alla Sottostazione automatica di conversione « Aurora ».

Questa sottostazione, che funziona con quella gemella di Via Vanchiglia con controllo automatico e parziale comando a distanza della stazione principale di Via Bertola, è alimentata da quest'ultima con due cavi trifasi a 6600 V.

Sono installati due raddrizzatori a vapore di mercurio di 600 kW l'uno e di tensione 580 V c. c., con relativi trasformatori, pompe, ecc. Essi, del tipo esafasi con 6 anodi, sono costruiti per 6 kV di servizio a 588 V in corrente raddrizzata e possono sopportare per due ore un sovraccarico del 20 % e per brevi istanti anche il 100 %.

Il comando a distanza della sottostazione è trasmesso dalla Centrale di Via Bertola mediante cavi a 16 conduttori alimentati in c. a. a 60 V. Il controllo dell'esecuzione di un comando dato da Via Bertola si ottiene con l'accendersi di lampade spia indicanti la esecuzione avvenuta.

Al termine della visita il Presidente, rendendosi interprete di tutti i soci presenti, ha espresso i più vivi ringraziamenti e rallegramenti ai dirigenti della A. E. M. che con tanta solerzia attendono ad uno dei servizi più delicati ed importanti della città.

*

La sera di mercoledì 20 dicembre 1933 nella sede sociale il Dott. Ing. **Umberto Pittaluga** della S.P.E.S. ha parlato sulla **Campagna per la diffusione delle applicazioni elettrodomestiche in Piemonte.** Presentato dal Presidente Prof. Ing. Dalla Verde l'oratore ha iniziato il suo dire esponendo la situazione di alcuni anni fa nel Piemonte delle applicazioni elettrodomestiche e le difficoltà incontrate in principio per una propaganda efficace. La prima campagna risale al 1930 e limitata ai fornelli; il risultato fu più che lusinghiero dato che si applicò solo in una zona delimitata. L'anno dopo nella stessa zona, un'azione analoga permetteva l'allacciamento di un numero triplo dell'anno precedente.

Fatta questa duplice esperienza venne svolta nell'inverno del 1931 in Torino, in collaborazione coll'Azienda Elettrica Municipale, una « Campagna » degli accumulatori d'acqua. In essa venne data un'importanza preponderante all'istruzione preventiva degli installatori elettrici ed idraulici. L'istruzione preventiva fu necessaria e risultò utilissima per l'unificazione di sistemi, materiali e prezzi; il pubblico si sentì meno alla mercè dei pochi specialisti preesistenti e la diffusione dello scalda-acqua potè subito avvantaggiarsi.

Risultati veramente imponenti vi furono nella « Campagna estate 1932 » dove nelle tre Società: P.C.E., E.A.I. e LOMBARDA vennero installati complessivamente ben 3550 apparecchi.

Ad un successo così completo ha contribuito, oltre che l'impiego di tutti i mezzi pubblicitari, l'azione diretta del personale delle Società elettriche nelle varie zone.

Giova infine ricordare che la sempre maggior diffusione degli apparecchi elettrodomestici è conseguenza anche della propaganda che è fatta involontariamente da chi, adoperando questi apparecchi ben installati e adeguatamente proporzionati ai suoi bisogni ed alle sue esigenze, ne è del tutto soddisfatto.

A questo, è opportuno dirlo, si è arrivati sopratutto dopo i recenti progressi della elettrotermica nella quale anche l'industria italiana è riuscita affermarsi.

Al termine della brillante conferenza l'oratore è vivamente applaudito ed il Presidente vivamente lo ringrazia.

Durante la conferenza è stato fatto udire un disco pubblicitario per l'applicazione elettrodomestica, che venne trasmesso durante la « Campagna » per radio ed al termine venne proiettato un film pure di soggetto reclamistico.

* *

SEZIONE DI TRIESTE

Nei giorni 26 e 29 ottobre 1934, nella Sala Massima del Circolo Artistico di Via San Nicolò, gentilmente concessa, il Prof. **Rutelli**, Direttore della Sede Triestina dell'E.I.A.R. ha tenuto due conferenze su argomenti di radiotecnica. Nella prima di esse trattò della « **Propagazione delle onde radioelettriche attorno alla terra** ».

Il Presidente della Sezione di Trieste dell'Associazione Elettrotecnica Italiana Dott. Ing. De Antonellis, rivolgendo un particolare saluto ai rappresentanti delle Autorità civili e militari che hanno voluto presenziare alla manifestazione, ha vivamente ringraziato il Dott. Rutelli che, aderendo all'invito dell'Associazione Elettrotecnica, inaugurava l'anno sociale della sezione triestina; l'Ing. De Antonnellis ha elevato un deferente pensiero al Duce, animatore della nuova Italia e potenziatore delle sue energie, mentre il pubblico che affollava la sala si associava con un caloroso applauso.

Prende quindi la parola, ascoltato con vivo interesse, il conferenziere, il quale ricorda dapprima i vari « momenti » o « tempi » che costituiscono la catena di trasformazioni energetiche di una comunicazione radio, fissandosi particolarmente sul comportamento della perturbazione elettromagnetica e sui fattori che ne influenzano la propagazione, dall'istante in cui l'antenna trasmettente trasforma l'energia di corrente oscillatoria a radiofrequenza, modulata ad audiofrequenza o recante i caratteri corrispondenti ai segnali r. t., in energia di onde elettriche, fino all'istante in cui queste sono captate dall'antenna ricevente, dando luogo ad una trasformazione reciproca rispetto alla precedente.

Le ipotesi primordiali di una emissione dovuta ad un dipolo od oscillatore Hertziano con relativa propagazione dele onde svolgentesi in uno spazio dielettrico isotropo ed illimitato rappresentano una astrazione teorica semplificativa: la terra e l'atmosfera intervengono in modo tutt'altro che trascurabile a influenzare e complicare i fenomeni.

Il Sommerfeld, nella sua teoria fondamentale sulla propagazione ha separato la radiazione superficiale da quella spaziale supponendo la terra piana e non assolutamente conduttrice; egli cioè si riferisce ad un meccanismo fittizio dei fenomeni, mentre in realtà l'onda di propagazione è unica: di essa una parte ha un percorso superficiale e l'altra un percorso spaziale.

L'azione della resistenza della terra si esplica notoriamente mediante una maggiore o minore penetrazione della radiazione. Quando infatti le onde elettriche si propagano sopra una superficie conduttrice le linee di campo sono perpendicolari a questa: tale è praticamente il caso della superficie del mare; allorchè però tale superficie non è perfettamente conduttrice — come accade in generale per terreno più o meno umido o secco, pietroso o boscoso, ecc. — una certa parte di energia è assorbita e viene pertanto sottratta alla propagazione, mentre le linee di forza elettrica subiscono una inclinazione sulla superficie della terra nel senso della propagazione dell'energia radiante elettromagnetica.

L'azione terrestre è stata particolarmente studiata da Zenneck, Sommerfeld, Brylinsky e da altri; Zenneck ha trovato, per via teorica, il rapporto fra la componente orizzontale e quella verticale di campo. Le ampiezze del campo di onde elettromagnetiche nella propagazione sopra terreno semi-conduttore, verrebbero altresì smorzate esponenzialmente secondo un fattore essenzialmente dipendente dalla resistenza specifica ρ del terreno, nonchè della lunghezza di onda λ impiegata e dalla distanza x, secondo la relazione:

$$F = F_0 \cdot e^{-\sqrt{\frac{\rho}{2c\lambda}\frac{x}{2H}}}$$

nella quale H è l'altezza considerata sulla terra e c la velocità della luce; tale relazione venne confermata dall'Austin attraverso numerose misure fatte su grandi distanze.

Poichè il vettore di propagazione (vettore di Poynting), a misura che si inclinano le linee di campo, subisce anch'esso una inclinazione verso la terra, la velocità di propagazione misurata alla sua superficie diviene tanto minore ed il valore del campo più debole, quanto più sfavorevole è la conducibilità del terreno e ciò in misura molto più elevata di quanto il semplice fenomeno di assorbimento terrestre lascerebbe supporre.

Gli studi teorici sulla propagazione delle onde elettromagnetiche in genere hanno condotto a risultati che presentano quasi sempre delle differenze con i dati sperimentali: ciò è dovuto alle ipotesi di approssimazione che si è costretti ad adottare per la impossibilità di fare intervenire nella trattazione matematica tutti gli elementi noti e non noti dei fenomeni.

Così le formule dedotte da Hertz ammettono la terra piana e conduttrice e lo spazio dielettrico, quelle di Austin fanno già intervenire l'azione della superficie della terra, che però continua ad essere considerata piana, lo Zenneck considera la propagazione superficiale con riguardo all'azione terrestre, il Poincaré considera la terra sferica e conduttrice, ecc.

Per rappresentare i complicati fenomeni della propagazione, nelle formule dedotte dalla teoria di Hertz, si è cercato di aggiungere, in accordo con i risultati degli studi di Austin, un fattore di smorzamento che permettesse di tradurre l'attenuazione che i segnali subiscono con l'accrescersi della distanza d, in funzione della lunghezza d'onda λ. Si tratta di un fattore correttivo del tipo

IL LIBRO D'ORO DELL'A. E. I.

Secondo elenco dei Soci Sostenitori dal 10 gennaio al 10 febbraio 1935
(Vedasi elenco precedente nel N. 1)

Sezione di GENOVA

CARLI Carlo

Sezione di MILANO

LOCATELLI Ing. Giuseppe
ALESSANDRI Ing. Eugenio

Sezione di NAPOLI

**Soc. Generale Elettrica Napoletana

Sezione di ROMA

THURLOW Giuseppe
**Soc. Italiana «Italo Radio»
**Ministero della Guerra, Direz. Gener. del Genio Militare
**Azienda Tranvie e Autobus del Governatorato di Roma

Sezione SARDA

SILVA Ing. Cav. Silvio

Sezione di TORINO

ANDREONI Ing. Carlo
**Azienda Tranvie Municipali

Sezione di TRIESTE

PEDROTTI Ing. Felice
**Azienda Comunale Elettricità e Gas

Sezione VENETA

REVESSI Ing. Prof. Giuseppe
DE FASSI Dott. Giovanni

*** Socio collettivo*

$\delta(\lambda\,,\,d) = e^{f(\lambda\,,\,d)}$ con cui si è cercato di avvicinarsi ai dati sperimentali (Austin, Eccles, Fuller, Poincaré, ecc.).

Passando a considerare la propagazione spaziale cioè quella che si effettua prevalentemente nell'atmosfera, l'oratore cita le numerose anomalie, da essa presentate che, solo in parte sono dovute ai comuni fenomeni atmosferici, quali i temporali e le scariche elettriche relative, l'umidità, la pioggia e le altre precipitazioni; le vibrazioni elettromagnetiche che hanno sede nell'etere, si propagano infatti generalmente anche in zone situate al di sopra della stratosfera.

Nel loro cammino attraverso lo spazio, le onde presentano fenomeni misti di riflessione, rifrazione, polarizzazione, diffrazione, assorbimento, ecc., ecc., ognuno dei quali è presente in diversa misura a seconda delle ore, delle stagioni e della lunghezza d'onda impiegata.

Il conferenziere si sofferma su ciascuno di questi fenomeni citando i contributi teorici e sperimentali dei vari studiosi, trattando dell'effetto di fluttuazione, inteso comunemente col nome di «fading», il cui studio ebbe origine da quando nel 1902 il Kennelly e l'Heaviside immaginarono l'esistenza di uno strato ionizzato circondante la terra, sul quale le radiazioni avrebbero subito dei fenomeni di riflessione, in modo che la propagazione si effettuerebbe — al di là di una certa distanza dall'antenna trasmettente — per onde sensibilmente cilindriche anzicchè sferiche.

Già fino dai primi radiocollegamenti a grande distanza realizzati da Marconi, furono notate le variazioni nella intensità dei segnali durante le ore del giorno; attraverso gli studi dell'Eccles, del Larmor, dell'Appleton e di altri, sui fenomeni di propagazione, le ipotesi e le conoscenze sugli alti strati dell'atmosfera e sull'intervento dei fattori di natura propriamente geofisica come ad esempio il magnetismo terrestre, hanno avuto una notevole evoluzione, sì da presentare un contenuto ed un interesse che varca ormai i limiti del puro campo radio per invadere sensibilmente altri campi di studio: nel trattamento che le alte regioni dell'atmosfera e le porzioni terrestri interessate fanno alle onde radioelettriche si può infatti ravvisare un efficace mezzo di ricerca per progredire nello studio di problemi di aerologia e di fisica terrestre.

L'ipotesi dell'esistenza di strati ionizzati, ricorda il conferenziere, risale al 1870, epoca nella quale il Balfour Stewart studiava le variazioni a corto periodo del magnetismo terrestre, e venne prospettata anche dallo Schuster, dal Birkeland, dallo Störmer, ecc.

Più tardi, l'idea di fare intervenire nella propagazione delle onde radioelettriche una influenza degli alti strati dell'atmosfera discese sopratutto dalle necessità di spiegarsi per quale processo tali onde, a differenza di quelle luminose, possano incurvarsi e seguire la superficie terrestre; dei matematici eminenti studiarono la diffrazione (Mac Donald, Watson, Van der Pol, ecc.) e — dal fatto che per tale via i valori del campo risultano estremamente più piccoli di quelli sperimentali — furono condotti ad escludere che in essa risiedesse unicamente il meccanismo dello incurvamento delle onde.

I principali fenomeni presentati dalle onde corte, quali la grande portata dei segnali, l'esistenza delle zone di silenzio, la variazione con le ore del giorno della lunghezza d'onda ottima per i vari collegamenti, nonchè la pratica della loro applicazione, resero successivamente possibile una più comoda e profonda investigazione delle proprietà delle alte regioni dell'atmosfera agli effetti della ionizzazione, ed alla conoscenza della costituzione dello strato di Heaviside, di cui si venne più tardi a conoscere con sempre maggiore precisione l'altezza media (Appleton e Barnett, Hanson, ecc.) e talune particolarità, fino a poter studiare i vari fattori determinanti la traiettoria delle onde (Eccles, Pedersen, Nagaoka, ecc.).

L'oratore, distingue la fluttuazione in semplice e selettiva o distorcente e si sofferma particolarmente sull'assorbimento selettivo sulla rotazione del piano di polarizzazione delle onde, sull'effetto Doppler, ecc.

Per la verifica sperimentale delle leggi riguardanti la propagazione delle onde e le variazioni del campo dei radiosegnali, notevoli sono state, oltre quelle del Marconi, le ricerche e le misure fondamentali di radiazione del Prof. Vallauri, le misure della missione francese a bordo dell'«Aldebaran», e della nave «Jacques Cartier», durante le traversate effettuate fra le Havre e differenti punti dell'America del Nord a partire dall'ottobre 1924; vengono citate altresì, per il contributo italiano, le misure dell'Istituto Superiore delle Comunicazioni (Prof. Pession e suoi collaboratori).

Un notevole materiale è stato ricavato dalle osservazioni periodiche stabilite dalla Unione Scientifica Internazionale di Bruxelles, e da quelle del Mögel (Telefunken) il quale ha dato recentemente un riassunto dei risultati delle osservazioni fatte dal 1926 al 1934.

Dopo un cenno agli studi di Barfield e di Eckersley che resero maneggevoli i risultati della teoria di Sommerfeld, il Dott. Rutelli prospetta alcune vedute del La Porte, che considera la terra conduttrice e gobba ed espone un metodo in base al quale si possono tracciare delle curve di campo relativo alla radiazione superficiale, che tengono conto non solo della curvatura della terra ma anche del fatto che essa non è completamente conduttrice.

Sulla base di studi recenti del Böhm sulla calcolazione del campo dovuto alla radiazione spaziale, il conferenziere ha mostrato alcuni diagrammi da lui tracciati, relativi a vari casi di antenne trasmettenti e riceventi. Avviandosi alla conclusione, egli passa quindi a parlare delle proprietà delle varie gamme d'onda e dei relativi campi di applicazione ed accenna alle recenti esperienze fatte dal Marconi in Italia, a quelle dell'Uda al Giappone sulle onde ultracorte e su quelle cortissime, dello Schelleng, dello Englund e di altri in America sulle onde ultracorte, argomenti con cui si chiude la dotta conferenza seguita con interesse e compiacimento del numeroso pubblico intervenuto.

Nella seconda lezione, il Prof. **Rutelli** trattò dei **Moderni tipi di antenne antievanescenza.**

Questa conferenza riassume quanto formò oggetto di comunicazione da parte del Dott. Rutelli al Congresso di Gardone e che comparirà nel volume dei «Rendiconti della XXXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.», in corso di stampa e fu già riassunta su *L'Elettrotecnica*, 1934, vol. XXI, n. 26, pag. 598.

PERSONALIA

Il Prof. Ing. **Giovanni Giorgi** dalla cattedra di Fisica Matematica all'Università di Palermo, è passato alla cattedra di Trasmissioni e Misure Telegrafiche e Telefoniche, corso per laureati annesso al R. Istituto Superiore di Ingegneria di Roma.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).
29 Gennaio - ore 21,15. — MARIANI Dott. Ing. Comm. Enrico: «Apparati centrali elettrici nel servizio ferroviario».

SEZIONE DI GENOVA (Via Assarotti, 4/2).
27 Gennaio - ore 10. — *Assemblea Generale Ordinaria dei soci.*

SEZIONE DI LIVORNO (Via Cairoli - Palazzo della Galleria).
31 Gennaio - ore 21. — *Assemblea Generale Ordinaria dei soci.* Seguirà una conferenza del Prof. Dott. Cosimo PISTOIA sul tema: «Cellule fotoelettriche».

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).
15 Febbraio - ore 21,15. — SAMMARCO Dott. Ing. Sisto: «I forni elettrici».

SEZIONE DI TORINO (Piazzetta Madonna degli Angeli, 2)
30 Gennaio - ore 21,15. — BOELLA Prof. Dott. Ing. Mario: «Misure assolute di radiofrequenze».
6 Febbraio - ore 21,15. — PONZIO Prof. Dott. Mario: «Radiofisica e radiobiologia nella teoria e nella pratica».
13 Febbraio - ore 10,45 (presso la Scuola Elettrotecnica G. Ferraris). Inizio del corso monografico: «Trazione elettrica» che verrà tenuto dal Dott. Ing. Marco SEMENZA.

SEZIONE VENETA (Padova - Via S. Francesco, 27).
25 Gennaio - ore 17. — RUTELLI Dott. Ing. Giovanni: «Propagazione delle onde radioelettriche intorno alla terra».
26 Gennaio - ore 17. — RUTELLI Dott. Ing. Giovanni: «Moderni tipi di antenne antievanescenza».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.* Ind. Graf. It. STUCCHI - Milano.

VOL. XXII (XXXIX degli Atti) — 25 Febbraio 1935 - ANNO XIII — N. 4

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

AMMINISTRAZIONE: UFFICIO CENTRALE DELL'A.E.I.: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (2/2) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086 - C/C POSTALE 3/1189 - MILANO

SOMMARIO

Fisica nucleare e proprietà chimiche.

Fra le innovazioni portate nelle vecchie concezioni, ritenute classiche, dai progressi della fisica corpuscolare e specialmente nucleare, una di quelle che maggiormente sconcertarono gli schemi prestabiliti fu senza dubbio la scoperta degli isotopi che, effettuata per il neon immediatamente prima dello scoppiare della guerra, veniva poi estesa, colla ripresa delle ricerche scientifiche nel dopo guerra, a molti altri elementi.

L'analisi fisica coi raggi positivi e cogli spettrografi di massa superava in sensibilità la più fine analisi chimica permettendo di separare costituenti di peso atomico diverso ma di proprietà chimiche estremamente simili.

Il quadro dei così detti elementi semplici si complicava improvvisamente in modo non ancora ben precisato dato che, per alcuni elementi, come lo stagno, si arriva a riconoscere fino a 11 isotopi!

Si poteva tuttavia ritenere che tale scoperta avesse una importanza quasi puramente teorica in quanto che le proprietà chimiche dei diversi isotopi sembravano essere praticamente pressochè identiche.

Ma le scoperte di nuove verità, anche di quelle apparentemente confinate nel campo più strettamente scientifico, hanno sempre insita una fecondità maggiore di quella che a primo tempo appare.

Un esempio tipico di questa fecondità è dato dalla scoperta degli isotopi (due o forse tre, per ora) dell'idrogeno. L'isotopo di massa due o idrogeno pesante come si è voluto chiamarlo, ha manifestato subito proprietà estremamente interessanti.

Mentre infatti il suo nucleo è venuto a portare l'ausilio di un nuovo proiettile efficacissimo nell'artiglieria degli studiosi della fisica nucleare, i suoi composti, e specialmente quello coll'ossigeno, corrispondente all'acqua ordinaria e chiamato acqua pesante, ha richiamato la più viva attenzione dei biologi.

Questo composto, che i rapidi progressi della tecnica moderna permettono già di preparare su scala industriale in concentrazioni relativamente assai rilevanti, ha dimostrato di possedere proprietà biologiche ben diverse dall'acqua ordinaria e non ancora interamente note nè sufficientemente esplorate.

Questi studi vengono, con interessamento del C. N. R., proseguiti attivamente anche in Italia. Riesce quindi assai opportuna la sistematica esposizione che dello sviluppo e dello stato attuale delle nostre conoscenze sull'idrogeno pesante fa oggi sul nostro giornale il Prof. SPECCHIA e che permetterà anche ai nostri lettori meno specializzati di rendersi conto di una questione di piena attualità e di grande interesse scientifico.

Galvanometro a corrente continua e misure a corrente alternata.

L'idea di ricorrere ad un raddrizzatore meccanico per poter utilizzare gli ordinarî galvanometri a corrente continua nei metodi di ponte e di proiezione con correnti alternate, sorse spontanea fin da quando, nei primi anni di questo secolo, si cominciarono ad utilizzare tali metodi con le frequenze industriali. Per le frequenze telefoniche si era infatti pensato assai prima di utilizzare lo stesso telefono come indicatore di zero; ma per le frequenze industriali non si avevano allora a disposizione che i primi imperfetti galvanometri a vibrazione, mentre l'elettrodinamometro era lasciato da parte per la sua caratteristica quadratica, del tutto inadatta ai metodi di zero, non essendosi ancora sfruttata la possibilità di una eccitazione separata. Era quindi più che naturale che si pensasse ad utilizzare in qualche modo i galvanometri elettromagnetici già pervenuti ad un notevolissimo grado di sensibilità. E si tentò tanto il sistema dei contatti striscianti quanto quello dei contatti intermittenti; ma le difficoltà dovute essenzialmente alle estracorrenti di apertura ed alle f.e.m. di contatto disanimarono i più e solo qualche sperimentatore più paziente o più fortunato potè vantare risultati soddisfacenti che assai raramente poterono essere riprodotti da altri. È questa un po' la sorte iniziale comune a quasi tutti gli apparecchi e strumenti nati nei laboratori di ricerca e dei quali solo i primi ricercatori che pazientemente li hanno messi a punto possono servirsi con una certa sicurezza. Perchè tali strumenti possano diventare d'uso comune e generale è necessario che se ne impadroniscano i costruttori i quali solo, per la loro più larga esperienza e per la possibilità di provare e riprovare su più larga scala, possono arrivare ad industrializzare un'idea od un dispositivo che abbia in sè il germe di reali applicazioni.

È quanto si è verificato in questi ultimi tempi per i raddrizzatori meccanici di correnti alternate a scopo di misura. Alcune grandi case se ne sono seriamente occupate ed oggi si trovano già sul mercato eccellenti tipi di raddrizzatori, sia a contatto vibrante che a contatti striscianti. E le loro applicazioni co-

minciano a diffondersi rapidamente, com'è ben naturale, data la possibilità di conferire ai galvanometri a corrente continua — a seconda che il raddrizzatore sia comandato sincronamente o asincronamente — tanto le proprietà di un elettrodinamometro ad eccitazione indipendente quanto quella di un galvanometro a vibrazione.

Come spesso accade per gli apparecchi che provengono dall'industria — in contrapposto a quello che si verifica per gli apparecchi studiati e realizzati nei laboratori scientifici — la letteratura tecnica si è finora assai poco occupata di tali raddrizzatori. Possiamo quindi additare con piacere lo studio dell'Ing. PIANTA il quale ha sottoposto a pazienti e minuti rilievi sperimentali un tipo di raddrizzatore vibrante del mercato, e può oggi tracciare un quadro completo delle sue caratteristiche.

Il calcolo operatoriale e la sua fecondità.

È noto come il metodo di calcolo così detto operazionale o come meglio noi preferiamo, operatoriale, sia sorto in seguito allo studio di problemi analitici che si presentano in elettrodinamica. E per vero anche successivamente le maggiori applicazioni di questo metodo di calcolo si sono mantenute nel campo dell'elettrotecnica.

Dopo che il metodo ebbe superato le prime ostilità che la sua stessa arditezza e genialità aveva sollevato nel campo matematico, esso dimostrò rapidamente una fecondità ed una intrinseca eleganza di procedimenti da farlo divenire nelle mani degli elettrotecnici uno strumento efficacissimo e prezioso. Si può anzi dire che esso debba la sua brillante carriera più ai tecnici che ai matematici puri i quali per lungo tempo hanno serbato una certa diffidenza più o meno larvata (e per verità non sempre ingiustificata) verso questo metodo alquanto rivoluzionario nei confronti dei procedimenti classici e ortodossi.

È doveroso però riconoscere che il metodo operatoriale, sebbene abbia trovato anche in Italia fin da principio interpreti e illustratori genialissimi (le memorie del Prof. Giorgi pubblicate sugli Atti dell'A.E.I. nel 1904 e nel 1905 rimangono, ad esempio, classiche) pur tuttavia non fu dai nostri tecnici apprezzato e coltivato con quella larghezza che esso assunse in qualche Paese dell'estero e specialmente in America.

Non senza compiacimento rileviamo come da qualche anno si stia anche a questo riguardo ricuperando il tempo perduto. Anche in seno alla nostra A.E.I. l'argomento è stato ripetutamente trattato sia nelle riunioni sezionali sia, ad esempio, in occasione del recente Congresso di Gardone dove esso diede luogo ad alcune trattazioni notevoli. Il nostro giornale si riserva dal canto suo di occuparsene esplicitamente fra poco.

Ma se le applicazioni del metodo operatoriale sono state finora per la maggior parte ristrette al campo dell'elettrotecnica, la fecondità intrinseca del metodo è senza dubbio assai più vasta.

Numerosi infatti e spesso praticamente assai importanti sono i casi nei quali la tecnica presenta problemi traducibili in equazioni differenziali, a derivate parziali a coefficienti costanti. In questi casi il metodo operatoriale si presenta di una efficacia e di una generalità così utili da compensare largamente allo studioso lo sforzo compiuto per appropriarsi il metodo e impadronirsi del meccanismo della sua applicazione la quale richiede indubbiamente in molti casi una certa prudenza ed oculatezza per evitare errori di interpretazione.

Un esempio di applicazione del metodo operatoriale a problemi di idraulica ci è offerto oggi dall'articolo dell'ing. EVANGELISTI sul colpo di ariete. I nostri lettori che conoscono i classici lavori dell'Ing. Allievi sull'argomento e le eleganti soluzioni raggiunte per i particolari problemi della pratica degli impianti idraulici, potranno apprezzare l'ampiezza di visione che anche nello studio di tali fenomeni il metodo operatoriale permette di raggiungere.

LA REDAZIONE.

L'IDROGENO PESANTE

O. SPECCHIA e N. DALLAPORTA

Si descrivono le esperienze di Urey e collaboratori che han condotto alla scoperta dell'isotopo H^2 dell'idrogeno. Si dà notizia delle proprietà spettroscopiche del nuovo elemento e dei vari processi per isolarlo, insistendo, tra questi, su quello che si fonda sulla decomposizione dell'acqua pesante. Si discutono le esperienze di disintegrazioni atomiche che utilizzano come proiettile il nucleo del nuovo elemento, e si accenna infine alla probabile esistenza dell'isotopo H^3.

Fino a qualche tempo fa, l'idrogeno, l'elemento più leggero, di numero atomico uno e di peso atomico molto vicino all'unità, era ritenuto, dai fisici e dai chimici, come l'elemento meglio conosciuto. Ma già nel 1929 la meccanica ondulatoria aveva condotto alla scoperta di una particolare anomalia della molecola dell'idrogeno: all'esistenza, confermata dall'alternanza di intensità delle componenti rotazionali degli spettri di bande, di due varietà molecolari dell'idrogeno: le varietà orto e para, caratterizzate rispettivamente dall'orientamento parallelo e anti parallelo degli spins nucleari (1). Ma si trattava di una speciale isomeria della molecola, che non influiva menomamente sulla costituzione dell'atomo.

D'altra parte, la revisione dei pesi atomici, compiuta da Aston nel 1927 mediante lo spettrografo di massa, aveva assegnato all'idrogeno il peso atomico 1,00777 determinato chimicamente, e tale concordanza non aveva fatto che confermare l'opinione che fisici e chimici s'erano andati formando, che esistesse soltanto un unico elemento di numero atomico uno. Ma ancora nel 1929 Gianque e Johnston erano stati indotti, da lievi anomalie riscontrate nelle bande di assorbimento dell'ossigeno atmosferico, ad avanzare l'ipotesi che, contrariamente a quanto si riteneva, dovessero esistere degli isotopi (2) dell'ossigeno, e l'analisi accurata degli spettri di bande aveva dimostrato, in modo indubbio, che su 10.000 molecole d'ossigeno dovevano trovarsene circa 8 formate da un atomo ordinario di massa 16 e un isotopo di massa 18, e una sola molecola composta da un atomo di massa 16 e da un isotopo O^{17}.

Questa scoperta doveva influire notevolmente su quelle che erano le idee correnti circa l'atomo d'idrogeno. Essendo le determinazioni di Aston riferite all'atomo d'ossigeno, cui era stato attribuito il peso atomico 16, la scoperta dei due isotopi O^{17} e O^{18} esigeva che il peso atomico determinato da Aston per l'idrogeno, per poter essere confrontato col valore dedotto dai processi chimici, venisse corretto in base al rapporto di abbondanza dei tre isotopi O^{16}, O^{17} e O^{18}. Fatta tale correzione, il peso atomico determinato da Aston si riduceva a 1,00756, valore troppo discordante dal valore chimico, per ammettere che la discrepanza fosse dovuta a errori sperimentali. Un'unica spiegazione per un tale disaccordo era possibile e fu subito data da Birge e Menzel col postulare l'esistenza di un isotopo H^2 dell'idrogeno, presente in piccolissime quantità nell'idrogeno ordinario.

Attribuendo a tale isotopo la massa due, un semplice calcolo

(1) Per interpretare le molteplicità spettrali, l'analogia tra il modello atomico di Rutherford-Bohr e il sistema planetario è stata completata da Uhlenbeck e Goudsmit ammettendo che gli elettroni, oltre a compiere moti orbitali intorno al nucleo, siano animati da una rotazione propria, analoga a quella che un pianeta compie intorno al proprio asse. Tale moto è caratterizzato da un momento cinetico (spin) multiplo intero (zero compreso) dell'unità $h/4\pi$. Analogamente al caso degli elettroni, l'esperienza ha confermato l'ipotesi che anche i nuclei atomici posseggano un momento cinetico intrinseco (spin nucleare), multiplo intero anch'esso dell'unità $h/4\pi$.

(2) Secondo il modello atomico di Rutherford, ogni atomo è costituito da un nucleo carico di elettricità positiva, intorno a cui gravitano un certo numero Z di elettroni, variabile da elemento a elemento. Essendo l'atomo elettricamente neutro, la sua carica nucleare dovrà essere $+Ze$, se Z è il numero degli elettroni periferici, e $-e$ la carica dell'elettrone.

Il numero Z che misura il numero delle cariche elementari positive possedute dal nucleo, indica il posto occupato dall'elemento nel sistema periodico di Mendeleieff. Da tal numero, chiamato *numero atomico* dell'elemento, dipendono le proprietà chimiche di questo.

Due o più atomi che, pur avendo masse diverse, abbiano uguali le cariche nucleari e quindi uguali numeri atomici, hanno proprietà chimiche praticamente identiche. Tali atomi, con terminologia introdotta da Soddy nel 1914, vengono detti *isotopi*. L'analisi per mezzo dei raggi positivi ha mostrato come un gran numero di elementi, che erano considerati puri e ben definiti dal punto di vista chimico, sono in realtà miscugli di vari isotopi.

mostra che il rapporto di abbondanza dei due isotopi H^2/H^1 dovrebbe essere all'incirca 1/4500 per spiegare la differenza osservata. La proporzione è, come si vede, molto piccola; ma secondo Birge e Menzel non dovrebbe essere impossibile, per quanto oltremodo difficile, rivelare il nuovo isotopo per mezzo degli spettri di bande.

La ricerca fu tentata nel 1932, con pieno successo, da Urey, Brickwedde e Murphy, non sullo spettro molecolare come Birge e Menzel avevano indicato, ma sullo spettro atomico di un miscuglio dei due isotopi H^1 e H^2.

Dalla espressione $R = \frac{2\pi^2 e^4}{h^3}\mu$ [dove $1/\mu = (1/m) + (1/M)$] che dà la costante di Rydberg, si vede facilmente che ponendo M uguale a 2, valore presunto della massa dell'isotopo H^2, le righe di Balmer (3), caratteristiche di questo, devono risultare leggermente spostate verso il violetto relativamente alle corrispondenti righe dell'isotopo H^1.

Nella tabella sono indicate le lunghezze d'onda delle due serie di righe: per la serie dell'idrogeno H^2, quali risultano dal calcolo su esposto; per quella dell'H^1, dalle osservazioni sperimentali.

	H_α	H_β	H_γ	H_δ
H^1	6562,793	4861,326	4340,467	4101,738
H^2	6561,000	4860,000	4332,282	4100,619

Per le H_α lo spostamento previsto è di 1,793 Å, e un reticolo di Rowland sarebbe sufficiente a rivelarlo, se la debole proporzione, con cui l'idrogeno pesante è contenuto nell'idrogeno ordinario, non rendesse scarse le probabilità di successo di un tentativo fatto in questo senso.

Ma la tecnica della separazione degli isotopi indicava vari metodi per la concentrazione dell'idrogeno pesante dall'idrogeno ordinario.

Urey e collaboratori, partendo da considerazioni termodinamiche, avevan calcolato le tensioni di vapore dei liquidi formati dalle molecole isotopiche $H^1 H^1$, $H^1 H^2$, $H^1 H^3$ e avevano trovato che al punto triplo dell'idrogeno ordinario (pressione: 5 mm; temperatura: 14° O. K.) tali tensioni devono stare fra loro nel rapporto: 1:0,37:0,29. Un tale risultato indicava la possibilità di una concentrazione dell'idrogeno pesante facendo evaporare al punto triplo l'idrogeno liquido, e raccogliendo la coda di vaporizzazione. Con tale residuo Urey e collaboratori riempivano un tubo a scarica, del tipo descritto da Wood, per l'osservazione spettroscopica. La parte centrale di un tale tubo, lungo circa un metro, sotto determinate condizioni di eccitazione, emette con grande intensità le righe Balmer, non inquinate da spettro molecolare, questo essendo confinato alle estremità del tubo, dove l'azione catalizzatrice degli elettrodi favorisce la ricombinazione delle molecole dissociate dalla scarica.

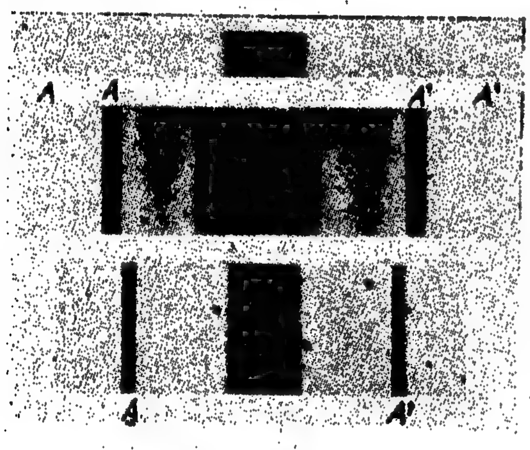


Fig. 1.

Le fotografie riprodotte dalla memoria di Urey sono relative alle H_α, H_β, H_γ le righe sovraesposte sono le H^1_α, H^1_β, H^1_γ le deboli, a sinistra, le H^2_α, H^2_β, H^2_γ.

Dalla posizione di queste ultime, determinata con riferimento ai due fantasmi A e A' disposti simmetricamente rispetto alle H^1, si risalì ai valori delle lunghezze d'onda, che risultarono in ottimo accordo con quelli calcolati.

La concentrazione in idrogeno pesante raggiunta da Urey e collaboratori era di circa 1/800; posteriormente Hertz, applicando un suo metodo di diffusione, riusciva a ottenere piccolissime quantità del nuovo isotopo, ma in tali condizioni di purezza, che nel suo spettro di emissione non comparivano più le righe dell'idrogeno ordinario.

Analoga ricerca spettroscopica effettuavano posteriormente Ballard e White sullo spettro ultravioletto di un miscuglio dei due idrogeni, molto ricco in idrogeno pesante, riuscendo a mettere in evidenza i primi sei termini della serie di Lyman dell'H². Nella tabella sono riportate le λ_{H1} e le λ_{H2} e i relativi spostamenti $\Delta\lambda$. Vi è un buon accordo fra i valori previsti e quelli determinati sperimentalmente, se si eccettuano quelli relativi alla riga 937,545 Å per la quale, del resto, risultò dubbia la determinazione della lunghezza d'onda:

λ_{H^1}	λ_{H^2}	$\Delta\lambda$ (calcolato)	$\Delta\lambda$ (osservato)
1215,664	1215,334	0,330	0,330
1025,718	1025,439	0,279	0,276
972,533	972,269	0,264	0,266
949,739	949,481	0,258	0,262
937,800	937,545	0,255	0,274
930,744	930,491	0,253	0,258

Gli spettrogrammi riportati mostrano come le righe dell'H² siano meno diffuse di quelle dell'H¹; e ciò è in accordo con la teoria dell'allargamento delle righe spettrali per effetto Doppler (4), secondo la quale le righe dell'H¹ devono risultare, pari le condizioni di eccitazione, circa 1,4 volte più diffuse delle H², dipendentemente dai diversi valori delle masse.

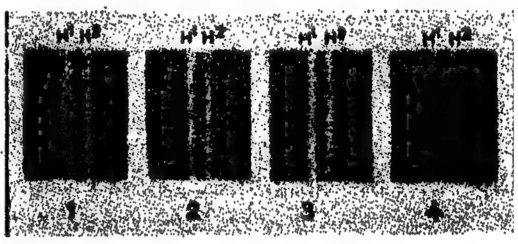


Fig. 2.

Struttura fina delle H¹. — La meccanica ondulatoria prevede che le righe Balmer sian costituite da doppietti, ciascun elemento di questi risultante, alla sua volta, di due o più componenti, e assegna, per le componenti più intense del doppietto, l'intervallo di separazione di 0,320 cm⁻¹.

Le esperienze di Kent, Taylor e Pearson hanno mostrato come effettivamente la H^1_α risulti di cinque componenti, in accordo con quanto la teoria prevede. Vi è però discrepanza per quel che riguarda l'intervallo di separazione tra le componenti più intense del doppietto, essendo il valore sperimentale nettamente inferiore al valore teorico.



Fig. 3.

Analoga ricerca venne eseguita per l'H^2_α da Williams e Gibbs con tecnica sperimentale non molta diversa. Sorgente: tubo alla Wood raffreddato in aria liquida; apparecchio risolutivo: spettrografo a tre prismi ed étalon interferenziale di Fabry e Pérot; analisi fotometrica dei fotogrammi. Sono state messe in evidenza 4 delle 5 componenti previste, la componente non rivelata essendo quella che la teoria indica come estremamente debole. Anche per l'H^2_α, l'intervallo di separazione fra le componenti più intense del doppietto risultò più piccolo del valore teorico sebbene la discrepanza fosse minore di quella riscontrata per l'H^1_α.

Rapporto d'abbondanza del nuovo isotopo nell'idrogeno ordinario. — Dopo la scoperta dell'H² nella coda di vaporizzazione di 6 litri d'idrogeno liquido, Urey e collaboratori tentarono spettroscopi-

(3) Come è noto lo spettro dell'idrogeno è costituito da righe che si possono raggruppare in serie spettrali, la più importante e più nota delle quali è la serie di Balmer, alla quale appartengono anche le 4 righe dello spettro visibile. La frequenza delle righe appartenenti a questa serie è data dalla formola:

$$v = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

in cui n è un numero che può assumere i valori interi 3, 4, 5, ecc., e R la costante di Rydberg, nell'espressione della quale il fattore μ è definito dalla relazione: $1/\mu = 1/m + 1/M$, m essendo la massa dell'elettrone e M quella del nucleo. Sostituendo a μ il suo valore otterremo per la costante $R = \frac{2\pi^2 e^4}{h^3} m \frac{1}{1 + \frac{m}{M}}$. Si vede che, se invece di porre $M = 1$ come occorre fare per l'idrogeno ordinario, poniamo $M = 2$, la costante R assumerà un valore lievemente maggiore, quindi le frequenze v date dalla formula di Balmer verranno leggermente spostate verso il violetto.

(4) Come è noto, l'effetto Doppler consiste nella variazione di frequenza che si osserva quando la sorgente di vibrazioni, tanto luminose che acustiche, si avvicina o si allontana rispetto all'osservatore. Un tale effetto si constata anche quando si osservi l'emissione luminosa di un gas a bassa pressione. Se tutti gli atomi di questo fossero immobili, tutti emetterebbero delle radiazioni aventi la stessa lunghezza d'onda. Ma, per effetto dell'agitazione termica, essendo gli atomi animati da moti in tutte le direzioni, con velocità ripartite intorno a una certa velocità media (data dalla teoria cinetica dei gas) le radiazioni emesse risulteranno modificate per effetto Doppler e si osserverà un allargamento delle righe spettrali.

camente di rivelarne la presenza nell'idrogeno ordinario. Il tentativo ebbe successo, come dimostra la fotografia riportata, nella quale, accanto alla $H^1\beta$ sovraesposta si intravede la $H^2\beta$ debolissima.



Fig. 4.

Questo tentativo ha reso anche possibile una prima determinazione del rapporto di abbondanza dei due isotopi nell'idrogeno ordinario; determinazione, del resto, approssimativa essendo fondata sul rapporto dei tempi di esposizione necessari per impressionare la lastra fotografica con l'$H^1\beta$ e l'$H^2\beta$.

Tale rapporto risultò dell'ordine di 1/4500 in buono accordo con quello previsto da Birge e Menzel, ma notevolmente discordante dal valore di 1/30.000∿1/40.000 assegnato posteriormente da Bleakney in base a determinazioni eseguite con lo spettrografo di massa. Il disaccordo fu parzialmente interpretato da Urey, attribuendolo a una sua eventuale sottovalutazione dell'intensità delle righe dell'H^1 non avendo tenuto conto che queste, date le particolari caratteristiche della sorgente, potevano essere in parte assorbite. Tuttavia, se tenendo conto di tale assorbimento, veniva in parte eliminato il disaccordo fra le due determinazioni, quella spettroscopica e quella di massa, d'altra parte, assegnando al rapporto d'abbondanza dei due isotopi un valore notevolmente inferiore a quello assegnato da Birge e Menzel, l'ipotesi di questi due fisici, che aveva ispirata la ricerca di Urey e collaboratori, non era più sufficiente a interpretare la differenza dei pesi atomici dell'idrogeno, come risultavano dalle misure di Aston e da quelle dei chimici.

Più recentemente però Lewis e Mac Donald hanno dimostrato che il valore 1/30.000 assegnato da Bleakney era troppo inferiore al valore reale, che dovrebbe aggirarsi intorno a 1/6000 cioè dev'essere dello stesso ordine di grandezza di quello postulato da Birge e Menzel e determinato di Urey.

Peso atomico del nuovo elemento. — La determinazione è stata eseguita da Bainbridge, mediante uno spettrografo di massa a grande potere risolutivo su idrogeno contenente dal 50 al 66 % di idrogeno pesante. Il valore della massa del nuovo elemento è stata determinata in base all'intervallo di separazione tra le componenti dei doppietti delle righe di massa, relative:

1) allo jone molecolare $(H_e\,H^2)^+$ e allo jone $(H_3^2)^+$
2) allo jone » $(H_e\,H^1)^+$ e allo jone $(H_2^2\,H^1)^+$

I valori delle masse per ogni coppia di joni essendo molto vicini, e quindi la separazione delle righe corrispondenti molto piccola, era lecito ammettere che in tale intervallo la legge di dispersione dello spettrografo fosse lineare. Se, assegnando alla massa dell'ossigeno il valore 16, si assume la massa dell'H_e uguale a 4,00216, quella dell'H^1 a 1,00778 e quella dell'elettrone a 0,00055, la massa dell'H^2 risulta uguale a 2,01353 ± 0,000064.

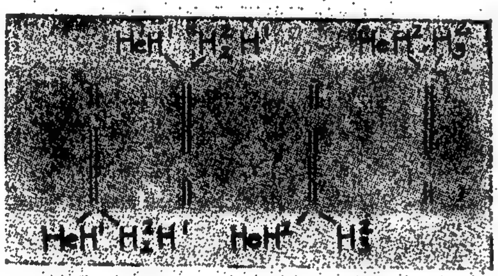


Fig. 5.

Nome e simbolo dell'idrogeno pesante. — La terminologia non usa differenziare con nomi particolari i vari isotopi di uno stesso elemento, non essendovi, in generale, differenza constatabile fra le loro proprietà chimiche. Un'eccezione, su proposta di Urey, è stata fatta per l'idrogeno pesante.

Al nuovo elemento, Urey propone di assegnare il nome di Deuterium (simbolo D), e al suo nucleo, il nome di Deuterone o Deutone. Lord Rutherford invece, pur conservando il simbolo D, propone chiamarlo Diplogeno, e Diplone il suo nucleo.

Acqua pesante.

La tecnica di Urey per la concentrazione dell'idrogeno pesante dall'idrogeno ordinario, che come si è visto, consisteva nel raccogliere la coda di vaporizzazione al punto triplo di un notevole volume di idrogeno liquido, consentiva di ottenere piccole quantità del nuovo elemento, sufficienti, al più, a scopi spettroscopici. Ma una importante osservazione fatta dallo stesso Urey, doveva aprire la via ad una nuova tecnica, relativamente semplice, per ottenere in quantità notevoli dell'*acqua pesante* di composizione analoga a quella dell'acqua ordinaria, con la differenza che gli atomi di idrogeno sono sostituiti dal nuovo elemento H^2. Da quest'acqua, coi procedimenti ordinari della chimica, era facile ottenere l'idrogeno pesante. Urey, esaminando acque di varie provenienze (acqua piovana, acqua occlusa in certe ossidiane, acqua solvente di vecchie celle elettrolitiche) fece l'importante osservazione che la densità dell'acqua proveniente da elettrolizzatori che avevano funzionato per molti anni presentava una densità lievemente superiore a quella dell'acqua ordinaria. Una tale osservazione suggeriva immediatamente un metodo di concentrazione elettrolitica dell'acqua pesante, metodo che ormai applicato in vari laboratori ha condotto al risultato in certo senso paradossale, che il diplogeno, pur essendo uno degli isotopi più rari, e l'ultimo scoperto, è quello che oggi si riesce a isolare più facilmente.

Molte prove furono fatte, sia col variare l'elettrolita e gli elettrodi, sia la densità di corrente, allo scopo di stabilire quale fosse il processo più adatto per la concentrazione dell'acqua pesante. Quello che ha dato i migliori risultati è il processo installato da Lewis nel suo laboratorio.

Consiste nell'elettrolizzare, a bassa temperatura, con notevole densità di corrente e usando elettrodi di nickel puro, una soluzione seminormale di soda caustica. Si parte, per es., da 10 litri di soluzione che si sottopone all'elettrolisi finchè il suo volume non sia ridotto a un decimo del volume iniziale: allora, per evitare un eccessivo aumento della concentrazione, 900 cm³ del residuo si neutralizzano con anidride carbonica, si distillano e l'acqua ricuperata si aggiunge agli altri 100 cm³ di soluzione. Il processo viene ripetuto più volte finchè il volume non si sia ridotto a un solo cm³. La densità dell'acqua così ottenuta è 1,035 relativamente all'acqua ordinaria, alla stessa temperatura. Partendo da un maggior volume iniziale è possibile spingere più oltre il processo di *rettificazione* elettrolitica, ottenendo dell'acqua pesante praticamente pura. Ma qual'è la formula chimica dell'acqua così ottenuta? L'aumento di densità può essere dovuto sia alla sostituzione dell'ossigeno O^{16} della molecola H_2O con l'isotopo O^{18}, sia alla sostituzione dell'idrogeno H^1 con l'isotopo H^2. Effettivamente è la seconda sostituzione che avviene. Per provarlo Lewis vaporizza l'acqua pesante ottenuta e ne scompone il vapore sul ferro portato a 500°. Facendo ricombinare l'idrogeno, che si sviluppa, con l'ossigeno dell'ossido di rame, ottiene un'acqua i cui atomi d'idrogeno provengono dalla decomposizione dell'acqua pesante, mentre l'ossigeno è l'ossigeno ordinario O^{16}. Dopo, fa passare dell'idrogeno ordinario sul ferro ossidato dalla operazione precedente e ottiene un'acqua la cui molecola è formata da ossigeno proveniente dall'acqua pesante e da idrogeno ordinario H^1. Delle due acque così ottenute, la seconda ha la stessa densità dell'acqua ordinaria, mentre la prima una densità un po' maggiore: ciò prova che l'elettrolisi concentra l'isotopo H^2, probabilmente — è soltanto un'ipotesi — per la minore mobilità degli joni $(H^2)^+$ rispetto agli joni $(H^1)^+$.

Un altro processo di concentrazione dell'acqua pesante consiste nella distillazione frazionata dell'acqua ordinaria: ma essendo un processo più complicato e meno efficace della concentrazione elettrolitica, ci limitiamo a ricordarlo senza insistere.

L'esame di acque di varia provenienza, se si eccettua, beninteso, quella di vecchi elettrolizzatori, non aveva rivelato nessuna differenza sensibile nella proporzione di acqua pesante da esse contenute. Però recentemente Tucholski ha dato notizia di un sensibile arricchimento di acqua pesante riscontrato in un'acqua abbandonata per lungo tempo a lentissima evaporazione. Se si tiene conto delle tensioni di vapore dell'acqua ordinaria e dell'acqua pesante alla temperatura ambiente (20°-30°) un tale arricchimento non sembra inverosimile, e si può accettare l'ipotesi, avanzata dallo stesso fisico, che l'acqua confinata in cavità montane, al riparo di una rapida evaporazione, possa contenere una maggiore proporzione di acqua pesante di quella che si riscontra nelle acque comuni.

Proprietà fisiche dell'acqua pesante. — Sebbene la scoperta dell'acqua pesante risalga a poco più di un anno, pure esiste tutta una serie di determinazioni delle sue costanti fisiche più importanti eseguite, in massima parte, su miscugli di acqua ordinaria e di acqua pesante, e qualcuna su acqua pesante pura, di densità 1,1056 (a 25°) ottenuta da Lewis.

Densità a 25°	1,1056
Massimo di densità	a + 11°,6
Punto di fusione	3°,8
Punto di ebollizione normale	101°,42

Tensioni di vapore:

t	20°	30°	80°	100°	110°
$\frac{P(H_2^2O)}{P(H_2^1O)}$	0,87	0,90	0,933	0,949	0,956

Calore di vaporizzazione: al punto di ebollizione è maggiore di quello dell'acqua ordinaria di 259 cal. per mol.

Coefficiente di viscosità:

t	5°	35°
η_1 (acqua ordinaria)	15,19	7,21
η_2 (acqua pesante al 92 %)	19,88	8,64

Costante dielettrica: Il rapporto tra la costante dielettrica dell'acqua pesante e quella dell'acqua ordinaria, determinate con onde di 25-40 m, alla temperatura di 25°, è uguale a 0,990.

Coefficiente di suscettività magnetica: L'acqua pesante è diamagnetica come l'acqua ordinaria e il suo coefficiente di suscettività è $-0{,}65.10^{-6}$ (t = 20°).

Indice di rifrazione a 20°:

λ	6563 Å	5893 A	5461 Å	4861 Å	4358 Å
η_1 (acqua ordinaria)	1,33115	1,33300	1,33447	1,33714	1,34030
η_2 (acqua pesante)	1,32683	1,32844	1,32976	1,33221	1,33509

Bande di assorbimento nell'ultrarosso:

acqua ordinaria a 1,5 μ , 2 μ , 3 μ , 4,8 μ , 6,2 μ
intensa debole intensa

acqua pesante (56%) a 3 μ , 4,2 μ , 6,2 μ , 6,9 μ
debole intensa debole , intensa

Spettro Raman (5). Si osservano tre bande Raman:

$$\Delta v = 2623 \text{ cm}^{-1} \qquad \Delta v = 3500 \text{ cm}^{-1} \qquad \Delta v = 2517 \text{ cm}^{-1}$$

le prime due attribuite da Wood alla molecola H^2OH^1, l'ultima alla molecola H^2OH^2.

Costituzione del diplogeno. — Dall'acqua pesante si separa il diplogeno con gli stessi procedimenti (elettrolisi, decomposizione del vapore acqueo col magnesio, ecc.), coi quali si usa effettuare la separazione dell'idrogeno ordinario dall'acqua ordinaria. Ed è alla semplicità della tecnica della concentrazione dell'acqua pesante, e della separazione del nuovo elemento, che si deve il rapido sviluppo di tutta una serie di ricerche sui composti idrogenati in cui l'idrogeno è sostituito da diplogeno, ricerche che, sebbene all'inizio, si annunziano, per i risultati già conseguiti, molto interessanti.

Da un punto di vista più strettamente fisico, una particolare importanza è venuto assumendo il nucleo del nuovo elemento che, accelerato da convenienti campi elettrici, s'è dimostrato un proiettile di grande efficacia nelle disintegrazioni atomiche.

Quanto alla sua costituzione ,questa dovendo essere analoga a quella dell'idrogeno ordinario, risulterà di un nucleo positivo e di un unico elettrone periferico. Essendo le proprietà chimiche e spettroscopiche degli elementi legate agli elettroni periferici, si spiegano le analogie dei due idrogeni, che abbiamo già rilevate. La differenza va quindi ricercata nella costituzione nucleare che, mentre per l'idrogeno ordinario risulta di un protone, per il diplogeno sarà una delle strutture possibili che si ottengono, scegliendo tra le quattro particelle elementari che costituiscono la materia — elettrone, positrone, protone, neutrone —, quelle la cui combinazione sia compatibile col valore della massa e della carica elettrica nucleare. L'ipotesi più verosimile è che il diplone sia costituito di un neutrone e di un protone, differendo così dal nucleo dell'idrogeno ordinario per l'aggiunta di un neutrone.

Ammettendo con Chadwick che la disintegrazione del boro per mezzo delle particelle α del Polonio avvenga secondo la reazione (6):

$$_5B^{11} + {_2H_e}^4 \rightarrow {_7N^{14}} + \text{ neutrone}$$

si ha per la massa del neutrone il valore di 1,0067, che sommato al valore della massa del protone dà, per la massa del diplone, un valore un poco maggiore di quello cui si perviene, sottraendo dalla massa del diplogeno quella dell'elettrone. Ciò vuol dire che la combinazione neutrone-protone avviene con perdita di massa, e la corrispondente energia di legame risulta dell'ordine di 10^6 volt cioè tale da indicare la possibilità della disintegrazione del diplone in neutrone e protone in seguito a urto di particelle α veloci.

Impiego del diplone nella disintegrazione degli elementi. — Il problema della disintegrazione degli elementi è intimamente legato al problema di poter disporre di particelle che abbiano energia sufficiente da superare le barriere di potenziale intorno ai nuclei atomici. Nelle prime esperienze di disintegrazione (Lord Rutherford, 1919) venivano impiegate le particelle α delle sostanze radioattive; dopo, i fisici si sono orientati verso l'impiego di protoni accelerati artificialmente, i quali, secondo la teoria di Gamow, risultano, a parità di energia, più efficaci delle particelle α.

L'accelerazione artificiale dei protoni può essere ottenuta sia per mezzo di elevate differenze di potenziale, come nella disposizione installata nel laboratorio di Cambridge, sia sottoponendo i protoni ad accelerazioni successive, in modo che pur facendo uso di potenziali relativamente bassi, essi alla fine acquistino una energia cinetica pari a quella che acquisterebbero se fossero accelerati direttamente attraverso differenze di potenziale di qualche milione di volt.

Nel dispositivo di Cambridge l'elevata tensione è ottenuta mediante il sistema di moltiplicazione schematizzato nella figura:

C_1, C_2 e C_3 sono tre condensatori disposti in serie e C_1', C_2' altri due condensatori che possono essere collegati coi primi mediante i contatti mobili a e b, i quali vengono applicati alternativamente.

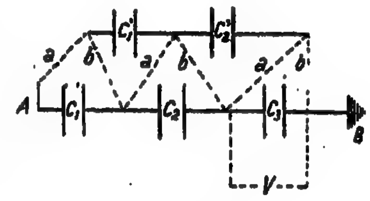


Fig. 6.

La tensione E fornita da un trasformatore ad alta tensione (200 ∿ 300 kV) è applicata, previa rettificazione, al condensatore C_3; ed è facile rendersi conto come mediante il giuoco dei contatti mobili a e b i tre condensatori C_1, C_2 e C_3 vengano ad essere caricati allo stesso potenziale E sicchè tra A e B si può ricavare il potenziale $3\,E$.

Ma la soluzione più elegante del problema della accelerazione artificiale dei protoni è quella ideata da Lawrence e Livingstone e da questi realizzata nel laboratorio fisico dell'Università di California.

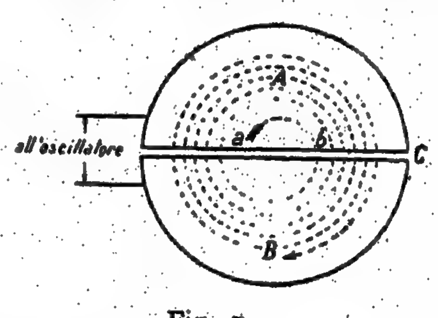


Fig. 7.

In tale disposizione si elimina la grave difficoltà della produzione di elevati campi elettrici, sottoponendo i protoni ad accelerazioni multiple sotto differenze di potenziale relativamente basse.

Lo schema riprodotto dà una idea della disposizione. A e B sono due elettrodi cavi semicircolari, montati, con le faccie diametrali adiacenti, in una scatola in cui si può fare il vuoto.

Il sistema è posto tra i poli di un magnete in modo che le linee di forza siano normali al piano degli elettrodi, tra i quali è applicato un campo elettrico oscillante ad alta frequenza. Se in un dato istante uno jone, proveniente da un generatore di joni, si trova nella regione C compresa fra i due elettrodi, e, se per es. l'elettrodo B è a un potenziale positivo rispetto all'elettrodo A, allora lo jone verrà accelerato nell'interno di quest'ultimo. Sotto l'azione del campo magnetico esso descrive la traiettoria semicircolare $a\,b$ ed



Fig. 8.

(5) Se facciamo diffondere da un mezzo trasparente (gassoso, liquido o solido) una radiazione monocromatica, la luce diffusa non è più monocromatica e l'esame spettrografico rivela, oltre la radiazione incidente di frequenza v, altre righe (o talvolta bande) di frequenza v_1, v_2, v_3 tali che le differenze $\Delta v_1 = v - v_1$, $\Delta v_2 = v - v_2$, etc. risultano essere delle frequenze proprie della molecola del mezzo diffondente. Questo fenomeno, scoperto dal fisico indiano Raman, si chiama effetto Raman e le righe (o le bande) diffuse v_1, v_2, v_3, righe o bande Raman.

(6) A scanso di equivoci notiamo fin da ora che nei simboli adoperati, l'indice che segue la lettera che indica l'elemento, rappresenta il suo peso atomico, e quello che la precede, il suo numero atomico.

emerge dall'elettrodo. Se il tempo impiegato dallo jone a descrivere la sua traiettoria è uguale al semiperiodo del campo oscillante applicato tra A e B, nell'istante in cui lo jone emerge, il campo elettrico è invertito e lo jone subisce una seconda accelerazione verso l'interno di B. La velocità è aumentata, ma corrispondentemente, aumenta anche il raggio della nuova traiettoria, sicchè il

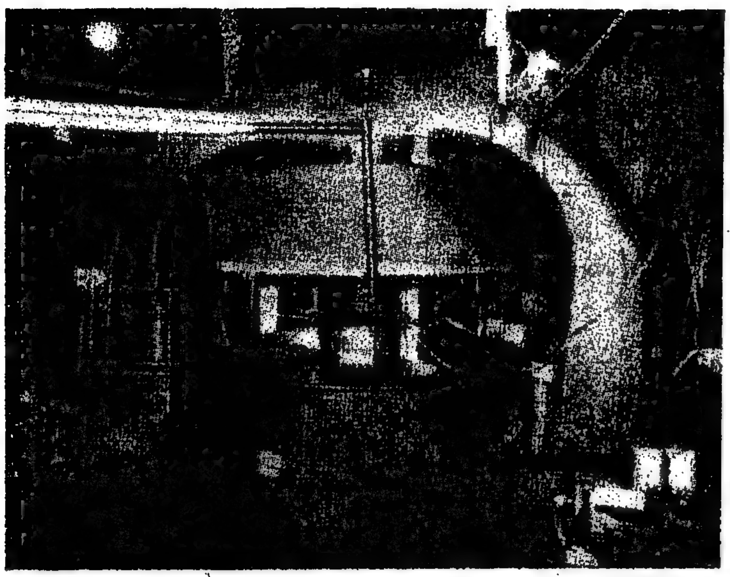


Fig. 9.

tempo impiegato dallo jone a descriverla rimane costante. Dopo aver percorso un certo numero di traiettorie semicircolari, acquistando ad ogni mezzo giro l'energia eV, lo jone esce da una finestra di mica praticata nella parete della scatola possedendo l'energia cinetica:

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{e^2 H^2 R^2}{2 m c^2}$$

dove R è il raggio della scatola. Il potenziale V e il numero n dei giri fatti dallo jone non compaiono esplicitamente nella relazione, ma sono impliciti, essendovi proporzionalità fra $V n$ e $H^2 R^2$.

Coi metodi di accelerazione descritti, da circa un anno si eseguono esperienze di disintegrazioni atomiche nei laboratori di Cambridge e di California, usando come proiettili i deutoni. I risultati si susseguono con così incalzante ritmo e sono, a volte, così nuovi e imprevisti, che non è possibile darne qui un completo resoconto, nè tentarne un adeguato inquadramento.

Tra i risultati di maggior rilievo, citiamo quelli ottenuti da Lewis, Livingstone e Lawrence, bombardando con deutoni, elementi del tipo nucleare $4n + 2$ e specialmente N^{14} e L_i^6. Si osservarono, in entrambi i casi, emissioni di particelle α, di rango 6,8 cm per N^{14}, e 14,8 cm per L_i^6, risultanti dalle probabili reazioni nucleari:

$$_7N^{14} + {}_1H^2 \rightarrow {}_6C^{12} + {}_2H_e^4$$
$$_3L_i^6 + {}_1H^2 \rightarrow 2\, {}_2H_e^4.$$

Col berillio si ottennero particelle α di ugual rango (3,3 cm) di quelle ottenute bombardandolo con protoni, benchè il numero delle disintegrazioni osservate fosse almeno 100 volte superiore. L'identità dei valori dell'energia dei corpuscoli emessi nei due casi sta a indicare che probabilmente le particelle incidenti disintegrano il nucleo instabile del berillio senza unirsi ad esso, cioè che vi sia disintegrazione senza cattura.

Analoghi esperimenti furono fatti da Oliphant, Shire e Crowther a Cambridge. Studiando il bombardamento dei diploni sui due isotopi del litio, confermavano per L_i^6 la reazione già trovata da Lawrence e collaboratori, e constatavano per L_i^7, oltre all'emissione di particelle α di rango 8 cm, anche emissione di neutroni, in accordo con la reazione:

$$_3L_i^7 + {}_1H^2 \rightarrow 2\, {}_2H_e^4 + {}_0n^1.$$

Nuove esperienze eseguite da Lawrence, Livingston e Lewis han mostrato che, bombardando con diploni elementi diversi, si ottenevano oltre le particelle α delle precedenti esperienze, anche protoni di varie energie. Per tutti gli elementi studiati, compreso il platino e l'oro, si potè constatare l'esistenza di un gruppo di protoni di rango 18 cm. Poichè l'energia delle particelle emesse da un elemento è caratteristica di questo, non era ammissibile che tutti gli elementi studiati emettessero, disintegrandosi, protoni di eguale energia. L'unica spiegazione possibile era che il diplone stesso, nell'urto, si disintegrasse in un neutrone e in un protone, la cui energia sarebbe appunto quella osservata di 18 cm.

L'emissione di neutroni accompagnanti i protoni fu indirettamente, in successive ricerche, confermata dagli stessi autori; e dal bilancio delle energie in gioco fu determinata l'energia liberata dalla disintegrazione del diplone in $4{,}8 \cdot 10^6$ V e, in accordo con questa, la massa del neutrone in 1.0006: valore questo nettamente inferiore a 1.0067 della determinazione di Chadwick.

La probabilità della disintegrazione del diplone, e il nuovo valore della massa del neutrone implicavano tali conseguenze di indole teorica da esigere nuovi esperimenti a conferma di tali risultati.

Per eliminare un'obbiezione che poteva essere fatta alle loro precedenti esperienze, che i protoni di 18 cm fossero dovuti a qualche impurità presente in tutti i bersagli adoperati, Lewis, Livingston, Henderson e Lawrence pensarono di bombardare con protoni due composti idrogenati identici, contenenti però uno, idrogeno leggero, l'altro, diplogeno. Il composto scelto fu $Ca(OH)_2$. Poterono constatare che l'idrato di calcio contenente il diplogeno, emetteva, quando bombardato, un numero di protoni molto maggiore di quelli emessi dal composto contenente idrogeno ordinario (la cui emissione poteva essere attribuita a tracce di diplogeno presenti) aventi una energia in buon accordo con quella calcolata, assumendo per la massa del neutrone, un valore molto prossimo all'unità. D'altra parte, l'ipotesi della instabilità del diplogeno suggeriva di ricercarne un'eventuale radioattività. Le esperienze eseguite da Ladenburg con un contatore di Geiger han mostrato che l'acqua pesante non è sensibilmente più radioattiva dell'acqua ordinaria. Se pure lo fosse, la sua probabilità di disintegrazione dovrebbe essere $\lambda < 2.10^{-23}$ e il suo periodo $T > 10^{15}$ anni. Questo risultato pur non escludendo in modo categorico che la massa del neutrone sia così piccola come le esperienze di Livingstone, Henderson e Lawrence indicherebbero, ne dimostra tuttavia l'improbabilità.

Produzione artificiale di neutroni. — L'emissione di neutroni in esperienze di disintegrazione atomica mediante diploni, era stata constatata dalla scuola di Rutherford nella disintegrazione dell'isotopo pesante del litio, e successivamente da Lawrence e collaboratori nella rottura del diplone in un protone e in un neutrone.

Più recentemente Crane e Lauritsen han potuto constatare che, bombardando il berillio con diploni, la quantità dei neutroni emessi era così grande che non potevano essere interpretati come dovuti unicamente alla disintegrazione del diplone. Era necessario ammettere che anche il berillio si disintegrasse secondo la reazione:

$$_4Be^9 + {}_1H^2 \rightarrow {}_5B^{10} + {}_0n^1 + \gamma.$$

L'isotopo H^3. — Recentemente, esperienze in cui non solo le particelle bombardanti erano diploni ma anche i bersagli contenevano diplogeno, sono state eseguite da Oliphant, Harteck e Rutheford. I bersagli erano: ND_4Cl, D_4PO_3, $(ND_4)_2SO_4$ e il fascio di diploni veniva diretto con energie relativamente molto deboli comprese fra 20.000 e 100.000 V. Mentre tali composti, se bombardati con protoni non davan luogo a fenomeni molto diversi di quelli ottenuti con composti analoghi contenenti idrogeno leggero, sotto l'urto dei diploni emettevano una grande quantità di protoni molto rapidi. Anche l'emissione di un gran numero di neutroni è stata constatata, ma in ogni modo inferiore a quella dei protoni, sicchè sembra che la reazione che dà loro origine sia meno frequente di quella che origina i protoni.

Dati i valori molto bassi dei potenziali usati è poco probabile, che i neutroni siano dovuti alla disintegrazione dei deutoni; più verosimilmente il processo che dà loro origine dovrebbe essere questo: due diploni, unendosi formerebbero un nucleo di elio instabile di massa 4.0272, superiore quindi all'elio normale. Un tale nucleo si spezzerebbe in due componenti, secondo le due reazioni possibili:

$_1D^2 + {}_1D^2 \rightarrow {}_2H_e^4 \rightarrow {}_1H^3 + {}_1H^1$ (che darebbe luogo all'emissione dei protoni).

$_1D^2 + {}_1D^2 \rightarrow {}_2H_e^4 \rightarrow {}_2H_e^3 + {}_0n^1$ (che darebbe luogo all'emissione dei neutroni).

H^3 e H_e^3 sarebbero, il primo, un terzo isotopo dell'idrogeno di massa tre, l'altro, un isotopo dell'elio, pure di massa tre. Assumendo per la massa del neutrone il valore di Chadwick, la massa di H^3 dovrebbe essere 3.01151, quella di H_e^3 3.0165.

Finora non è stata ancora constatata l'esistenza di H_e^3; quanto a H^3, la sua esistenza, in base alle leggi di periodicità degli isotopi nel sistema di Mendelejeff, al pari di quella di H^2, era stata, già da qualche anno, sospettata. Dopo la scoperta dell'idrogeno pesante, vari tentativi sono stati fatti per mettere in evidenza questo terzo isotopo, ma nè i tentativi spettroscopici (Lewis e Spedding)

nè quelli eseguiti con lo spettrografo di massa (Bleakney e Gould) sono stati coronati da successo. S'è potuto soltanto stabilire un limite superiore del suo rapporto d'abbondanza che dovrebbe essere, relativamente all'idrogeno ordinario, dell'ordine di 5×10^{-8}.

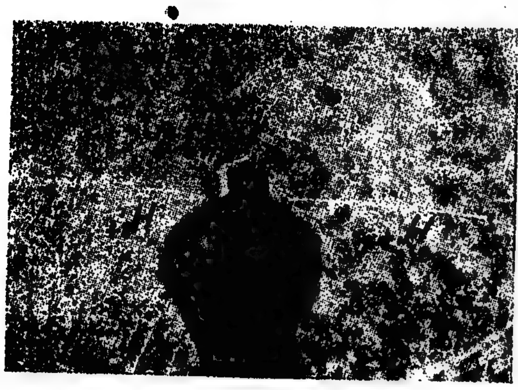


Fig. 10.

Da qualche anno il fisico americano Allison applica alla ricerca degli isotopi un suo metodo magneto-ottico fondato sulla misura del tempo di rilassamento dell'effetto Faraday (polarizzazione rotatoria magnetica). Con tale metodo, operando sull'acido cloridrico, Latimer e Young pare che sian riusciti a rivelare la presenza dell'H^3; ma non sappiamo quanto questo risultato sia attendibile.

Spetta a Dee il merito di aver potuto mettere in evidenza, in modo indubbio, l'esistenza del nuovo isotopo dell'idrogeno.

Riprendendo le esperienze di Oliphant, Harteck e Rutherford sul bombardamento con diploni di composti contenenti diplogeno, Dee è riuscito, mediante una camera di Wilson, a mettere in evidenza due tracce in direzione opposte, emananti dal bersaglio colpito dal diplone, l'una più lunga e l'altra molto più corta, che tutto fa ritenere siano da attribuirsi, la prima a un protone, l'altra allo jone H^{3+}.

I RADDRIZZATORI MECCANICI DI CORRENTE NELLE MISURE DI LABORATORIO

L. PIANTA

Sono svolte alcune considerazioni teoriche sul funzionamento di un raddrizzatore meccanico di corrente per misure di laboratorio. Vengono poi riportati i risultati sperimentali ottenuti in misure e prove con circuiti di misura a corrente alternata, usando il raddrizzatore in unione con un galvanometro a corrente continua.

1. - Premessa.

È noto che nei metodi di misura di laboratorio per corrente alternata, qualunque essi siano, le approssimazioni che si possono raggiungere sono minori di quelle che si raggiungono coi metodi a corrente continua. Difatti mentre che coi ponti e potenziometri a corrente continua si può raggiungere facilmente sensibilità di un centimillesimo ed oltre, coi ponti e potenziometri a corrente alternata, sensibilità di un decimillesimo non possono essere superate tanto facilmente.

Le cause di questa inferiorità sono parecchie (v. Bibl. 1 e 2); fra di esse una ha influenza abbastanza notevole, ed ha la sua origine nella minore sensibilità degli strumenti indicatori di zero per corrente alternata (elettrodinamometri e galvanometri a vibrazione) rispetto a quelli per corrente continua (galvanometro d'Arsonval). Si capisce quindi perchè fin da tempo si è tentato di sostituire, nelle misure con correnti alternate, gli elettrodinamometri od i galvanometri a vibrazione con i galvanometri a corrente continua, interponendo naturalmente un adatto organo raddrizzatore.

La tecnica ha creato vari tipi di questi raddrizzatori, fondati su principi fisici di funzionamento assai diversi fra di loro.

Tralascio di occuparmi sia dei raddrizzatori automatici, (raddrizzatori elettrolitici, ad ossido di rame, diodi, ecc.) sia dei triodi (che funzionando come raddrizzatori, appartengono alla categoria dei raddrizzatori comandati), la letteratura dei quali ha già da tempo illustrato pregi ed inconvenienti, nonchè le applicazioni fatte con essi. Qui intendo solo illustrare il comportamento di un tipo di raddrizzatore meccanico oggi in commercio, e che contrariamente a tutti i tipi analoghi del passato presenta un funzionamento regolare e soddisfacente.

2. - Descrizione del raddrizzatore meccanico.

I raddrizzatori meccanici di corrente, che come i triodi appartengono alla categoria dei raddrizzatori comandati, nella loro più schematica espressione possono considerarsi come una specie di interruttore che si apre e si chiude sincronicamente colla corrente da raddrizzare.

L'apertura e la chiusura di questa specie di interruttore può avvenire in diverse maniere: i più vecchi sistemi disponevano di un motorino sincrono (donde il nome dato a questi apparecchi di « commutatori sincroni ») che metteva in rotazione un sistema di dischi o di settori su cui posavano delle spazzole (fig. 1).

L'angolo « α » di calettamento tra le spazzole connesse con la sorgente a corrente alternata, e quelle connesse col galvanometro, era variabile ed aveva una funzione analoga a quella del variatore di fase nel tipo di raddrizzatore che più avanti sarà descritto.

Il sistema non era scevro di inconvenienti: si avevano in effetto delle perturbazioni notevoli nel funzionamento per forze elettromotrici di natura termica, dovute allo sfregamento delle parti poste a contatto.

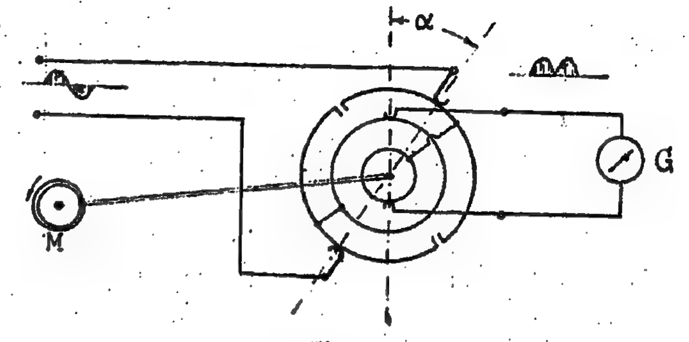


Fig. 1.

Si è passati più tardi al raddrizzatore a lamina vibrante, del quale una delle prime applicazioni fu fatta dal Janvier. Tale tipo di raddrizzatore, dopo parecchie modifiche, è ancora quello oggi in uso, ed elimina gli inconvenienti lamentati nel commutatore sincrono.

Recentemente (v. Bibl. 3) è stato di nuovo usato per misure ad alta tensione il commutatore sincrono: in questo caso le perturbazioni dovute alle forze elettromotrici sopra menzionate, hanno importanza trascurabile di fronte a quelle in giuoco nei circuiti di prova o di misura.

La figura 2 mostra uno dei tanti schemi costruttivi di un raddrizzatore a lamina vibrante.

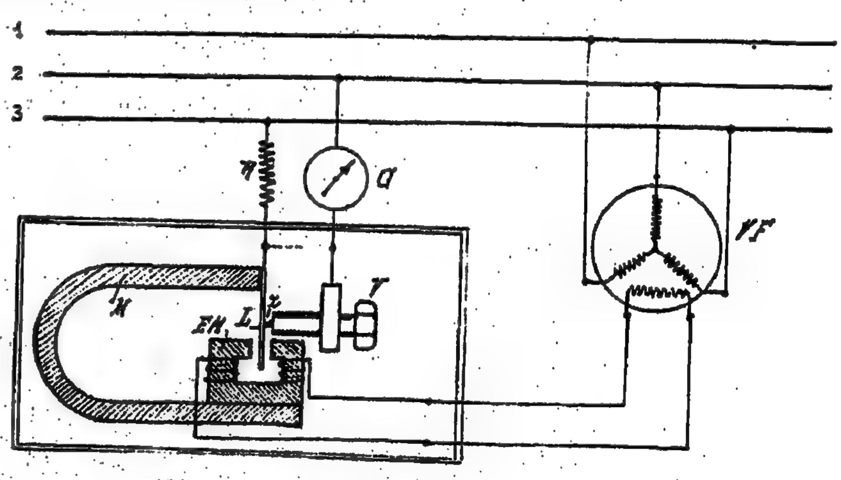


Fig. 2.

Una laminetta di ferro L viene posta in vibrazione per mezzo di un sistema elettromagnetico eccitato con una corrente alternata avente la stessa frequenza di quella che si vuole raddrizzare. Il sistema magnetico si compone generalmente di un magnete permanente M, al campo del quale si sovrappone il campo alternato di un elettromagnete EM eccitato come prima detto. La laminetta L porta un contatto Z, che allo stato di riposo tocca un altro contatto portato dalla vite V: laminetta e vite sono isolati tra di loro e collegati a due morsetti. La laminetta, essendo di ferro, risulta polarizzata; compie quindi un numero di oscillazioni uguali alla frequenza della corrente da raddrizzare.

Col variatore di fase VF, posto tra la sorgente di alimentazione ed il circuito di eccitazione del raddrizzatore, si può variare la fase della corrente circolante in quest'ultimo, rispetto a quella circolante nel circuito di misura.

La figura 2 *bis* mostra la fotografia di un raddrizzatore fondato su tale principio e di costruzione della S. & H. di Berlino, raddrizzatore sul quale si sono eseguite le prove e le misure che saranno in appresso descritte.

3. - Teoria schematica del raddrizzatore (v. Bibl. 4).

La teoria del funzionamento del raddrizzatore a lamina vibrante porta ad una formula molto semplice che lega il valor medio della

corrente raddrizzata colle grandezze alternate in giuoco (che nella teoria schematica seguente si riterranno sempre sinusoidali) supponendo che siano verificate alcune ipotesi fondamentali. E precisamente si ammette che:

1°) Tra l'istante in cui i contatti si aprono e quello in cui tornano di nuovo a chiudersi intercorra un tempo uguale al semiperiodo della grandezza alternata da raddrizzare.

2°) La resistenza del raddrizzatore, a contatti chiusi sia nulla ed elevatissima a contatti aperti.

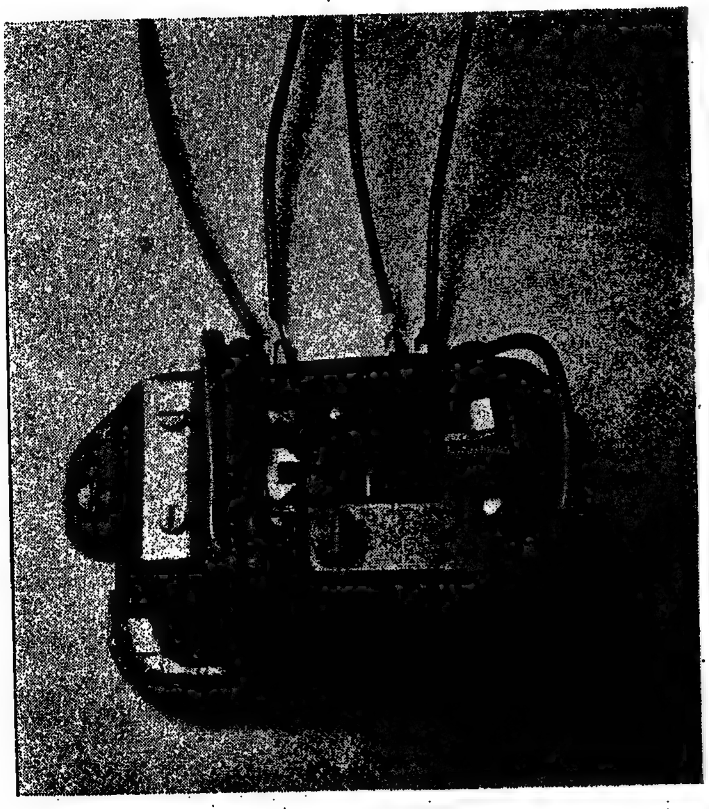


Fig. 2 *bis*.

Queste due ipotesi risultano in pratica verificate solo approssimativamente: per cui le misure fatte con tali raddrizzatori saranno affette da errori, che saranno tanto più notevoli, quanto più il funzionamento reale si discosterà dal funzionamento previsto dalla teoria. La ricerca dell'entità di tali errori sarà fatta più avanti.

Perchè la prima ipotesi non sia mai verificata rigorosamente, è ovvio: la lamina possiede una propria inerzia meccanica, che, per quanto possa ridursi a valori minimi, non potrà mai essere annullata; è poi pure evidente che tale ipotesi si scosterà dalla realtà tanto più quanto maggiore sarà la frequenza delle correnti che percorrono il raddrizzatore.

Per quanto riguarda la seconda ipotesi, si può ammettere senz'altro che sia sempre verificata con buonissima approssimazione, se si ha cura di tenere i contatti ben puliti, ed in buone condizioni l'isolamento tra i morsetti e l'isolamento tra il circuito di eccitazione ed il circuito magnetico del raddrizzatore. Difatti la resistenza che il raddrizzatore a contatti chiusi oppone al passaggio della corrente è normalmente di piccole frazioni di ohm, e raramente raggiunge il valore di qualche ohm.

Al contrario, la resistenza a contatti aperti, con un buon isolamento fra le parti costituenti l'apparecchio, può raggiungere facilmente il valore di qualche migliaio di megaohm. Si può quindi, in condizioni normali di contatti, raggiungere per il rapporto che dà l'indice di bontà del raddrizzatore, (rapporto tra i valori delle resistenze che oppone il raddrizzatore al passaggio delle due semionde di segno opposto) un valore dell'ordine di $10^8 \div 10^9$ unità; mentre che con contatti ossidati o mal curati, anche con valori di tensione di qualche millivolt, il rapporto suddetto raggiunge il



Fig. 3.

valore unitario; è cioè venuto meno l'effetto raddrizzante dell'apparecchio.

Come conseguenza della condizione prima, supporremo che la vite V (v. fig. 2), quando il raddrizzatore è in riposo, tocchi, senza forzare, la laminetta nella mezzeria dell'intraferro dell'elettromagnete *E M*.

Sia dunque applicata ai morsetti *A* e *B* di un circuito del tipo di quello indicato in fig. 3 [1], una tensione alternativa sinusoidale di valor massimo V_M e di periodo T: il suo valore istantaneo sarà:

$$v = V_M \operatorname{sen} \omega t$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \quad \text{pulsazione della grandezza alternata.}$$

Se il raddrizzatore fosse cortocircuitato, attraverso la R fluirebbe una corrente alternata di valore istantaneo (v. fig. 4 *a*):

$$i = \frac{V_M}{R} \operatorname{sen} \omega t = I_M \operatorname{sen} \omega t \tag{1}$$

La laminetta posta nell'intraferro dell'elettromagnete *E M* (v. fig. 2) oscillerà seguendo in prima approssimazione le leggi del moto pendolare; sia k la curva che rappresenta nel tempo gli spazi percorsi dal contatto solidale con la laminetta (v. fig. 4 *b*) (la porzione di sinusoide segnata a tratti non è percorsa dalla laminetta, essendo il moto impedito dalla vite V).

Inoltre la curva k sia in ritardo rispetto alla i del tempo γ/ω; questo tempo ci rappresenta l'intervallo che intercorre tra il passaggio per lo zero della grandezza alternata i che si vuol raddrizzare e la chiusura dei contatti.

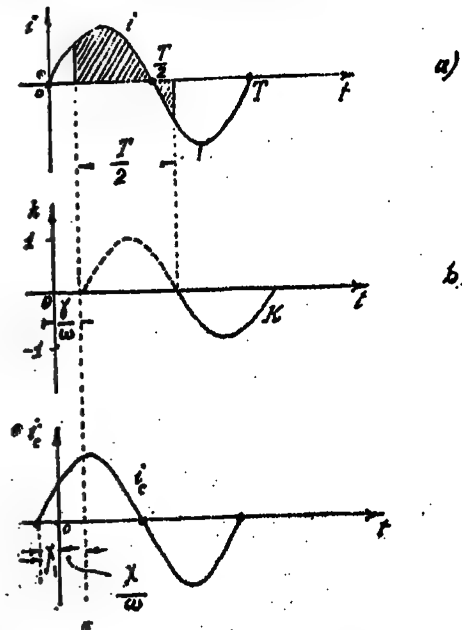


Fig. 4.

La corrente di eccitazione i_e della bobina sarà in generale spostata di un angolo χ rispetto alla k, e di un angolo χ_1 (tempo χ_1/ω) rispetto alla i (v. fig. 4 *c*).

Ciò posto il malor medio (v. Appendice I) della corrente che attraversa la resistenza R posta in serie con i contatti mobili del raddrizzatore (valore medio della porzione di curva tratteggiata in figura 4 *a*) è:

$$I_M = \frac{V}{2R} \frac{\sqrt{2}}{\pi} \int_{\frac{\gamma}{\omega}}^{\frac{\gamma}{\omega}+\frac{T}{2}} \operatorname{sen} \omega t \, dt = \frac{V}{2R} \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cos \gamma \tag{2}$$

avendo con V indicato il valore efficace della tensione applicata fra A e B; cioè:

$$V = \frac{V_M}{\sqrt{2}}$$

Ricordando la (1), la (2) si può mettere sotto la forma:

$$I_m = \tfrac{1}{2} I \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cos \gamma = \tfrac{1}{2} \alpha I \cos \gamma \tag{3}$$

dove con:

$$\alpha = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} = 0{,}9003\ldots.$$

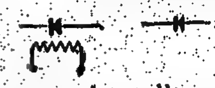
si è indicato l'inverso del fattore di forma delle correnti sinusoidali.

Introducendo ora un vettore **k**, di modulo unitario, rappresentante la grandezza sinusoidale k segnata in fig. 4 *b*, e sfasato di γ/ω rispetto alla i, la I_m si può rappresentare come il prodotto scalare fra i due vettori **I** e **k** per il fattore $1/2\ \alpha$; cioè:

$$I_m = \tfrac{1}{2} \alpha \, \mathbf{I} \times \mathbf{k} \tag{4}$$

Il vettore **k** può essere assunto come unitario, perchè l'ampiezza dell'oscillazione della lamina vibrante, non ha evidentemente alcuna importanza, importando per noi solo la sua fase.

---

[1] Negli schemi dei circuiti il raddrizzatore meccanico sarà sempre indicato con uno dei due simboli: 

Il primo simbolo sarà usato quando nello schema occorrerà segnare il circuito di eccitazione; in caso contrario servirà semplicemente il secondo simbolo.

L'introduzione del vettore **k**, che qui sembra alquanto artificiosa, torna utile qualora si voglia tracciare il diagramma vettoriale delle grandezze in gioco. Difatti ciò ci permette di avere una comoda grandezza di riferimento per il tracciamento del diagramma in parola; di più ci permette di stabilire un collegamento tra le grandezze elettriche relative al circuito di eccitazione e quelle relative al circuito facente capo ai morsetti A e B (fig. 3).

Il diagramma è segnato in figura 5. Il vettore **k** è spostato in ritardo di un angolo χ_2 rispetto al flusso di traferro: il ritardo è dovuto all'inerzia meccanica della lamina. La corrente di eccitazione è in anticipo dell'angolo ϑ sul flusso da essa generato, e quindi di un angolo $\chi = \chi_2 + \vartheta$ sul vettore **k**. La tensione da applicare alle bobine di eccitazione è poi in anticipo sulla sua corrente dell'angolo φ. La corrente I da raddrizzare è sfasata di un angolo γ (rispetto a **k**) che può avere qualsiasi valore in anticipo o ritardo. (Nella figura è supposto in ritardo).

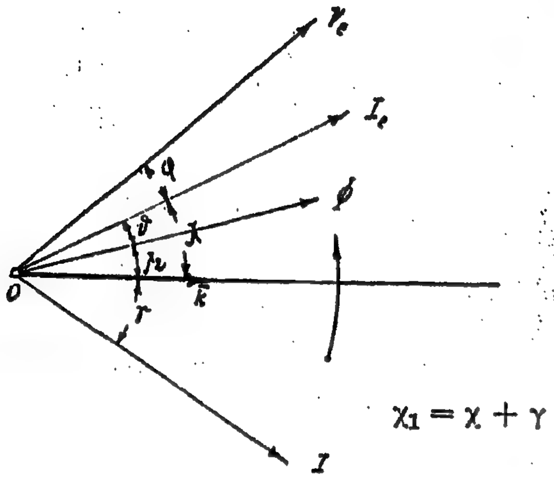


Fig. 5.

L'angolo χ_1, fase tra il vettore **k** ed il vettore corrente di eccitazione i_e, per un dato raddrizzatore dipende soltanto dalla frequenza della corrente che si vuol raddrizzare. Per il raddrizzatore preso in esame, a frequenza di 50 Hz, tale angolo è stato misurato con un potenziometro a coordinate cartesiane, ed è risultato di circa 2°.

Uno strumento a corrente continua inserito nel circuito di fig. 3 in serie con la R ed i contatti oscillanti, indicherà evidentemente il valore di I_m; la sua indicazione varierà dunque da zero ad un massimo positivo o negativo a seconda della pozione relativa dei due circuiti del variatore di fase.

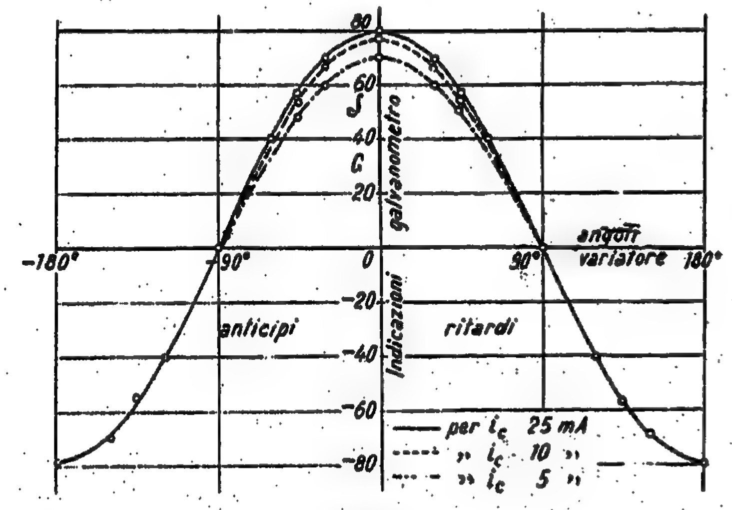


Fig. 6.

La fig. 6 mostra alcune curve ottenute sperimentalmente variando l'indicazione del variatore di fase e mantenendo inalterati i valori delle altre grandezze [2].

Sulle ordinate sono rappresentate le deviazioni δ_g del galvanometro inserito in circuito, e gli angoli del variatore di fase sono riportati sulle ascisse: le curve mostrano come la legge espressa dalla (4) sia sensibilmente verificata. Inoltre si vede che per

$\vartheta =$ 0	la corrente del galvanometro	è	in	fase	con k,	la deviazione è massima positiva.
$\vartheta =$ 90°	»	»	»	»	»	in ritardo di 90°, la deviazione è nulla.
$\vartheta =$ 180°	»	»	»	»	»	in opposizione, la deviazione è massima negativa.
$\vartheta = -$ 90°	»	»	»	»	»	in anticipo di 90°, la deviazione è nulla.

I diagrammi vettoriali relativi a questi quattro casi caratteristici di funzionamento del raddrizzatore sono riportati in figura 8.

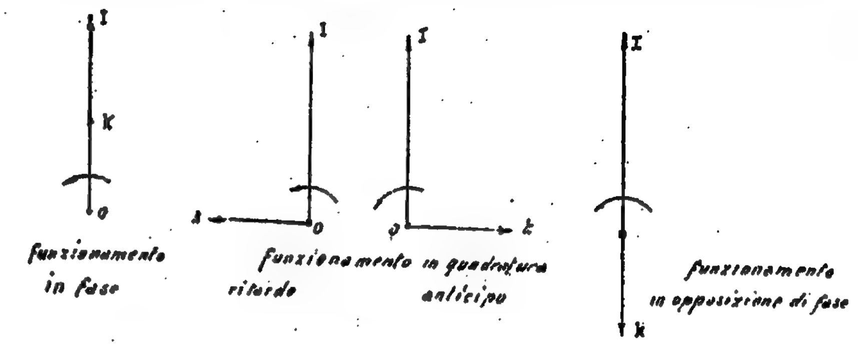


Fig. 8.

4. - Analogie tra il funzionamento dell'elettrodinamometro ed il complesso raddrizzatore-galvanometro.

L'introduzione del vettore **k**, che abbiamo già visto essere comoda per il tracciamento dei diagrammi vettoriali relativi al funzionamento di un raddrizzatore meccanico, ci permette anche di poter agevolmente mettere in evidenza l'analogia tra il comportamento di un elettrodinamometro ed il complesso raddrizzatore-galvanometro.

Nel primo, difatti, la deviazione dell'indice è proporzionale alla coppia sviluppantesi tra bobina fissa e bobina mobile, ed è data da:

$$\delta \equiv I\, \Phi \cos \gamma \qquad (5)$$

dove:

I = corrente efficace nella bobina mobile,

Φ = flusso di induzione magnetica prodotto dalla corrente di eccitazione,

γ = angolo di fase tra I e Φ.

Nel complesso raddrizzatore-galvanometro, la deviazione letta è proporzionale al valor medio della corrente che attraversa la bobina ed è data da:

$$\delta \equiv I_m \equiv I\, k \cos \gamma \qquad (6)$$

I, k, γ avendo i significati in altra parte già specificati.

In tutti e due i casi si vede quindi che δ è direttamente proporzionale al valore efficace della corrente I che attraversa la bobina mobile dello strumento di misura, e che al variare della differenza di fase tra i due vettori, rispettivamente I e Φ, oppure I e k, la deviazione δ può variare da un massimo, che può essere positivo o negativo (fase od opposizione di fase) sino a zero (quadratura).

Dunque la grandezza k, continuando l'analogia, è la corrispondente del flusso Φ, colla sola differenza che, mentre quest'ultimo varia al variare della corrente nelle bobine fisse, il valore di k, per le ipotesi fatte, è costante.

5. - Esame del comportamento pratico del raddrizzatore.

Si è già detto che le relazioni (2) o le analoghe (3) e (4) valgono solo nel caso in cui siano verificate le ipotesi poste a base della trattazione generale.

---

[2] In questa prova, come in tutte quelle che in seguito saranno riportate riguardo il funzionamento del raddrizzatore, lo schema del circuito usato fu il seguente (v. fig. 7).

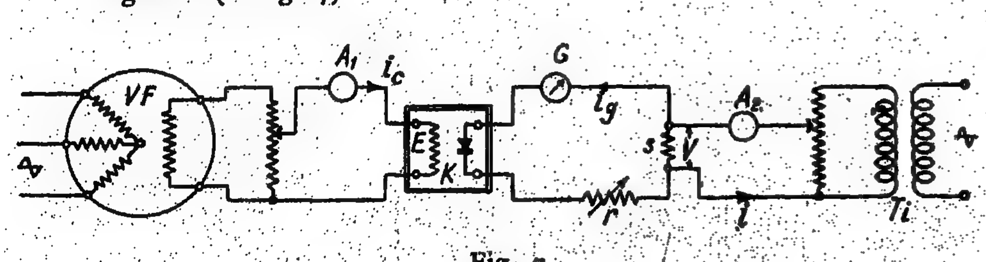


Fig. 7.

L'eccitatore E è alimentato attraverso un variatore di fase VF: un divisore di tensione serve a variare a piacimento la corrente stessa di eccitazione, che è misurata dal milliamperometro A_1. Il circuito di prova propriamente detto è costituito dal galvanometro a corrente continua G e da una resistenza variabile r posti in serie col raddrizzatore k. La tensione di alimentazione è ricavata ai capi di uno shunt s alimentato da un divisore di tensione. Il trasformatore di isolamento T_i separa metallicamente i due circuiti. Sarà sempre chiamato con:

i_e la corrente di eccitazione,
i » » » alimentazione dello shunt,
i_g » » nel circuito del galvanometro,
δ_g la deviazione dell'indice del galvanometro.

Le prove sono sempre state eseguite, salvo quando sarà altrimenti detto, con corrente di eccitazione di 0,03 amp.

Il galvanometro usato è del tipo a lettura diretta con indice luminoso. Le sue caratteristiche sono:

1 divisione della scala $2{,}1 \times 10^{-7}$ amp. ossia 4,75 div. per μA;
resistenza dell'equipaggio 9,1 ohm;
periodo proprio 2,5 sec;
resistenza critica circa 95 ohm.

Si è pure accennato quali siano le cause che in realtà fanno scostare il funzionamento del raddrizzatore da quello teorico. Esse sono dovute essenzialmente all'inerzia propria dell'organo oscillante: questa fa sì che la durata del contatto possa essere differente dal semiperiodo della corrente da raddrizzare. A questa prima causa deve aggiungersi anche l'influenza prodotta dalle armoniche eventuali presenti, sia nella corrente da raddrizzare, sia in quella di eccitazione. Bisogna inoltre considerare l'influenza prodotta dalla eventuale resistenza propria dei contatti. Esamineremo ora separatamente questi fattori che intervengono nel funzionamento reale del raddrizzatore.

a) *Influenza della durata del tempo di chiusura dei contatti* (v. Bibl. 4). — Sia, a differenza di quanto è detto nella prima ipotesi della teoria schematica sul funzionamento del raddrizzatore, $\Delta\gamma/\omega$ la differenza fra il semiperiodo $T/2$ ed il tempo in cui i contatti

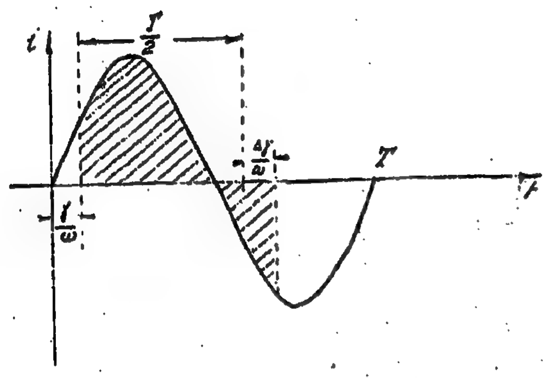


Fig. 9.

rimangono chiusi (v. fig. 9). Si dimostra allora che l'errore commesso applicando le formule generali, è espresso da (v. Appendice II):

$$\varepsilon\% = -\frac{1}{2\cos\gamma}\left\{\left(\Delta\gamma - \frac{\Delta\gamma^3}{3!} + \ldots\right)\operatorname{sen}\gamma + \left(\frac{\Delta\gamma^2}{2!} - \frac{\Delta\gamma^4}{4!} + \ldots\right)\cos\gamma\right\} 100\% \qquad (7)$$

e, con approssimazione sufficiente finchè i $\Delta\gamma$ sono piccoli:

$$\varepsilon\% = -\frac{1}{2\cos\gamma}\left\{\Delta\gamma\operatorname{sen}\gamma + \frac{\Delta\gamma^2}{2}\cos\gamma\right\} 100\% \qquad (8)$$

$\Delta\gamma$ può essere affetto dal segno + o — a seconda che il tempo di chiusura dei contatti è minore o maggiore del semiperiodo.

Si supponga, per esempio, che la durata reale della chiusura dei contatti differisca di 1/10 della durata totale del semiperiodo; ossia si supponga:

$$\frac{\Delta\gamma}{\omega} = \frac{1}{20} T$$

Allora per $f = 50$ Hz e $\cos\gamma = 1$ ($\gamma = 0^0$) risulta:

$$\varepsilon\% = -2{,}5\%$$

Il tempo di chiusura può differire dal semiperiodo, sia per una cattiva regolazione della vite V che porta uno dei contatti, sia per un non corretto valore della corrente di eccitazione.

È ovvia l'influenza che ha la regolazione della vite V. La sua giusta posizione è quella (già accennata al n. 3) per cui allo stato di riposo della lamina, essa tocca, senza forzare, il contatto della lamina stessa. Tanto nel caso in cui essa si trovi in posizione più arretrata, come in quello in cui essa si trovi in posizione più avanzata, rispetto alla normale, è evidente che il valore letto sullo strumento di misura, risulta inferiore al valor medio della grandezza da raddrizzare.

In fig. 10 sono riportati vari oscillogrammi comparativi, dimostranti l'influenza di tre casi possibili di posizione della vite.

Sulla durata del contatto, come abbiamo detto, ha influenza anche il valore della corrente di eccitazione. Ciò viene facilmente messo in evidenza variando la i_c, mantenendo inalterati i valori di tutte le altre grandezze. Le curve del diagramma di fig. 11 mostrano le δ_g per $\gamma = 0^0$ e $\gamma = 45^0$ e per i tre casi di posizione della vite prima detti.

Nei diagrammi contraddistinti con n. 1, si vede che al di là di un certo valore di i_c, la deviazione rimane pressochè costante; tale fatto si verifica anche per gli altri due casi (diagrammi 2 e 3); però il valore di i_c per il quale ciò si verifica è alquanto superiore che per i diagrammi 1.

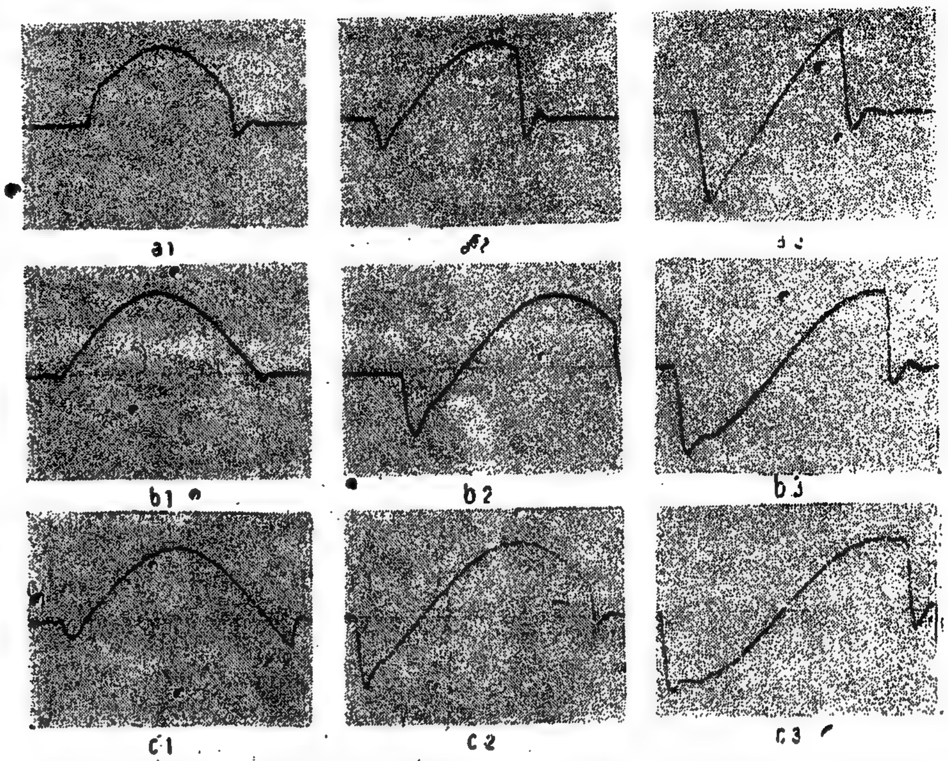


Fig. 10.

a) vite allontanata (1/6 di giro)	1) $\gamma = 0^0$
b) » in giusta posizione	2) $\gamma = 45^0$
c) » avvicinata (1/6 di giro)	3) $\gamma = 90^0$

Applicando per il caso di $\cos\gamma = 1$ dei diagrammi 1, la formula che dà l'errore, essendo:

$$\varepsilon = -12\%$$

e

$$f = 50\ Hz$$

risulta:

$$\frac{\Delta\gamma}{\omega} = 2{,}2 \times 10^{-3}\ \text{sec.}$$

differenza tra la durata del semiperiodo ed il tempo effettivo in cui rimangono chiusi i contatti.

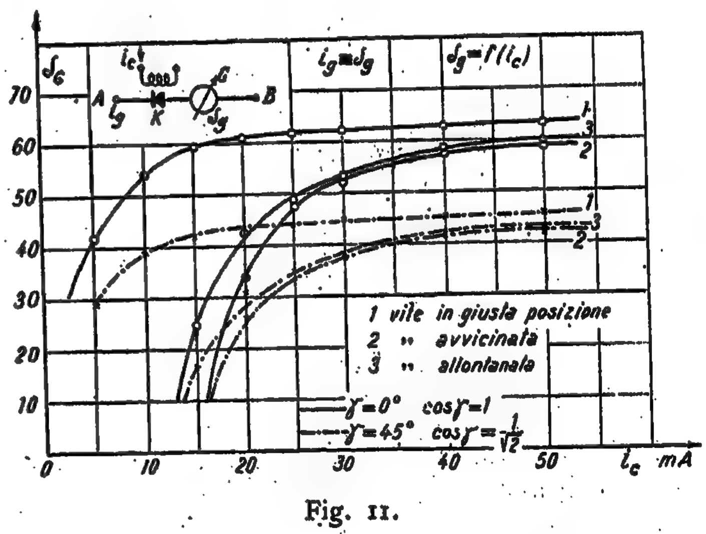


Fig. 11.

b) *Influenza della resistenza dei contatti.* — Nella formula generale (2), R rappresenta il valore globale delle resistenze poste in serie coi contatti del raddrizzatore. Se quest'ultimo, a contatti chiusi, presenta notevole resistenza, rispetto alla resistenza esterna, bisogna tenerne conto nel calcolare il valore di R; se poi non presentasse grande resistenza, a contatti aperti, bisogna togliere alla I_m sopra ricordata un termine perfettamente analogo, che rappresenta il valore medio della semionda di segno contrario che fluisce attraverso lo strumento di misura.

Ma se, come si è già detto, si ha cura di tenere in buono stato i contatti, si può ritenere affatto trascurabile l'influenza della loro resistenza. Difatti, per il raddrizzatore preso in esame, le resistenze sono risultate di circa $125 \times 10^9\ \Omega$ a contatti aperti (l'isolamento è quindi ottimo) e di 0,1 Ω a contatti chiusi. Il coefficiente di bontà del raddrizzatore (definito, come fu detto, dal rapporto fra i precedenti valori) è quindi dell'ordine di 1×10^{12}.

Si è voluto poi verificare per via indiretta che la resistenza del raddrizzatore a contatti chiusi, è affatto trascurabile. La prova è stata condotta nella seguente maniera: con diversi valori di R

[vedi schema della fig. 7 Nota (1)] si è riportato, variando la i, l'indice del galvanometro ad uno stesso valore di δ_g. I risultati trovati sono riportati nel diagramma di fig. 12, nel quale le ascisse danno i valori di R e le ordinate i $\mu V/\delta$. Si ottiene una retta, che, per estrapolazione, dà al complesso raddrizzatore-galvanometro, una resistenza di 9,5 ohm; siccome tale è la resistenza della bobina dello strumento adoperato, si deduce che la resistenza apparente del raddrizzatore, a contatti chiusi, si può ritenere trascurabile.

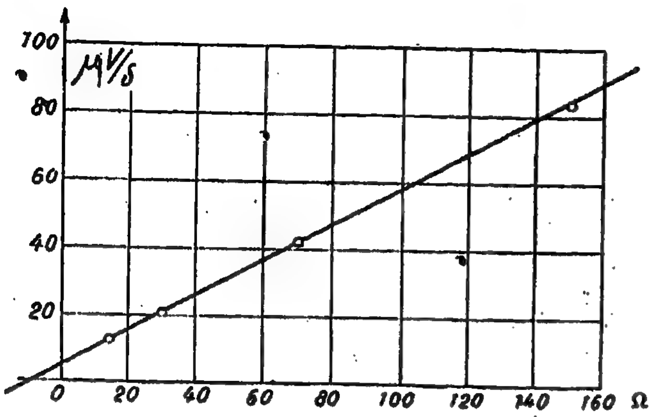


Fig. 12.

c) *Influenza delle armoniche.* — Se la corrente da raddrizzare contiene delle armoniche, e se l'eccitazione avviene con corrente sinusoidale, allora le formule (1), (2), ecc. non sono più valide. Difatti chiamando con α' l'inverso del fattore di forma, si avrebbe in questo caso:

$$I_m = \tfrac{1}{2}\,\alpha' I \cos\gamma \qquad (9)$$

dove γ/ω dovrebbe rappresentare il tempo che intercorre tra l'istante in cui la corrente passa per lo zero e la chiusura dei contatti. Questa formula è valida solo se durante il periodo la grandezza alternativa assume due volte il valor nullo. Ma possono darsi casi in cui anche con onde deformate da sole armoniche dispari (come è il caso della maggioranza delle grandezze elettriche) ciò non avvenga; allora la (9) va moltiplicata per un opportuno coefficiente C variabile da caso a caso:

$$I_m = \frac{C}{2}\,\alpha\, I \cos\gamma \qquad (10)$$

Se però per i casi in cui è valida la (9) il tempo γ/ω (che è il tempo che intercorre tra l'istante in cui la corrente passa per lo zero e la chiusura dei contatti) è perfettamente individuabile, non lo è più con precisione per i casi in cui vale la (10). Conviene allora riferirsi alla armonica fondamentale; sia dunque:

γ_1/ω il tempo che intercorre tra l'istante in cui la fondamentale passa per lo zero e l'istante in cui si chiudono i contatti;
γ_n/ω l'analogo tempo per l'armonica di ordine n;
I_1 il valore efficace della grandezza fondamentale;
I_n il valore efficace della ennesima armonica.

Sia poi $n = 2k + 1$ (dove k è un numero intero $\geqslant 1$), con che si vengono a prendere in considerazione solo le armoniche dispari (quelle pari danno valor medio nullo).

Allora (v. Appendice III):

$$I_m = \frac{\sqrt{2}}{\pi} I_1 \cos\gamma_1 + \frac{\sqrt{2}}{\pi} \sum_1^m {}_n \frac{1}{n} I_n \cos n\gamma_n \qquad (11)$$

Riferendoci sempre al tempo γ_1/ω invece che a quello γ/ω, la (10) può scriversi:

$$I_m = \frac{C_0\sqrt{2}}{\pi} I \cos\gamma_1$$

Paragonando queste due ultime si ricava:

$$C_0 = \frac{I_1\cos\gamma_1 + \sum_1^m {}_n \frac{1}{n} I_n \cos n\gamma_n}{\sqrt{I_1^2 + \sum_1^m {}_n I_n^2}\,\cos\gamma_1} \qquad (12)$$

se la fondamentale non fosse affetta da armoniche, si avrebbe una

$$I^1{}_m = \frac{\sqrt{2}}{\pi} I_1 \cos\gamma_1$$

Si vede dunque che l'influenza delle armoniche diventa sempre più trascurabile quanto più ne è elevato l'ordine; di più per una armonica data, a pari ampiezza, l'influenza è massima quando l'apertura e la chiusura dei contatti avvengono in fase od in opposizione con essa.

Si è stabilita una analogia tra il comportamento di un elettrodinamometro ed un galvanometro a corrente continua alimentato attraverso un raddrizzatore meccanico: questa analogia cessa di sussistere nei casi in cui si è di fronte a grandezze periodiche deformate. Nel caso dell'elettrodinamometro l'indicazione data, se la corrente di eccitazione è sinusoidale, non è affatto influenzata dalle armoniche della corrente che percorre la bobina mobile, avendo la coppia sviluppata tra bobine fisse e mobili, per effetto di esse, valore medio nullo; nel caso del raddrizzatore, l'indicazione del galvanometro, proporzionale ad I_m, è invece influenzata dalla loro presenza.

Per chiarire quanto detto, supponiamo di avere una grandezza alternata fondamentale deformata con una terza armonica di intensità 100 % della fondamentale, e sfasata di 180°. Allora il diagramma riportato in fig. 13 ci rappresenta la differenza di comportamento tra i due sistemi. Sulle ascisse sono riportati in gradi i valori dell'angolo γ_1; la curva a tratti ci rappresenta il valore della deviazione che sarebbe data da un elettrodinamometro (oppure anche da un galvanometro con raddrizzatore qualora mancasse la 3ª armonica); la curva a tratto continuo ci dà la deviazione del galvanometro-raddrizzatore (per la curva deformata). Si vede che i due sistemi danno eguale deviazione quando $\gamma_1 = 30°$ oppure $\gamma_1 = 90°$. Inoltre nel 2° caso I_m è massimo non per $\gamma_1 = 0°$ ($\cos\gamma_1 = 1$) ma per $\gamma_1 = 45° \left(\cos\gamma_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$.

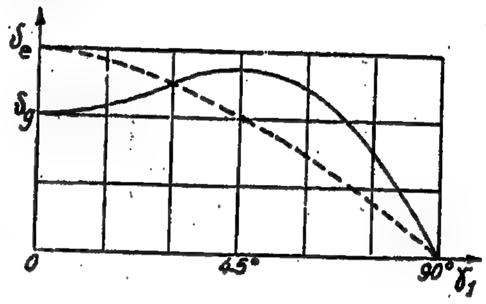


Fig. 13.

6. - Schemi principali di inserzione del raddrizzatore.

Naturalmente il raddrizzatore meccanico può essere impiegato in uno qualunque dei numerosi circuiti di misura in cui sono utili i raddrizzatori. Per maggiore comodità del lettore riporto qui, con qualche delucidazione, alcuni schemi di combinazioni di raddrizzatori meccanici con resistenze opportune e strumenti di misura a corrente continua. Si possono immaginare e realizzare combinazioni del tipo accennato, che possono costituire sistemi raddrizzanti a mezz'onda o ad onda completa; le più importanti di queste combinazioni contengono 1, 2 o 4 raddrizzatori.

In ciò che segue sarà indicato con I il valore efficace della corrente che uno strumento ad effetto quadratico indicherebbe qualora fosse inserito, ad esempio, tra il morsetto A ed il resto del circuito; (v. fig. 14 e segg.). Divideremo inoltre gli schemi in due categorie: schemi di raddrizzamento a mezz'onda e ad onda completa. Tra di essi i più importanti sono:

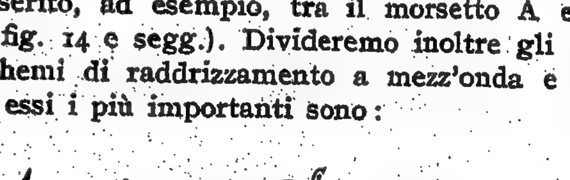


Fig. 14.

a) per la prima categoria:

1°) Raddrizzatore in serie con lo strumento di misura (fig. 14):

$$I_m = \frac{\alpha}{2}\,\frac{V}{R + R_g}\cos\gamma$$

$$I = \frac{\sqrt{2}}{2}\,\frac{V}{R + R_g}$$

2°) Raddrizzatore in parallelo con lo strumento di misura (fig. 15):

$$I_m = -\frac{\alpha}{2}\,\frac{V}{R + R_g}\cos\gamma$$

$$I = \frac{\sqrt{2}}{2}\,\frac{V}{R + R_g}\left[2 + \frac{R_g}{R}\left(2 + \frac{R_g}{R}\right)\right]^{1/2}$$

3°) Raddrizzatore simmetrico (fig. 16):

$$I_m = \frac{a}{2} \frac{V}{R + R_g} \cos \gamma$$

$$I = \frac{V}{R + R_g}$$

In quest'ultimo caso le due correnti di eccitazione devono essere in opposizione di fase, se i due raddrizzatori hanno uguali ca-

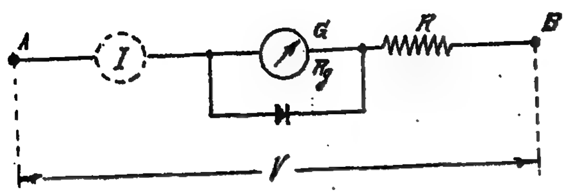


Fig. 15.

ratteristiche meccaniche ed elettriche; in caso contrario devono essere in opposizione di fase i due vettori *k*.

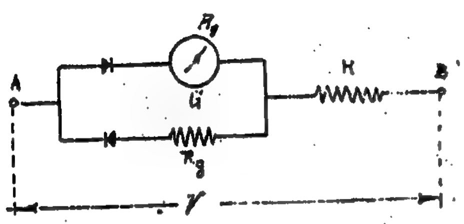


Fig. 16.

Paragonando tra loro le relazioni scritte per i tre casi accennati, si vede che la *I* assorbita dal sistema raddrizzante è per il 3° caso $\sqrt{2}$ volte quella assorbita nel primo, e per il 2° è sempre più che $\sqrt{2}$ volte; e questo sempre per una stessa I_m. Ora se nei sistemi di misura in cui deve essere inserito uno degli schemi esposti, ha interesse il valore della corrente efficace assorbita, è evidente che, a pari condizioni, sarà il primo schema quello da preferirsi. Può però interessare la circostanza di non interrompere mai il circuito tra i morsetti *A* e *B*; allora saranno gli altri due i circuiti da prendere in considerazione. Si potrebbe però pensare, per fare ricadere il primo schema nelle medesime condizioni degli altri, di shuntare raddrizzatore e galvanometro, con una resistenza di valore *s*. Allora è facile vedere che è (fig. 17):

$$I_m = \frac{a}{2} \frac{V}{R + R_g + \frac{R + R_g}{s}} \cos \gamma$$

$$I = \frac{V}{\sqrt{2}} \frac{[(Rs + RR_g + sR_g)^2 + s^2(R+s)]^{1/2}}{(sR + RR_g + sR_g)(R+s)}$$

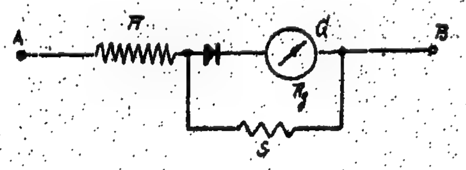


Fig. 17.

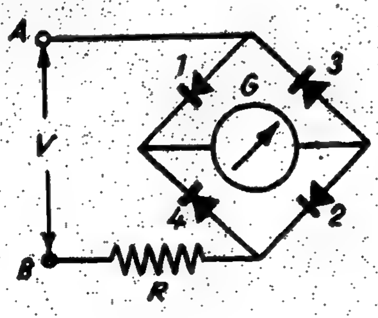


Fig. 18.

Ma anche in queste condizioni si può facilmente riconoscere, assegnando opportuni valori agli elementi del circuito, che il valor efficace della corrente assorbita risulta maggiore che per il primo caso (raddrizzatore serie).

Si deve dunque concludere che il primo schema presenta rispetto agli altri il vantaggio di essere quello che assorbe la minore corrente; se poi si vuole mantenere sempre la continuità dei circuiti, questo si può fare, ma con assorbimento di correnti maggiori di quelle che sarebbero assorbite rinunciando a questa condizione.

b) per la seconda categoria:

1°) Raddrizzatore a ponte (ponte di Graetz) (fig. 18):

$$I_m = a \frac{V}{R + R_g} \cos \gamma$$

$$I = \frac{V}{R + R_g}$$

I raddrizzatori 1 e 2 sono eccitati con corrente tra di loro in fase e così pure i raddrizzatori 3 e 4; i due gruppi hanno poi le eccitazioni (od i corrispondenti vettori *k*) in opposizione.

2°) Altro tipo di raddrizzatore a ponte (schema del Dr. Poleck) (fig. 19):

$$I_m = a \frac{V}{R + R_g} \cos \gamma$$

$$I = \frac{V(2R + R_g)}{R(R + R_g)} = \frac{V}{R + R_g}\left(2 + \frac{R_g}{R}\right)$$

Anche qui vale la stessa osservazione fatta per lo schema di fig. 16.

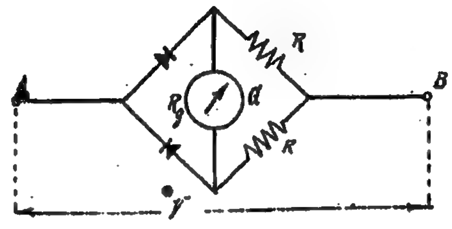


Fig. 19.

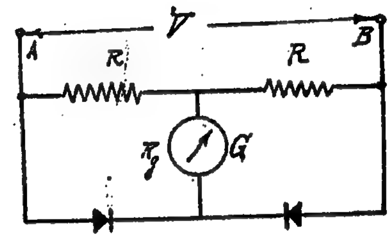


Fig. 20.

3°) Schema di fig. 20:

$$I_m = a \frac{V}{R + 2R_g} \cos \gamma$$

$$I = \frac{V}{R + R_g} \frac{(R + R_g)^2}{R(R + 2R_g)}$$

Si possono ripetere per questi tre casi, e per quanto riguarda le correnti assorbite, analoghe osservazioni fatte prima a proposito degli schemi di raddrizzatori a mezz'onda.

7. - Applicazioni.

Le applicazioni a cui le combinazioni di raddrizzatori e galvanometri sopra riportate possono dar luogo, sono parecchie.

Innanzi tutto una prima e più ovvia applicazione, quantunque non sia la più importante, scaturisce subito dalla formula generale:

$$I_m = \frac{a}{2} I \cos \gamma$$

Difatti si può, mediante la deviazione letta sullo strumento, risalire al valore di *I* del circuito, noto γ, e viceversa noto *I*, conoscere γ. Ma per aplicazioni di questo genere, tranne per scopi speciali come più avanti sarà accennato, il sistema non appare certamente uno dei più convenienti, poichè entrano in gioco tre grandezze legate tra loro. Per queste applicazioni sono più logici, semplici ed economici i raddrizzatori appartenenti alla categoria dei raddrizzatori automatici.

Dove viceversa il loro uso appare più conveniente, è nei metodi di misura per proiezione. Come si è già avuto occasione di dire, l'introduzione del raddrizzatore in ponti e potenziometri per

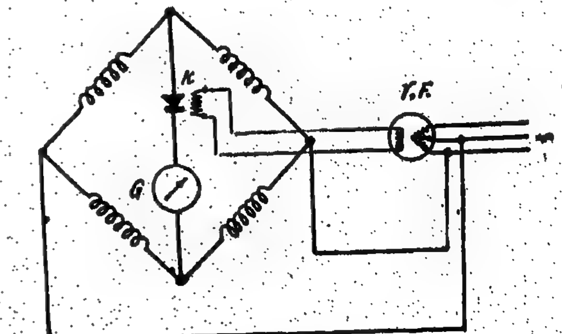


Fig. 21.

misure a corrente alternata, permette di usare galvanometri a corrente continua con gradi anche spinti di sensibilità. Lo schema indicato in fig. 21 ne mostra l'applicazione ad un comune ponte (ponte per proiezione). Invece che con un variatore di fase la bobina di eccitazione può essere alimentata attraverso resistenze e capacità (v. Bibl. 5). La fig. 22 dà lo schema di Krönert e Poleck; la fig. 23 rappresenta una modifica apportata a tale schema da Shöne.

È da notare che col metodo delle tre proiezioni (v. Bibl. 6) le cause di errore dovute ai tempi di chiusura dei contatti e quelle

SUPPLEMENTO AL N. 10 DEL 25 MAGGIO 1936 DE

L' ELETTROTECNICA

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

SCHEMA DI NORME

PER L'ORDINAZIONE ED IL COLLAUDO DI MOTORI PRIMI IDRAULICI

Composizione attuale del
SOTTOCOMITATO MOTORI PRIMI IDRAULICI

Presidente: REBORA GINO (A) – *Segretario:* CITA ALBERTO (A) – *Membri:* ANASTASI ANASTASIO (A) – BONFIOLI BRUNO (U) – BROGGI SILVIO (U) – CITA ALBERTO (A) – DE STEFANI GIUSEPPE (U) – FERRERIO PIERO (A-U) – FORTI ANGELO (A-U) – FURLANELLI LORENZO (A) – GHETTI OTTAVIANO (A-U) – LOCATELLI GIUSEPPE (U) – NOVELLI TRANQUILLO (A) – MORTARA MARIO (U) – REBORA GINO (A) – SOLARI ALESSANDRO (U) – VEROI GOMBERTO (A).

(A) = designazione A. E. I. (U) = designazione UNFIEL

NOTA BENE. — Secondo il disposto dell'art. 10 dello Statuto del C. E. I. chiunque avesse osservazioni o suggerimenti da fare in merito al presente Schema è pregato di volerli comunicare entro tre mesi da oggi alla Segreteria del C.E.I. presso l'Ufficio Centrale dell'A.E.I. - Milano - Via S Paolo, 10.

A PARTE PRIMA

INTRODUZIONE.

A1 CAPITOLO I

GENERALITÀ.

A1.1 - Oggetto e portata delle norme.

A **1.1-01.** Le presenti norme si riferiscono ai motori primi idraulici destinati all'azionamento di generatori elettrici ed hanno lo scopo di servire di guida, nei rapporti fra committenti e costruttore, per l'ordinazione ed il collaudo dei motori stessi.

A1.2 - Motori primi idraulici.

A **1.2-01.** Per motore primo idraulico si intende ogni macchina atta a trasformare l'energia idraulica di un salto d'acqua in energia meccanica.

I motori primi idraulici si dividono nelle seguenti principali categorie:

— Turbine a reazione in camera libera (tipo Francis, tipo ad elica con pale fisse, tipo Kaplan ad elica con pale mobili).

— Turbine a reazione in camera forzata (tipo Francis, tipo ad elica con pale fisse, tipo Kaplan ad elica con pale mobili).

— Turbine ad azione a getto libero (tipo Pelton).

A 2 CAPITOLO II

DEFINIZIONI

A2.1-01. A2.1 - Unità.

Grandezza	Unità	Abbreviazioni	Osservazioni
Lunghezza	Metro	m	
Forza	Kilogrammo	kg	
Tempo	Secondo	s	
	Minuto	min	
	Ora	h	
	Giorno		
	Mese		
	Anno		
Velocità	Metri al secondo	m/s	
Portata	Metri cubi al secondo	m^3/s	
Pressione	Kilogrammo per cm^2	kg/cm^2	
	Metri d'acqua		
Velocità di rotazione	Giri al minuto		
Lavoro / Energia	Kilogrammetro	kgm	
	Kilowattora	kWh	
Potenza	Kilogrammetro per sec	kgm/s	1 kW = 102 kgm/s
	Kilowatt	kW	

Nelle misure relative ai motori primi idraulici il peso specifico dell'acqua è ritenuto uguale a 1000 kg/m^3, quando per particolari condizioni dell'acqua non esistano ragioni per ritenerlo uguale ad un valore diverso.

Per l'accelerazione di gravità si assume il valore $g = 9,81\ m/s^2$.

Quando la potenza viene espressa in cavalli (HP) deve ritenersi: 1 HP = 75 kgm/s = 0,736 kW e 1 kW = 1,36 HP.

A2.2 - Salto motore.

***A2.2-01.** *Altezza idraulica totale* in un punto qualunque di un sistema idraulico, è la somma delle seguenti quantità:

1) altezza piezometrica, corrispondente alla pressione, in m;
2) altezza cinetica, corrispondente alla velocità, in m;
3) altezza del punto considerato sopra un piano orizzontale di riferimento, in m.

A2.2-02. L'*altezza piezometrica* in un punto è la pressione sull'unità di superficie in quel punto, divisa per il peso dell'unità di volume.

L'altezza piezometrica, in metri d'acqua, misurabile mediante manometro o piezometro, corrisponde quindi alla pressione in kg/m^2 divisa per il peso in kg di 1 m^3 d'acqua.

Se la pressione p è espressa in kg/cm^2, l'altezza piezometrica in m d'acqua (supposto il peso di 1 m^3 d'acqua = 1000 kg) sarà:

$$\frac{p\ 10000}{1000} = 10\,p\,.$$

Tutte le pressioni devono essere misurate assumendo come zero la pressione atmosferica.

***A2.2-03.** *L'altezza cinetica*, in m, è uguale a $V^2/2g$, essendo V la velocità media dell'acqua in m/s nella sezione considerata e $g = 9,81\ m/s^2$.

A2.2-04. *La perdita di carico*, in un canale, od in una con-

I paragrafi segnati con * sono conformi alle Norme della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

dotta forzata, è la differenza fra i valori dell'altezza idraulica totale all'inizio ed al termine del canale o della condotta forzata.

A **2.2-05.** *Salto motore H* è il salto che viene effettivamente messo a disposizione della turbina; esso è definito in particolare per i diversi tipi di turbine ai seguenti articoli: A2.2-06, A2.2-07, A2.2-08, A2.2-09.

A **2.2-06.** Nelle turbine a reazione in camera libera per stabilire il valore del salto motore si misura la differenza di livello h fra il pelo dell'acqua nella camera della turbina, a valle della griglia, ed il pelo dell'acqua nel canale di scarico, immediatamente a valle della turbina, si aggiunge l'altezza $V_c^2/2\,g$ corrispondente alla velocità media V_c dell'acqua nella sezione normale del canale di arrivo immediatamente a monte della camera della turbina e si sottrae l'altezza $V_s^2/2\,g$, corrispondente alla velocità media V_s dell'acqua nella sezione normale del canale di scarico immediatamente a valle dello sbocco del tratto aspirante (vedi fig. 1).

$$H = h + \frac{V_c^2 - V_s^2}{2\,g}$$

Nella misura dei peli d'acqua si deve tener conto di eventuali irregolarità dovute a cause locali: il pelo d'acqua nel canale di scarico da considerare è il più alto che si verifica nelle vicinanze del tubo aspirante.

Quando parecchie turbine scaricano in un canale comune, la velocità V_s deve esser calcolata assumendo come sezione di scarico quella porzione della sezione normale del canale che può ragionevolmente esser assegnata alla turbina in prova.

Nella maggior parte dei casi, essendo V_c e V_s all'incirca uguali ed essendo di solito molto piccole le cadute corrispondenti, il termine $\frac{V_c^2 - V_s^2}{2\,g}$ può essere trascurato e si può, con sufficiente approssimazione, ritenere semplicemente

$$H = h$$

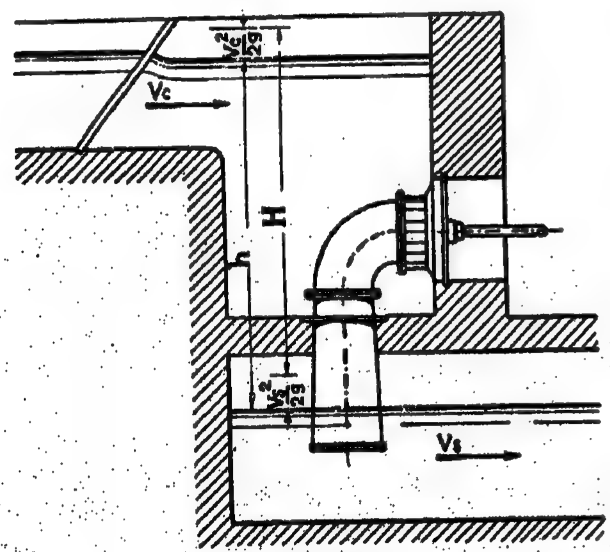


Fig. 1.

A **2.2-07.** Nelle turbine a reazione in camera forzata per stabilire il valore del salto motore si misura la pressione p, in altezza di colonna d'acqua, nella sezione di condotto immediatamente a valle dell'imbocco della turbina, si aggiunge la distanza verticale h_a fra il centro del manometro ed il pelo dell'acqua nel canale di scarico, si aggiunge l'altezza $V_c^2/2\,g$ corrispondente alla velocità media dell'acqua nella sezione di condotto ove l manometro è applicato e si sottrae l'altezza $V_s^2/2\,g$, corri ondente alla velocità V_s dell'acqua nel canale di scarico (vedi fig. 2).

$$H = p + h_a + \frac{V_c^2 - V_s^2}{2\,g}$$

Per la determinazione di V_s valgono le stesse norme indicate per le turbine a camera libera.

*A **2.2-08.** Nelle turbine ad azione a getto libero (Pelton) per stabilire il valore del salto motore si misura la pressione p, in altezza di colonna d'acqua, in una sezione conveniente del tubo introduttore, si aggiunge l'altezza $V_c^2/2g$ corrispondente alla velocità media dell'acqua V_c nella stessa sezione e si aggiunge la distanza a fra il centro del manometro ed il piano orizzontale tangente al circolo divisore delle pale nel suo punto più basso (vedi fig. 3).

$$H = p + a + \frac{V_c^2}{2\,g}$$

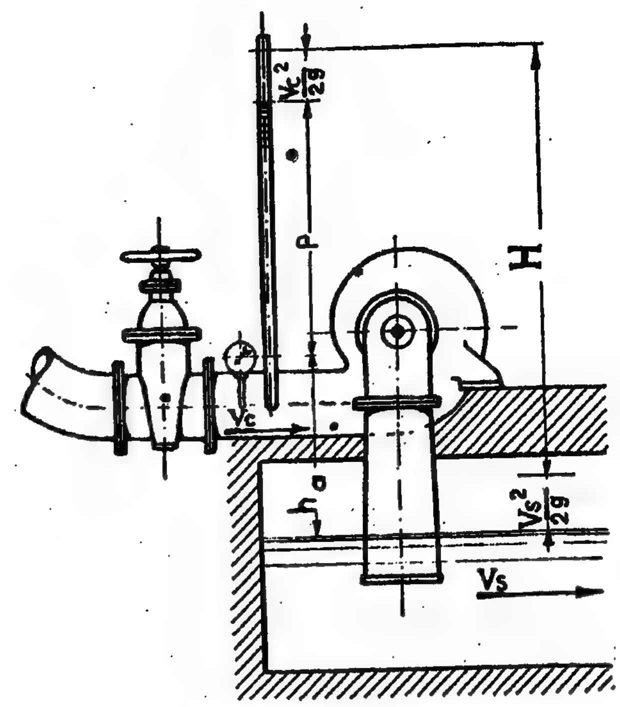


Fig. 2.

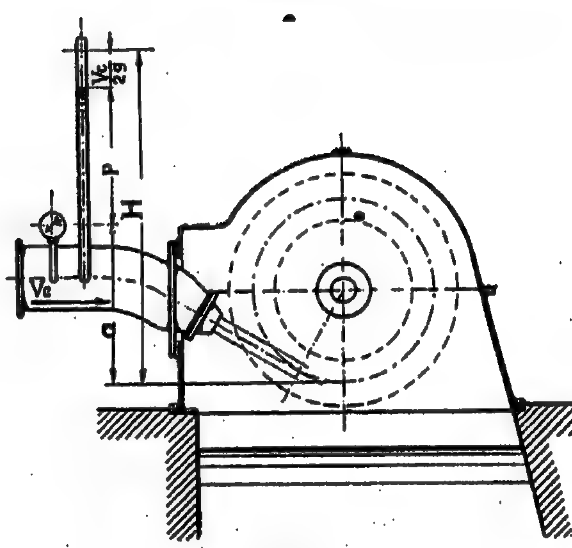


Fig. 3.

A **2.2-9.** Nei casi nei quali le turbine si debbano adattare ad impianti, esistenti, non modificabili a volontà del Costruttore, e che, per tale ragione, siano inevitabili perdite di carico superiori alle normali, il valore del salto motore utilizzato dalla turbina deve essere stabilito mediante speciale accordo, prima delle prove.

A2.3 - Portata.

A **2.3-01.** *Portata Q erogata da una turbina* è il volume d'acqua che passa attraverso alla cassa della turbina in un minuto secondo con un determinato salto motore H, con una determinata apertura del distributore ed un determinato numero di giri. L'acqua che fluisce attraverso ai serpentini di raffreddamento dei sopporti e del regolatore e quella proveniente da perdite di organi non facenti parte della turbina non deve esser computata come elemento della portata erogata dalla turbina.

A2.4 - Potenza.

A **2.4-01.** *Potenza idraulica assorbita* da una turbina, espressa in kW, è il prodotto 9,81 $Q\,H$, (Q portata erogata in m^3/s definita all'art. A 2.3-01, H salto motore in m definito agli art. A 2.2-05, A 2.2-06, A 2.2-07, A 2.2-08, A 2.2-09), ritenuto uguale a 1000 kg/m^3 il peso specifico dell'acqua.

A **2.4-02.** *Potenza meccanica resa* da una turbina si esprime in kW ed è la potenza disponibile sull'asse della turbina in determinate condizioni di salto e di apertura del distributore, ad una determinata velocità di rotazione.

Fra le perdite della turbina va computata anche la potenza assorbita dai sopporti portanti, di spinta e di guida della turbina; però nei gruppi ad asse verticale quando il sopporto di spinta serve anche per il generatore elettrico, convenzionalmente deve essere considerata fra le perdite solo metà della potenza assorbita dal sopporto di spinta.

Deve pure esser considerata fra le perdite della turbina la potenza necessaria per la circolazione dell'olio nei sopporti e dell'acqua di raffreddamento e quella assorbita dal regolatore di velocità.

Deve invece esser computata come potenza utile sviluppata dalla turbina, la potenza corrispondente alle perdite per attrito o per ventilazione dovute alla presenza di volanti, quella assorbita dagli eventuali organi di trasmissione (cinghie, ingranaggi, ecc.) e quella richiesta da eventuali servizi ausiliari non indispensabili per il funzionamento della turbina.

A **2.4-03.** *Potenza massima resa* da una turbina si esprime in kW ed è quella che si ottiene sull'asse della turbina quando in determinate condizioni di salto motore, gli organi distributori sono completamente aperti.

Per le turbine idrauliche non è ammissibile il concetto di sopraccarico.

A **2.4-04.** *Potenza nominale* di una turbina si esprime in kW ed è il valore della potenza indicato in contratto per il funzionamento a pieno carico, con un determinato valore del salto motore e ad una determinata velocità.

Agli effetti delle garanzie di rendimento alle varie frazioni di carico, queste devono esser riferite alla potenza nominale della turbina; tuttavia, salvo disposizioni contrattuali in contrario, quando una turbina sotto il salto stabilito in contratto fornisce una potenza massima superiore alla potenza nominale, è in facoltà del costruttore di riferire le varie frazioni di carico ad un valore della potenza effettivamente sviluppata superiore a quello nominale, entro il limite del 10%.

A2.5 - Rendimento.

A **2.5-01.** *Rendimento* η di una turbina idraulica, ad un dato carico, è il rapporto fra la potenza meccanica resa (A 2.4-02) e la potenza idraulica assorbita (A 2.4-01) in corrispondenza del carico considerato.

Nel confronto fra rendimenti ottenuti e rendimenti garantiti, i singoli valori delle potenze rese in corrispondenza dei quali i rendimenti sono stati determinati devono venir ridotti al salto motore contrattuale moltiplicandoli per il rapporto $\left(\frac{H_c}{H_r}\right)^{3/2}$ dove H_c è il salto motore contrattuale ed H_r è il salto motore reale (A 2.2-06/A 2.2-10) misurato durante le prove.

A **2.5-02.** *Rendimento medio* è quello che si ottiene determinando planimetricamente l'ordinata media della curva di rendimento entro il campo compreso fra le frazioni di carico minima e massima fissata nelle garanzie.

A **2.5-03.** *Rendimento medio ponderale* è quello che si ottiene attribuendo un peso particolare a ciascun dei valori del rendimento corrispondenti alle singole frazioni di carico fissate nelle garanzie ed eseguendo il calcolo nel modo seguente:

$$\begin{array}{ll} f_1 & \eta_1 \cdot a_1 = b_1 \\ f_2 & \eta_2 \cdot a_2 = b_2 \\ f_3 & \eta_3 \cdot a_3 = b_3 \\ f_4 & \eta_4 \cdot a_4 = b_4 \\ \dots & \dots\ \dots \end{array}$$

$$\eta_{mp} = \frac{b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + \dots}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \dots}$$

dove $f_1, f_2, f_3, f_4 \dots$ sono le varie frazioni di carico fissate nelle garanzie, $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4 \dots$ sono i corrispondenti valori dei rendimenti, ed $a_1, a_2, a_3, a_4 \dots$ sono i pesi da attribuire ai corrispondenti valori dei rendimenti.

A2.6 - Regolazione della velocità.

A **2.6-01.** *Regolazione della velocità*: nelle turbine idrauliche è ottenuta modificando il valore della potenza meccanica sviluppata. La regolazione oltre che dal regolatore di velocità della turbina e dalle caratteristiche di questa, dipende anche dall'andamento del carico elettrico, dalle caratteristiche della condotta forzata che alimenta la macchina e dal momento d'inerzia delle masse rotanti del gruppo.

Le perturbazioni di velocità devono quindi sempre essere riferite alle condizioni di funzionamento nelle quali esse si verificano, precisando i dati che le condizioni stesse definiscono.

A **2.6-02.** *Velocità di rotazione*: La velocità di rotazione di una turbina si esprime in giri al minuto.

A **2.6-03.** *Velocità di regime di una turbina* è la velocità media di rotazione delle turbina funzionante in determinate condizioni di regolazione ad un determinato carico indipendente da altri generatori elettrici.

A **2.6-04.** *Velocità di fuga di una turbina* è la massima velocità di rotazione che la turbina può raggiungere sotto il salto motore massimo indicato in contratto, quando il carico resistente si sia annullato e venga a mancare l'azione del regolatore.

A **2.6-05.** *Tempo di apertura totale di un regolatore* è l'intervallo di tempo necessario a portare la turbina dall'apertura corrispondente alla marcia a vuoto, all'apertura corrispondente al pieno carico, quando si verifica un brusco attacco di carico.

A **2.6-06.** *Tempo di chiusura totale di un regolatore* è l'intervallo di tempo necessario a portare la turbina dall'apertura corrispondente al pieno carico alla completa chiusura quando si verifica un brusco distacco di carico ottenuto mediante apertura dell'interruttore elettrico di macchina.

A **2.6-07.** *Grado di staticità S della regolazione della velocità di una turbina* è il rapporto fra la differenza delle velocità di regime n_0 a vuoto ed n_{10} a pieno carico e la media aritmetica delle due velocità stesse

$$S = \frac{n_0 - n_{10}}{\frac{n_0 + n_{10}}{2}}$$

Il grado di staticità è positivo o negativo a seconda che la velocità di regime a vuoto è superiore o inferiore alla velocità di regime a pieno carico.

A **2.6-08.** *Grado di incostanza I della velocità di rotazione di una turbina* è il rapporto espresso in per cento fra i due termini seguenti:

a) differenza delle velocità massima e minima che si verificano in determinate condizioni di regolazione quando la turbina funziona ad un determinato carico costante indipendente da altri generatori elettrici.

b) La velocità di regime corrispondente (A 2.6-03).

A **2.6-09.** *Campo di variabilità della velocità di rotazione di una turbina* è il campo delle velocità di regime ottenibili con la turbina alle varie frazioni di carico ed in determinate condizioni di staticità agendo semplicemente sul dispositivo variagiri del regolatore. Ad ogni grado di staticità (A 2.6-07) corrisponde un determinato campo di variabilità della velocità.

A **2.6-10.** *Scarto di velocità per distacco brusco di carico* è il rapporto espresso in per cento fra i due termini seguenti:

a) differenza fra la velocità massima raggiunta dopo il distacco di carico ottenuto con apertura dell'interruttore elettrico di macchina, e la velocità di regime precedente;

b) velocità di regime precedente.

A **2.6-11.** *Scarto di velocità per attacco brusco di carico* è il rapporto espresso in per cento fra i due termini seguenti:

a) differenza fra la velocità minima raggiunta dalla turbina dopo l'attacco brusco di carico mentre questa aziona un generatore elettrico alimentante una linea non alimentata da altri generatori, e la velocità di regime precedente;

b) la velocità di regime precedente.

A **2.6-12.** *Regime di velocità perturbato* di una turbina è il regime della velocità di rotazione che segue alle variazioni di carico rapide o brusche, fino a che il grado di incostanza della velocità (A 2.6-08) non rientra nei limiti normali.

A **2.6-13.** *Durata del regime di velocità perturbato* è il periodo di tempo espresso in secondi compreso fra l'istante in cui si verifica la variazione rapida o brusca del carico che provoca la perturbazione e l'istante in cui il grado di incostanza della velocità (A 2.6-08) rientra nei limiti normali.

A2.7 - Regolazione della pressione.

A **2.7-01.** *Regolazione della pressione*: è ottenuta regolando opportunamente i tempi di apertura e di chiusura del distributore della turbina e — ove occorre — provvedendo la turbina di speciali dispositivi (scaricatori sincroni, tegoli deflettori) destinati a rallentare le variazioni di portata rispetto alle esigenze della regolazione della velocità. Essa dipende essenzialmente dalle caratteristiche della condotta forzata che alimenta la turbina e dalle variazioni di portata che si verificano nella condotta stessa in dipendenza dei movimenti del distributore della turbina e — ove esiste — dello scaricatore sincrono. Le perturbazioni di pressione devono quindi sempre esser riferite alle condizioni di impianto e di funzionamento nell quali esse verificano,

precisando i dati che le condizioni stesse definiscono (tracciato e dimensioni della condotta forzata, tempi di apertura e di chiusura totali del distributore della turbina, velocità di apertura e richiusura dello scaricatore sincrono).

A **2.7-02.** *Scarti di pressione durante la regolazione*: sono i rapporti espressi in per cento fra i termini seguenti:

a) differenze fra le pressioni massime e minime che si verificano durante la regolazione in corrispondenza del punto di applicazione del manometro della turbina e la pressione statica esistente nel punto stesso in eguali condizioni di livello della vasca di carico o del pozzo piezometrico;

b) la pressione statica sopraindicata.

A **2.7-03.** *Scarti di pressione per distacco brusco di un determinato carico* sono gli scarti di pressione definiti all'art. A2.7-02 che si verificano durante la regolazione dopo tale distacco brusco di carico.

A **2.7-04.** *Scarti di pressione per attacco brusco di un determinato carico* sono gli scarti di pressione definiti all'articolo *A* 2.7-02, che si verificano durante la regolazione dopo tale attacco brusco di carico.

A **3** Capitolo III

TARGHE

A **3.1-01.** Ogni turbina deve esser munita di una o più targhe applicate in posizione visibile e comoda portanti le seguenti indicazioni:

Ditta costruttrice.
Tipo.
Numero di matricola.
Velocità di rotazione normale in giri/minuto.
Salto motore, secondo il contratto, in m.
Portata erogata a completa apertura, secondo il contratto, in m³/s.
Potenza nominale in kW.

A **3.1-02.** Ogni regolatore di velocità deve esser munito di una o più targhe applicate in posizione visibile e comoda portanti le seguenti indicazioni:

Ditta costruttrice.
Tipo.
Numero di matricola.
Velocità di rotazione normale del pendolo in giri/minuto.
Pressione massima di funzionamento in kg/cm².
Lavoro massimo in kgm che il servomotore può compiere in una corsa completa.

A **3.1-03.** Ogni scaricatore sincrono deve esser provvisto di una o più targhe applicate in posizione visibile e comoda portanti le seguenti indicazioni:

Ditta costruttrice.
Tipo.
Numero di matricola.
Pressione statica massima in m di colonna d'acqua riferita al centro dell'imbocco.
Portata erogata a completa apertura in m³/s, secondo il contratto.

B Parte Seconda

ORDINAZIONE

B **1** Capitolo I

DATI DA INDICARE NELL'ORDINAZIONE

B **1.1-01.** I dati da indicare nell'ordinazione sono:

— Tipo della turbina.

— Condizioni normali di funzionamento:

Salto motore (A 2.2-06)
Portata erogata a pieno carico (A 2.3-01)
Potenza nominale (A 2.4-04)
Velocità di rotazione (A 2.6-02).

(Se le condizioni di funzionamento sono variabili, indicare le serie di dati relative alle condizioni estreme ed alle condizioni medie).

— Descrizione generale della turbina e relativi accessori.

— Dislivelli minimo e massimo previsti fra l'asse della turbina (macchine ad asse orizzontale) o la mezzaria del distributore (macchine ad asse verticale) ed il livello dell'acqua nel canale di scarico.

— Lunghezza e tipo della condotta forzata che alimenta la turbina, suo diametro medio e sua disposizione.

— Tempo di apertura totale del regolatore (A 2.6-05).

— Tempo di chiusura totale del regolatore (A 2.6-06).

— Tempo di chiusura totale degli aghi (nelle turbine Pelton).

— Tempo di richiusura totale dello scaricatore sincrono (ove esiste).

— Momento d'inerzia delle masse rotanti facenti parte della turbina.

— Momento d'inerzia delle masse rotanti della macchina elettrica azionata dalla turbina.

B **2** Capitolo II

GARANZIE

B2.1 - Oggetto delle garanzie.

B **2.1-01.** Possono esser oggetto di garanzia i seguenti valori:

a) Potenza massima resa (A 2.4-03);
b) Rendimento (A 2.5-01);
c) Grado di incostanza della velocità (A 2.6-08);
d) Grado di staticità massimo e minimo (A 2.6-07);
e) Campo di variabilità della velocità (A 2.6-09);
f) Scarto di velocità per distacchi bruschi di carico (A 2.6-10);
g) Scarti di velocità per attacchi bruschi di carico (A2.6-11);
h) Durata del regime di velocità perturbato (A2.6-13);
i) Scarti di pressione per distacco brusco di carico (A2.7-03);
l) Scarti di pressione per attacco brusco di carico (A2.7-04).

B 2.2 - Durata delle garanzie.

B **2.2-01.** La durata delle garanzie deve esser limitata nel tempo precisandone la scadenza rispetto alla data della iniziale messa in marcia della turbina o rispetto ad altra data ben definita.

C Parte Terza

COLLAUDI.

C **1** - Capitolo 1

NORME GENERALI.

*C **1.1-01.** Le determinazioni essenziali per il collaudo di una turbina idraulica sono:

a) misura del salto motore H;
b) misura della portata Q;
c) misura della velocità di rotazione n;
d) misura della potenza meccanica sull'albero N_e;
e) determinazione delle variazioni di velocità;
f) determinazione delle variazioni di pressione.

C **1.1-02.** Le prove di collaudo devono essere fatte entro il periodo di garanzia e dopo almeno tre giorni di regolare funzionamento della turbina.

C **1.1-03.** Il Fornitore ha il diritto di eseguire per proprio conto tutte le prove preliminari da lui ritenute necessarie e di procedere ad un controllo del macchinario e delle opere murarie che interessano il funzionamento idraulico della turbina.

*C **1.1-04.** Prima del collaudo deve essere fatta una accurata ispezione alle parti interne della turbina, per accertarsi che tutti i canali e passaggi d'acqua siano perfettamente sgombri da materiali estranei e che tutte le parti siano in condizioni di regolare funzionamento. Analoga ispezione deve essere ripetuta a prove ultimate.

C **1.1-05.** Le prove di collaudo devono essere fatte possibilmente con il salto motore e la velocità contrattuali, estendendole a tutto il campo dei carichi considerati nelle garanzie di rendimento.

Se il salto motore, durante le prove risulta diverso dal valore contrattuale con differenza superiore al $\pm$ 3%, le prove devono esser eseguite alla velocità corrispondente al salto motore effettivamente disponibile e cioè ad una velocità pari al valore della velocità contrattuale moltiplicato per la radice quadrata del rapporto fra il salto motore effettivamente disponibile ed il salto motore contrattuale.

Quando la differenza fra il salto motore contrattuale e il salto motore effettivo sia contenuta entro i limiti del ± 10% e le prove vengano eseguite alla velocità corrispondente al salto motore effettivo, i rendimenti della turbina possono ritenersi inalterati rispetto alle condizioni di funzionamento contrattuali, mentre la potenza idraulica assorbita e la potenza meccanica resa variano rispetto ai corrispondenti valori contrattuali nel rapporto dei salti motori effettivi e contrattuale, elevato a 3/2.

Agli effetti della determinazione dei valori delle potenze meccaniche rese dalla turbina corrispondenti alle varie frazioni di carico considerate dalle garanzie di rendimento, i valori delle potenze determinate nelle singole prove devono venir ridotte al salto motore contrattuale moltiplicandoli per il rapporto fra il salto motore effettivo in ciascuna corrispondente prova ed il salto motore contrattuale, elevato a 3/2.

*C **1.1-06.** Durante ogni singola prova. il carico non deve variare oltre i limiti ± 3%; la caduta deve mantenersi nei limiti ± 2% della caduta media e la velocità nei limiti ± 1% della media.

Quando non sia possibile soddisfare a queste condizioni col carico sulla rete di distribuzione, si deve provvedere un carico artificiale mediante reostato.

C **1.1-07.** La durata di ogni singola prova destinata a determinare la potenza meccanica resa ed il rendimento della turbina in corrispondenza di una determinata condizione di funzionamento, non deve essere inferiore a 15 minuti primi.

C **1.1-08.** I dispositivi adottati per le misure devono esser tali da non modificare sensibilmente le condizioni di funzionamento della turbina.

C **1.1-09.** *Tolleranza.* Le misure inerenti ad un collaudo di motori idraulici sono soggette ad inevitabili errori ed il grado di esattezza dipende dalle circostanze locali e dai metodi di misura imposti da tali circostanze.

Quando la tolleranza sui rendimenti non sia prefissata contrattualmente è facoltà del Collaudatore di stabilire il grado probabile di approssimazione delle misure eseguite: in ogni caso tale tolleranza non deve essere inferiore a due unità di « per cento ».

C **2** Capitolo II

MISURE

C2.1 - Misura del salto motore.

C **2.1-01.** La misura del salto si effettua con riferimento a punti fissi dei quali si sia determinato il dislivello geodetico mediante livellazione.

C **2.1-02.** La determinazione dei livelli d'acqua deve esser fatta in pozzetti di calma per mezzo di idrometri del tipo a punta, ad uncino, a galleggiante o a tubo di vetro. Ove in relazione col valore del salto motore della turbina, sia necessario determinare i livelli d'acqua con approssimazione maggiore di ± 5 cm. è da escludere l'impiego degli idrometri graduati immersi direttamente nel canale.

C **2.1-03.** La misura delle pressioni deve esser fatta mediante tubo piezometrico ad acqua od a mercurio, oppure mediante manometri metallici tarati.

La taratura dei manometri metallici deve esser fatta prima e dopo le prove a mezzo di una pressa a pistone, di precisione, estendendo il controllo a tutto il campo delle pressioni che si devono determinare durante il collaudo. È ammessa anche la taratura mediante confronto con la pressione statica, quando questa risulti esattamente determinata da una livellazione e in questo caso, convenzionalmente si ritiene costante l'errore del manometro nel campo delle variazioni dovuto alle perdite di carico. Il calcolo delle pressioni deve esser fatto in base alla media delle due tarature eseguite prima e dopo le prove.

Gli apparecchi per la misura della pressione devono essere applicati nelle posizioni indicate agli art. A2.2-08 e A2.2-09; il foro di comunicazione deve esser praticato normalmente alla superficie interna del condotto, deve avere un diametro di circa 5 mm e terminare, senza sbavature, perfettamente a filo della superficie interna.

C **2.1-04.** Tutte le misure relative alla determinazione del salto motore devono essere ripetute almeno ogni 5 minuti primi per tutta la durata di ogni singola prova e nei calcoli si deve prendere per base la media aritmetica delle misure così ripetute.

C2.2 - Misura della portata.

C **2.2-01.** La misura della portata presenta di solito, le maggiori difficoltà e richiede le maggiori cautele per conseguire un grado sufficiente di esattezza.

È consigliabile l'uso di due o più metodi di misura nello stesso collaudo.

Si deve particolarmente curare che, fra la turbina ed il punto in cui viene effettuata la misura, non avvengano immissioni o fughe d'acqua.

C **2.2-02.** I metodi ammessi per la misura della portata sono:

— il metodo volumetrico o del serbatoio tarato;
— il metodo dello stramazzo;
— il metodo del molinello;
— il metodo del venturimetro;
— il metodo delle soluzioni saline (metodo chimico e metodo chimico elettrico).

C **2.2-03.** Il *metodo volumetrico o del serbatoio tarato*, è suscettibile di grande esattezza, ma è applicabile solo in quei casi in cui l'impianto sia provvisto di un bacino di capacità sufficiente ed esattamente determinata.

Particolare cura è necessaria per l'esatta determinazione delle altezze di invaso o di svaso del bacino di misura: allo scopo è anzitutto indispensabile evitare che, per oscillazioni od altri disturbi, durante ogni singola prova abbiano a determinarsi differenze di livello fra un punto e l'altro dello specchio d'acqua del bacino. Qualora in pratica non riesca possibile evitare queste differenze di livello è necessario stabilirne approssimativamente il valore e fissare per l'altezza di invaso o di svaso del bacino di ogni singola prova un valore sufficientemente alto da poter considerare rispetto ad esso trascurabili le differenze di livello stesse.

Le altezze di invaso o di svaso devono esser misurate mediante idrometri a galleggiante, preferibilmente registratori.

I tempi di invaso o di svaso devono esser misurati mediante cronometro a scatto o registratore.

C **2.2-04.** *Il metodo dello stramazzo*, opportunamente applicato, risulta rapido ed esatto. È adottabile per le piccole e medie portate quando si disponga di un tratto di canale adatto allo scopo.

È preferibile la sua applicazione nel canale di scarico dell'impianto, semprechè il rigurgito da esso prodotto non sia tale da influire troppo sensibilmente sulle condizioni di funzionamento della turbina.

Per le misure di collaudo devono impiegarsi esclusivamente stramazzi a vena libera nei quali cioè sia assicurata l'esistenza della pressione atmosferica sotto la lama stramazzante. La soglia deve quindi essere più alta del pelo d'acqua a valle e — negli stramazzi senza contrazione laterale — devono esser praticate nelle pareti laterali ampie bocche per il libero accesso dell'aria sotto la vena.

È generalmente da preferire l'impiego di stramazzi senza contrazione laterale perchè la loro forma e le condizioni a cui essi devono rispondere sono più strettamente definite e perchè le varie formule sperimentali di cui si dispone per il calcolo delle portate forniscono valori fra loro più concordanti per essi che non per gli stramazzi con contrazione laterale.

Lo stramazzo deve essere installato in un tratto di canale perfettamente rettilineo, con fondo orizzontale e pareti verticali parallele su una lunghezza di almeno 20 volte la massima altezza della lama stramazzante e non minore di 3 volte la larghezza dello stramazzo.

Inoltre devono esser particolarmente curate la regolare distribuzione della velocità dell'acqua nel canale di arrivo e la stabilità del pelo liquido impiegando allo scopo, ove occorra, appositi dispositivi smorzatori quali per esempio griglie ad alveare composte con tavole di legno, griglie di ferro, ecc.

Questi dispositivi devono esser collocati a monte del tratto di canale rettilineo prescritto e devono inoltre esser costituiti in modo da ostruire il meno possibile la sezione.

La parete a monte dello stramazzo deve esser piana e verticale, disposta normalmente all'asse del canale.

La cresta, dello spessore in sommità di circa 2 mm, deve esser tagliata a spigolo vivo, perfettamente rettilinea e orizzontale.

Negli stramazzi con contrazione laterale rettangolari, i lati devono avere pure lo spessore di circa 2 mm, esser tagliati a spigolo vivo, perfettamente rettilinei e verticali; inoltre la bocca rettangolare deve esser disposta simmetricamente rispetto all'asse del canale.

La massima cura si deve usare nel predisporre gli idrometri per la misura dell'altezza h della lama stramazzante: questi devono esser situati a monte della soglia ad una distanza non minore di 3 volte la massima altezza h della lama stramazzante. Nel caso di stramazzi molto larghi, l'altezza h dovrà esser misurata in diversi punti, uniformemente distribuiti lungo la cresta.

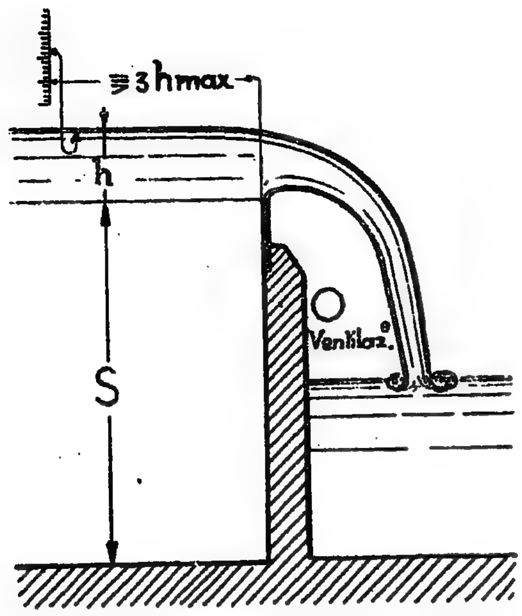


Fig. 4.

La portata di uno stramazzo rettangolare si calcola con la formula:

$$Q = \frac{2}{3} \mu\, l\, h \sqrt{2gh}$$

nella quale Q è la portata in m³/s, μ è il coefficiente dello stramazzo, l è la larghezza dello stramazzo in m, h è l'altezza della lama stramazzante letta agli idrometri in m e g è 9,81 m/s².

Per il calcolo del coefficiente μ, nel caso di stramazzi senza contrazione laterale, si dispone delle seguenti formule:

(S è l'altezza della cresta dello stramazzo sul fondo del canale dal lato verso monte).

Formula S. I. A. (1924).
(Societé Suisse des Ingénieurs et des Architectes)

$$\mu = 0{,}615 \left(1 + \frac{1}{1000\,h + 1{,}6}\right) \left[1 + 0{,}5 \left(\frac{h}{h+S}\right)^2\right]$$

(misure in m).

Limiti di applicabilità:

$$S \gtreqless 0{,}300 \text{ m.} ;\ 0{,}025 \text{ m} \leqq h \leqq 0{,}800 \text{ m.} ;\ \frac{h}{S} \leqq 1$$

Formula Rebhock (1929).

$$\mu = \left(0{,}6035 + 0{,}0813\,\frac{h}{S} + \frac{0{,}00009}{S}\right)\left(1 + \frac{0{,}0011}{h}\right)^{3/2}$$

(misure in m).

Limiti di applicabilità: senza limiti.

La formula S.I.A. fornisce per il coefficiente μ valori più alti di quelli forniti dalla formula Rehbock per tutto il campo comune di applicabilità. La differenza fra i valori forniti dalle due formule in generale non supera l'1% e in particolare è inferiore al 0,5% per tutto il campo degli stramazzi in cui $p \geqq 3\,h$.

Per il calcolo del coefficiente μ, nel caso di stramazzi rettangolari con contrazione laterale, si dispone delle seguenti formule: (L è la larghezza del canale a monte dello stramazzo)

Formula S. I. A. (1924):

$$\mu = \left[0{,}578 + 0{,}037\left(\frac{l}{L}\right)^2 + \frac{3{,}615 - 3\left(\frac{l}{L}\right)^2}{1000\,h + 1{,}6}\right] \cdot \left[1 + 0{,}5\left(\frac{l}{L}\right)^4\left(\frac{h}{h+S}\right)^2\right]$$

(misure in m).

Limiti di applicabilità:

$$S \gtreqless 0{,}300 \text{ m.} ;\ 0{,}025\,\frac{L}{l} \leqq h \leqq 0{,}800 \text{ m.} ;\ h \leqq S ;\ l > 0.3\,L$$

Formula Frese:

$$\mu = \left(0{,}5755 + \frac{0{,}017}{h + 0{,}18} - \frac{0{,}075}{l + 1{,}2}\right) \times$$
$$\times \left\{1 + \left[0{,}25\left(\frac{l}{L}\right)^2 + 0{,}025 + \frac{0{,}0375}{\left(\frac{h}{h+S}\right)^2 + 0{,}02}\right]\left(\frac{h}{h+S}\right)^2\right\}$$

(misure in m).

Limiti di applicabilità:

$$0{,}1 < h < 0{,}6$$

La formula S.I.A. fornisce per il coefficiente μ valori più alti di quelli forniti dalla formula Frese per tutto il campo comune di applicabilità. La differenza fra i valori forniti dalle due formule varia a seconda delle condizioni dall'1% fino al 4% circa.

C **2.2-05.** *Il metodo del molinello* accuratamente impiegato fornisce risultati esatti, specialmente se usato in un tratto di canale molto regolare.

Prima della misura si deve fare un rilievo esatto della sezione del canale e si deve disporre uno o più idrometri per rilevare eventuali oscillazioni o variazioni di livello durante le prove.

Qualora nella sezione del canale, scelta per la misura, il deflusso dell'acqua non sia molto regolare ed uniforme, è necessario renderlo tale con l'applicazione di appositi dispositivi smorzatori quali per esempio griglie ad alveare composte con tavole di legno, griglie di ferro ecc. Questi dispositivi smorzatori devono esser collocati alcuni metri a monte della sezione di misura.

Per le misure di collaudo possono esser usati solo molinelli a segnalazione elettrica. I molinelli usati in un collaudo devono essere espressamente tarati da un laboratorio adeguatamente attrezzato e di riconosciuta competenza, possibilmente prima e dopo le prove: per i calcoli della portata si deve usare la media delle due tarature.

Le tarature devono esser estese a tutto il campo delle velocità interessato dalle prove e devono esser eseguite con approssimazione di almeno il 0,5%; in particolare gli scarti fra i singoli punti di taratura e la curva di taratura da essi dedotta non devono superare il 0,5%.

I tempi devono esser misurati con cronometro a scatto oppure mediante cronografo registratore prolungando la misura in ogni singolo rilievo per almeno 60 secondi e comunque quanto occorre per compensare eventuali variazioni di velocità dell'acqua dovute al suo moto pulsante e per rendere trascurabili gli errori di apprezzamento dei tempi.

Il numero N dei punti di misura deve esser scelto entro i limiti forniti dalla seguente formula:

$$N = 14 \div 25 \sqrt{A}$$

dove A è l'area della sezione di misura in m².

Per i punti di misura deve esser fissata una buona disposizione e allo scopo conviene in generale distribuirli su di un egual numero di orizzontali e di verticali disponendo queste in modo che risultino fra loro più vicine nelle zone di più forte variazione di velocità. In particolare lungo tutto il profilo della sezione i punti di misura devono risultare quanto più è possibile avvicinati alle pareti e al fondo compatibilmente con le dimensioni del molinello. A titolo di esempio viene indicata la seguente disposizione dei punti di misura per una sezione rettangolare:

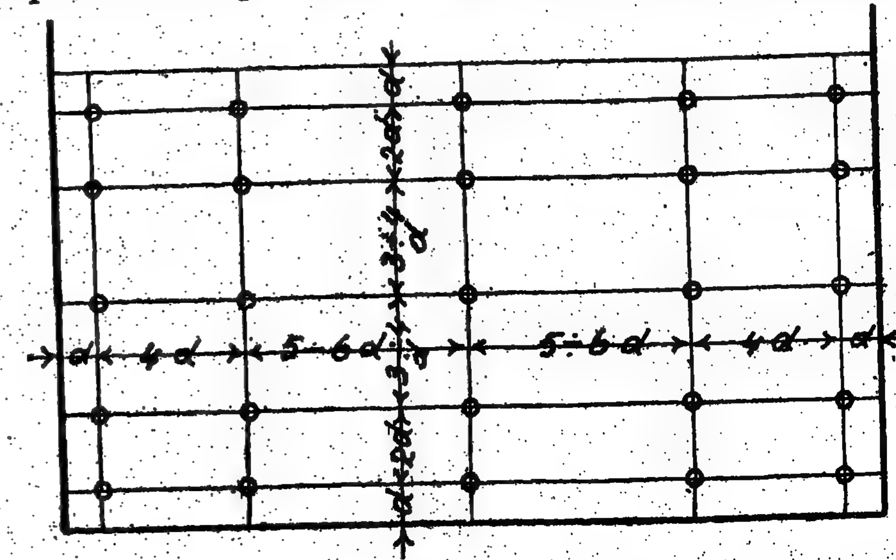


Fig. 5. (d = diametro elica molinello)

Per la misura di grandi portate è opportuno l'uso contemporaneo di tanti molinelli quanti sono i punti di rilievo sopra una orizzontale od una verticale con l'ausilio di un cronometro registratore multiplo.

Sono ammesse le misure mediante molinello in condotta forzata quando il diametro di questa sia almeno circa dieci volte il diametro dell'elica del molinello. La sezione di misura deve esser disposta all'estremità a valle di un tratto di condotta rettilineo lungo almeno 20 volte circa il diametro del tubo. Se la distribuzione della velocità nel tubo è molto regolare è sufficiente eseguire le misure su punti disposti lungo un solo diametro; in generale però è preferibile eseguire le misure su punti disposti lungo due diametri fra loro ortogonali.

C **2.2-06.** *Il metodo del venturimetro*, previa taratura da eseguirsi con un altro dei metodi indicati per la misura della portata, è applicabile quando l'impianto è provvisto di un misuratore Venturi proporzionato alle portate che si devono determinare, tenendo presente che la sensibilità e l'esattezza dell'apparecchio diminuiscono rapida mente col diminuire della portata.

C **2.2-07.** *Il metodo delle soluzioni saline diluite* (*Metodo chimico e metodo chimico elettrico « Barbagelata »*) sono applicabili anche se il deflusso dell'acqua è molto turbolento e l'andamento del canale o della condotta irregolare; sono adatti per la misura anche di grandi portate, ma presentano difficoltà di applicazione dove l'acqua ha una salinità propria relativamente elevata e incostante.

Questi metodi devono esser usati seguendo i procedimenti indicati dagli autori che li hanno proposti e studiati.

C 2.3 - Misura della potenza meccanica resa dalla turbina.

C **2.3-01.** La misura della potenza meccanica resa dalla turbina viene eseguita determinando mediante apparecchi di precisione la potenza elettrica sviluppata dal generatore elettrico accoppiato con la turbina, ed aggiungendo a questa potenza tutte le perdite del generatore stesso considerate dalle Norme C. E. I. Macchine Elettriche per la determinazione del rendimento effettivo, nonchè quei valori di potenza assorbiti da organi accessori che secondo quanto stabilito all'Art. A2.4-02 devono esser considerati a favore della turbina.

Gli apparecchi di precisione usati per la misura della potenza elettrica resa, e delle perdite devono esser accuratamente tarati prima e dopo le prove e i calcoli devono esser basati sulla media delle due tarature.

Il costruttore della turbina ha diritto di controllare tutte le misure eseguite per la determinazione della potenza elettrica resa e delle perdite del generatore elettrico.

C **2.3-02.** Le misure per la determinazione della potenza meccanica resa dalla turbina devono esser ripetute almeno ogni 5 minuti primi per tutta la durata di ogni singola prova e nei calcoli si deve prender per base la media delle misure così ripetute.

C 2.4 - Misura della velocità di rotazione.

C **2.4-01.** La misura della velocità di rotazione viene eseguita mediante contagiri e cronometri di precisione, oppure mediante tachimetri o tacografi tarati per confronto con apparecchi campione.

C **2.4-02.** Le misure della velocità devono esser ripetute almeno ogni 5 minuti primi per tutta la durata di ogni singola prova.

C 2.5 - Determinazione delle variazioni di velocità.

C **2.5-01.** La determinazione delle variazioni di velocità deve esser fatta a mezzo di tacografo registratore tarato per confronto con apparecchi campione.

C 2.6 - Determinazione delle variazioni di pressione.

C **2.6-01.** La determinazione delle variazioni di pressioni deve esser fatta a mezzo di manometro registratore ad avanzamento rapido, tarato come indicato all'Art. C 2.1-03.

dovute alla presenza di armoniche nella corrente da raddrizzare, non influiscono sul risultato finale della misura. Viene quindi meno quella apparente inferiorità che a prima vista il sistema raddrizzatore-galvanometro potrebbe presentare di fronte ad un elettrodinamometro.

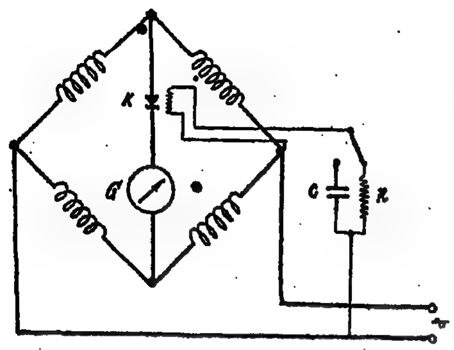


Fig. 22.

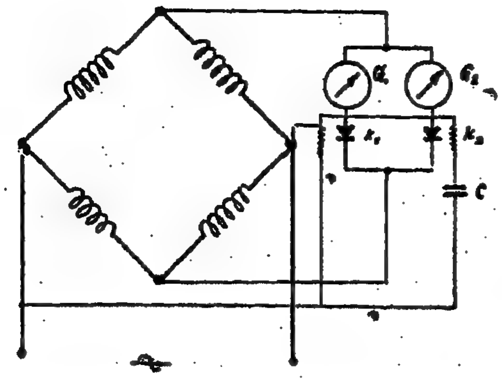


Fig. 23.

Infine i raddrizzatori meccanici hanno trovato impiego in numerose apparecchiature per misure con correnti alternate; in talune di queste trovano applicazioni metodi basati su lettura di una deviazione, in altri metodi di riduzione a zero. Troviamo tra l'altro apparechiature per misura dell'errore di rapporto e di fase di riduttori di corrente con metodi differenziali (v. Bibl. 7 e 8); per misure e prove sui cavi (v. Bibl. 9); per misure di angoli di perdita di dielettrici e di riduttori, e per misura di perdita nelle lamiere (v. Bibl. 10), ecc.

8. - Vantaggi ed inconvenienti.

Si è già accennato al fatto che i raddrizzatori meccanici sono da preferirsi, nei metodi di misura da laboratorio per corrente alternata, ad altri basati su differenti principi di funzionamento, per il loro elevato effetto valvolare. Di più aggiungiamo che la caratteristica $i = f(v)$ di questi raddrizzatori, contrariamente a quella degli altri tipi, è perfettamente lineare: pregio questo rimarchevole in certi metodi di misura.

Si sono confrontati i risultati ottenuti in alcune prove (misure di errori di rapporto e di fase di riduttori di corrente e di tensione) usando sia un galvanometro con raddrizzatore, sia gli ordinari strumenti indicatori di zero per corrente alternata. I sistemi hanno portato a risultati particamente identici, non essendosi riscontrate differenze apprezzabili.

Quindi si può sostituire con perfetta tranquillità, specialmente nei metodi di misura per proiezione, agli elettrodinamometri, (che se sono di buona sensibilità presentano notevoli difficoltà nell'uso, per i noti disturbi dovuti ad effetti elettrostatici e di induzione magnetica) i galvanometri a corrente continua, anche se di elevata sensibilità. Naturalmente, in questi casi, bisogna usare opportune precauzioni (quali ben studiati collegamenti equipotenziali e di terra), necessarie d'altronde anche usando i normali elettrodinamometri.

Nei casi in cui con corrente alternata si opera con metodi di riduzione a zero, si può sempre sostituire all'organo indicatore di zero (galvanometro a vibrazione) uno dei sistemi esaminati al n. 6: si opererà quindi con uno dei metodi di proiezione, e si avrà il vantaggio di sostituire allo strumento di misura ordinario, uno di più elevata sensibilità.

A questi pregi fa riscontro l'inconveniente che il raddrizzatore meccanico è limitato all'impiego nel campo delle misure a bassa frequenza (fino a poche centinaia di Hz). Può anche il raddrizzatore meccanico dar luogo ad inconvenienti, al pari dei vecchi commutatori sincroni, dovuti ad instabilità nelle misure, per forze elettromotrici di natura termica. Però se si ha cura di eccitare l'elettromagnete con correnti non troppo forti, in modo da evitare riscaldamenti sensibili nella bobina, gli inconvenienti accennati scompaiono, ed il raddrizzatore può funzionare con un regime perfettamente stabile e regolare anche per un periodo di tempo molto lungo.

È mio dovere porgere qui i più vivi ringraziamenti all'Ing. Piva per i consigli ed aiuti prodigatimi durante lo svolgimento e la compilazione del presente lavoro.

APPENDICE I.

Osservazioni sui valori medi delle grandezze alternate.

Di una funzione periodica qualunque della variabile t, di periodo T, il valor medio, nel tempo T, come è noto, è espresso da:

$$A_m = \frac{1}{T}\int_0^T y(t)\,dt$$

È pure noto, che, se nel periodo T, la grandezza variabile $y(t)$ assume, per i due semiperiodi valori successivamente uguali, ma di segno opposto, il valore medio sopra definito, è nullo. È questo il caso che si presenta generalmente nelle grandezze alternate di cui si occupa l'elettrotecnica. Generalmente si definisce come valor medio della grandezza in questione, il valor medio dei valori assoluti; l'espressione diventa quindi la seguente:

$$A'_m = \frac{1}{T}\int_0^T |y(t)|\,dt$$

Ad esempio uno strumento di misura a corrente continua in serie con raddrizzatori jonici, elettronici, elettrolitici od analoghi, dà, della grandezza raddrizzata, un valore proporzionale ad A'_m.

Il raddrizzatore meccanico dà invece, data la natura del suo funzionamento, della grandezza che si misura, un valor medio definito da:

$$A''_m = \frac{2}{T}\int_t^{t+\frac{T}{2}} y(t)\,dt$$

cioè un valore proporzionale al valor medio che la grandezza ha nel semiperiodo.

I due valori medi A'_m ed A''_m coincidono solo nei seguenti due casi:

a) caso delle grandezze sinusoidali;

b) caso di grandezze non sinusoidali (affette da sole armoniche dispari), che assumano valor nullo (in un tempo uguale al periodo della fondamentale) solo due volte.

APPENDICE II.

La dimostrazione della formula (7) data per l'errore che si commette usando la formula generale nelle misure di valor medio di una grandezza alternativa, quando il tempo di chiusura dei contatti è differente dal semiperiodo, è immediata, ricorrendo alla definizione di valor medio data nell'Appendice I.

Difatti, chiamando, come è indicato in fig. 9, con $\Delta\gamma/\omega$ la differenza fra il semiperiodo $T/2$ ed il tempo in cui i contatti rimangono effettivamente chiusi, risulta:

$$I_m = \frac{1}{2}\,\frac{\sqrt{2}\,I}{T/2}\int_{\frac{\gamma}{\omega}}^{\frac{T}{2}+\frac{\gamma}{\omega}+\frac{\Delta\gamma}{\omega}} \operatorname{sen}\omega t\,dt =$$

$$= -\frac{\sqrt{2}}{2\pi}\,I\left\{\operatorname{sen}\gamma\operatorname{sen}\Delta\gamma - \cos\gamma\,(\cos\Delta\gamma + 1)\right\}$$

Se l'apparecchio rispondensse esattamente alle ipotesi fatte, il valore medio di I che si misurerebbe, sarebbe dato dalla solita relazione:

$$I'_m = \frac{1}{2}\,\frac{2\sqrt{2}}{\pi}\,I\cos\gamma$$

L'errore relativo che si commette è dunque, in per cento:

$$\varepsilon\,\% = \frac{I_m - I'_m}{I'_m}\,100 = -\frac{1}{2\cos\gamma}\left\{\operatorname{sen}\gamma\operatorname{sen}\Delta\gamma - \cos\gamma\,(\cos\Delta\gamma - 1)\right\}100$$

e sviluppando in serie sen $\Delta\gamma$ e cos $\Delta\gamma$:

$$\varepsilon\,\% = -\frac{1}{2\cos\gamma}\left\{\left(\Delta\gamma - \frac{\Delta\gamma^3}{3!} + \dots\right)\operatorname{sen}\gamma + \left(\frac{\Delta\gamma^2}{2!} - \frac{\Delta\gamma^4}{4!} + \dots\right)\cos\gamma\right\}100$$

APPENDICE III.

Il valore istantaneo di una grandezza periodica non sinusoidale si può esprimere, notoriamente, mediante la serie di Fourier, con una sommatoria del seguente tipo: (supponendo di contare i tempi dal momento in cui la fondamentale assume valor nullo):

$$y = Y_0 + \sqrt{2}\,Y_1\operatorname{sen}\omega t + \sqrt{2}\sum_{1}^{m}{}_n\, Y_n\operatorname{sen} n(\omega t - \varphi_n)$$

dove:

Y_0 è la componente continua di y;

Y_1 è il valor efficace della fondamentale;

Y_n è il valor efficace della armonica ennesima;
φ_n è la fase della armonica ennesima, riferita alla fondamentale;
$\omega = 2\pi f = 2\pi/T$ = pulsazione della fondamentale.

È da notare che φ_n, nell'espressione scritta, è riferito alla fondamentale, e non ponendo uguale a 360° il periodo (T/n) dell'armonica stessa.

Supporremo, nel nostro caso:

$$Y_0 = 0$$

ed

$$n = 2k + 1$$

cioè ammetteremo che la grandezza da raddrizzare non sia affetta nè da componente continua, nè da armoniche pari.

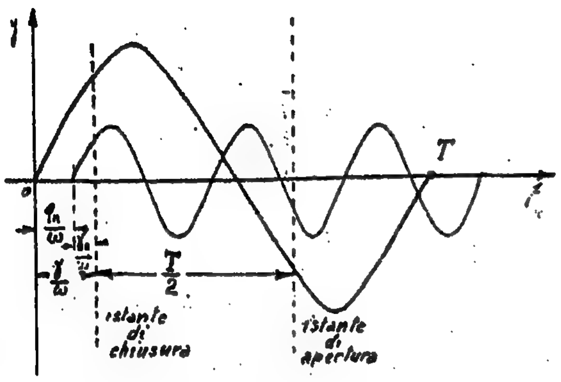


Fig. 24.

Allora, con riferimento alla figura 24 per il significato dei simboli, è:

$$\varphi_n = \gamma_1 - \gamma_n$$

quindi:

$$A_m = \frac{1}{2}\,\frac{2\sqrt{2}}{T}\int_{\frac{\gamma'}{\omega}}^{\frac{\gamma'}{\omega}+\frac{T}{2}} Y_1 \operatorname{sen}\omega t\,dt +$$

$$+\frac{1}{2}\,\frac{2\sqrt{2}}{T}\sum_{1}^{n}{}_{m}\int_{\frac{\gamma'}{\omega}}^{\frac{\gamma'}{\omega}+\frac{T}{2}} Y \operatorname{sen} n(\omega t - \gamma_1 + \gamma_n)\,dt =$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{\pi}\left\{Y_1\cos\gamma_1 + \sum_{1}^{m}{}_{n}\frac{1}{n}\,Y_n\cos n\gamma_n\right\}.$$

Milano, luglio 1934-XII°.

R. Istituto Superiore di Ingegneria.
Scuola speciale di Perfezionamento per Ingegneri Elettricisti.

BIBLIOGRAFIA

1) A. BARBAGELATA: Sulle misure da laboratorio con correnti alternate (1932).
2) A. BARBAGELATA: Les mésures de laboratoire à courant alternatif. (Congres international d'électricité de Paris, 1932).
3) VAN CAUWENBERGHE: La mésure des hautes tensions. (Congres international d'électricité de Paris, 1932).
4) PFANNENMULLER: Die mecanische Gleirichter - A.T.M. Z 540-1-2-3.
5) J. KRONET: A.T.M., J 921-2.
6) A. BARBAGELATA: L'elettrodinamometro nel laboratorio moderno - (*L'Elettrotecnica*, 15 settembre 1915) ed altre pubblicazioni dello stesso Autore.
7) G. KEINATH: A.T.M., Z 224-1 (1932).
8) O. SIEBER: Siemens Zeits., 9 (1929) S. 845.
9) G. KEINATH: A.T.M., V 8235-1 (1933).
10) J. KRONERT: Zeits. fur tecnische Physic (1933) 14-11.

Inoltre vedansi:

Per notizie su strumenti indicatori di zero:

J. KRONERT: A.T.M., 1850-1 (1932).

Sui rettificatori meccanici:

T. AIZAWA: Vibrating rectifier. - (Electr. lab. Tokyo: Recherches n. 167, april 1926).

H. CARSTEN CH. WALTER: Siemens Zeits. II (1931) 156.

LO STUDIO DEI FENOMENI DI COLPO D'ARIETE PER MEZZO DEL CALCOLO SIMBOLICO

GIUSEPPE EVANGELISTI

Si espone un mezzo d'indagine, basato sull'impiego degli operatori funzionali, col quale possono essere trattati, con unità d'impostazione e di sviluppi, i fenomeni di propagazione di perturbazioni idrodinamiche riconducibili all'equazione delle corde vibranti, anche se di notevole complessità. Ottenute le formule risolutive generali e fattane una prima applicazione ai casi più semplici, sono in seguito considerati esempi di notevole interesse pratico, che riuscirebbero di trattazione lunga e incomoda coi mezzi normali, giungendo con relativa semplicità e speditezza alle espressoni algebriche risolutive.

1. — I problemi di colpo d'ariete, nella forma definitiva assunta in seguito ai classici lavori dell'Allievi, considerano, di norma, una condotta in comunicazione, a monte, con un serbatoio di dimensioni grandissime, mentre, a valle, ammettono che nessun intermediario idraulico esista fra l'organo otturatore e la condotta forzata.

In questo caso, le riflessioni delle onde di perturbazione alle estremità della condotta sono facilmente definite, e i normali mezzi di calcolo si mostrano perfettamente adatti allo scopo.

In casi più complessi, però, si può incorrere in notevoli difficoltà e complicazioni di calcolo, così che può riuscire utile l'esposizione di un metodo d'indagine, basato sull'impiego degli operatori funzionali, il quale, a mio parere, anche nei problemi di colpo d'ariete conserva tutte quelle doti di efficacia, generalità d'impostazione e speditezza di sviluppi, che lo hanno reso utile in molti altri campi della fisica matematica, e in particolare nell'elettrotecnica.

2. — Impostiamo subito e trattiamo per mezzo del calcolo simbolico, le equazioni che competono a una colonna liquida priva di attriti, e comunque sottoposta a perturbazioni idrodinamiche.

Le equazioni differenziali caratteristiche di tali fenomeni sono, notoriamente,

$$\frac{\partial v}{\partial t} = g\,\frac{\partial y}{\partial x}, \tag{1}$$

$$\frac{\partial y}{\partial t} = \frac{a^2}{g}\,\frac{\partial v}{\partial x}, \tag{2}$$

dalle quali si ottiene subito

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = \frac{1}{a^2}\,\frac{\partial^2 v}{\partial t^2}; \tag{3}$$

dove y è il carico, v la velocità, g la accelerazione di gravità, e a la velocità di propagazione delle perturbazioni idrodinamiche.

Poniamo ora $\frac{\partial}{\partial t} = \Delta$, e definiamo le potenze positive di Δ in modo che sia $\Delta^2 = \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial}{\partial t}\right) = \frac{\partial^2}{\partial t^2}$, $\Delta^3 = \frac{\partial^3}{\partial t^3}\dots$; quanto alle potenze negative, se vogliamo soddisfatta la relazione $\Delta\cdot\Delta^{-1} f(t) = f(t)$, cioè $\Delta\cdot\Delta^{-1} = 1$, dovrà essere $\Delta^{-1} f(t) = {}_0\!\int^t f(t)\,dt + C$. Risulta da ciò che, mentre le potenze positive di Δ conducono a un risultato univoco, quelle negative lo definiscono soltanto a meno di una costante d'integrazione, e di conseguenza, i simboli $\Delta\cdot\Delta^{-1}$ e $\Delta^{-1}\cdot\Delta$, applicati a una stessa funzione del tempo $f(t)$ portano a risultati che differiscono fra di loro per una costante arbitraria. Se però la $f(t)$ è riconducibile a una forma tale che sia, per un qualunque $t < 0$, $f(t) = \frac{\partial f}{\partial t} = \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = \dots = 0$, le costanti d'integrazione si annullano, e anche le potenze negative di Δ assumono un significato univoco, mentre è $\Delta\cdot\Delta^{-1} = \Delta^{-1}\cdot\Delta = \Delta^2\cdot\Delta^{-2} = \Delta^{-2}\cdot\Delta^2 = \dots = 1$; il simbolo Δ soddisfa allora alle proprietà associative, distributive e commutative che competono alle quantità numeriche.

Ciò posto, ritorniamo alla (3): essa è un'equazione lineare a coefficienti costanti, vale a dire che, fatta la sostituzione $\frac{\partial]}{\partial t} = \Delta$, in essa comparirà al primo grado, oltre alla funzione incognita e alle sue derivate rispetto alla x, la funzione stessa moltiplicata per potenze del simbolo Δ, cioè per potenze che godono le stesse proprietà di un fattore numerico.

Ci si può allora domandare se, procedendo sulla base di questa analogia, sia possibile trattare la (3) come se effettivamente il simbolo Δ fosse un qualunque moltiplicatore; se cioè sia possibile considerare, in luogo della equazione alle derivate parziali (3) una equazione differenziale ordinaria nella sola variabile indipendente x, e integrarla secondo i procedimenti classici, sempre considerando Δ come un fattore numerico. La risposta è affermativa; la teoria degli operatori funzionali ci dimostra tale possibilità, e, insieme, ci offre il mezzo di interpretare, e ricondurre a forma esplicita, quelle funzioni di Δ che necessariamente compaiono nell'integrale così ottenuto.

Sono con ciò definiti, sia pure in modo rapido e sommario, i concetti fondamentali su cui poggia il calcolo simbolico. Rimandando, per le rigorose dimostrazioni della sua validità e legittimità, ai numerosi trattati sull'argomento (1), ritorniamo alla (3), che porremo nella forma simbolica

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = \frac{\Delta^2}{a^2} v \,. \tag{4}$$

È facile scrivere di essa un integrale cui devono soddisfare tutti i fenomeni di colpo d'ariete. Siano le condizioni iniziali definite da una velocità di regime v_0 e da un carico di regime y_0, costante per tutta la condotta, per la supposta mancanza di attriti; l'integrale della (4) sarà allora, ovviamente,

$$v = v_0 - \left\{ A\, e^{\frac{x}{a}\Delta} + B\, e^{-\frac{x}{a}\Delta} \right\}, \tag{5}$$

e quindi subito, dalla (2), assumendo come quota piezometrica di riferimento quella di regime:

$$y = \frac{a}{g}\left\{ -A\, e^{\frac{x}{a}\Delta} + B\, e^{-\frac{x}{a}\Delta} \right\}.$$

Nelle (5) e (6) figurano, oltre al simbolo Δ e alla costante a, due fattori A e B, costanti riguardo alla x, e quindi funzioni delle sole t e Δ, che bisogna determinare in funzione delle condizioni limiti del sistema fisico sotto esame.

Siano H la lunghezza della colonna liquida, e misuriamo le distanze x a partire dallo sbocco, con la direzione positiva verso l'imbocco, ponendo l'origine dei tempi all'inizio della manovra perturbatrice.

Supponiamo inoltre che la legge di variazione della velocità nella sezione terminale della condotta ci sia nota, e analiticamente rappresentata da una funzione del tempo $v = V(t)$, uguale alla velocità di regime per $t = 0$, nulla per $t = t_0$, dove t_0 è la durata della manovra. Nei casi che interessano la pratica, quando cioè invece che la legge di variazione della velocità nella sezione terminale della condotta sia assegnata la legge di chiusura dell'intercettatore, è facile in ogni caso passare dalla prima alla seconda sulla scorta della classica teoria del colpo d'ariete sviluppata dall'Allievi.

Il carico nella sezione d'imbocco y_i sarà allora variabile in funzione della velocità v_i nella stessa sezione. Se il carattere delle condizioni limiti è rappresentabile per mezzo di una relazione differenziale lineare fra v_i e y_i, potremo scrivere:

$$\text{per } x = H \qquad v_i = v_0 - Z_i\, y_i\,, \tag{7}$$

dove Z_i è una funzione simbolica che contiene, insieme agli altri elementi che rappresentano le condizioni d'estremità, anche il simbolo Δ. Analogamente, in corrispondenza della sezione di sbocco della condotta, potrà esistere un determinato complesso terminale il quale, inattivo nelle condizioni di regime, entrerà a prender parte al fenomeno in regime perturbato, quando, in conseguenza delle variazioni di carico, e in funzione di esse, potrà scambiare con la condotta una certa portata.

Sarà allora:

$$\text{per } x = 0 \qquad v_s = V(t) + Z_s\, y_s\,, \tag{8}$$

dove, chiamata ω la sezione della condotta, è $\omega\, Z_s\, y_s$ la portata che, in un istante generico, passa dalla condotta al sistema terminale.

Come si è già accennato, per scrivere le (7) e (8) è necessario che entrambe le condizioni di estremità siano analiticamente rappresentabili da relazioni differenziali lineari; ciò che, come vedremo in seguito, corrisponde alla generalità delle condizioni che si incontrano nei casi pratici.

Ciò posto, possiamo determinare, per mezzo delle funzioni Z_i e Z_s, le costanti A e B.

Riprendendo infatti le (5) e (6):

$$v = v_0 - \left\{ A\, e^{\frac{x}{a}\Delta} + B\, e^{-\frac{x}{a}\Delta} \right\} \tag{5}$$

$$y = \frac{a}{g}\left(-A\, e^{\frac{x}{a}\Delta} + B\, e^{-\frac{x}{a}\Delta} \right) \tag{6}$$

e introducendo in esse le condizioni (7) e (8), si ricava:

$$\text{per } x = 0 \qquad v_0 - \left(A + B\right) = V(t) + \frac{a}{g} Z_s\left(-A + B\right),$$

$$\text{per } x = H$$

$$v_0 - \left(A\, e^{\frac{H}{a}\Delta} + B\, e^{-\frac{H}{a}\Delta}\right) = v_0 - Z_i \frac{a}{g}\left(-A\, e^{\frac{H}{a}\Delta} + B\, e^{-\frac{H}{a}\Delta}\right),$$

da cui risultano subito determinate A e B.

$$A = -\frac{\left[\left(1 - \frac{a}{g} Z_i\right) e^{-\frac{H}{a}\Delta}\right] \left[(v_0 - V(t))\,,\right]}{\left(1 + Z_i Z_s \frac{a^2}{g^2}\right)\left(e^{\frac{H}{a}\Delta} - e^{-\frac{H}{a}\Delta}\right) + (Z_s + Z_i)\frac{a}{g}\left(e^{\frac{H}{a}\Delta} + e^{-\frac{H}{a}\Delta}\right)}$$

$$B = -\frac{\left[\left(1 + \frac{a}{g} Z_i\right) e^{\frac{H}{a}\Delta}\right] \left[(v_0 - V(t))\,,\right]}{\left(1 + Z_i Z_s \frac{a^2}{g^2}\right)\left(e^{\frac{H}{a}\Delta} - e^{-\frac{H}{a}\Delta}\right) + (Z_i + Z_s)\frac{a}{g}\left(e^{\frac{H}{a}\Delta} + e^{-\frac{H}{a}\Delta}\right)}$$

che potremo sostituire nella (5) e nella (6). Esprimendo gli esponenziali che figurano nelle formule per mezzo delle funzioni iperboliche, con semplici riduzioni si ottiene, per una sezione generica distante x dallo sbocco:

$$v_x = v_0 - \frac{\left[\operatorname{senh}\frac{H-x}{a}\Delta + Z_i \frac{a}{g}\cosh\frac{H-x}{a}\Delta\right] \left[\left((v_0 - V(t))\,,\right)\right]}{\left(1 + Z_i Z_s \frac{a^2}{g^2}\right)\operatorname{senh}\frac{H}{a}\Delta + \frac{a}{g}(Z_i + Z_s)\cosh\frac{H}{a}\Delta} \tag{9}$$

$$y_x = \frac{a}{g}\,\frac{\left[\cosh\frac{H-x}{a}\Delta + \frac{a}{g} Z_i \operatorname{senh}\frac{H-x}{a}\Delta\right] \left[\left((v_0 - V(t))\,,\right)\right]}{\left(1 + Z_i Z_s \frac{a^2}{g^2}\right)\operatorname{senh}\frac{H}{a}\Delta + \frac{a}{g}(Z_i + Z_s)\cosh\frac{H}{a}\Delta} \tag{10}$$

dove la funzione operanda $v_0 - V(t)$ soddisfa evidentemente alla condizione di essere nulla, insieme a tutte le sue derivate rapporto al tempo, per ogni $t < 0$.

Siamo così giunti alle espressioni fondamentali che forniscono, sotto forma simbolica, le leggi di variazione del carico e della velocità in una sezione generica della condotta distante x dallo sbocco, per effetto di una certa manovra di chiusura definita dalla $v = V(t)$, sotto le condizioni limiti definite dalle Z_i e Z_s.

In particolare, facendovi rispettivamente $x = 0$ e $x = H$ potremo calcolare tali espressioni per le due sezioni di sbocco e d'imbocco, che spesso sono quelle di maggior interesse pratico. Si ottiene con semplici riduzioni:

---

(1) Fra questi posso qui citare:
Carson. — « Electric Circuit Theory and the operational calculus ».
Berg. — « Rechnung mit Operatoren ».
Solinger. — « Die Heavisidesche Operatorenrechnung ».
Vedi inoltre gli importanti lavori del Giorgi, e specialmente le due memorie pubblicate sugli Atti dell'A.E.I.: « Il metodo simbolico per lo studio delle correnti variabili (1904) » e « Sul calcolo delle soluzioni funzionali originate da problemi di elettrodinamica (1905) ».

per $x = o$ (sezione di sbocco):

$$v_s = v_0 - \frac{\tanh\frac{H}{a}\Delta + \frac{a}{g} Z_i}{\left(1 + Z_i Z_s \frac{a^2}{g^2}\right) \tanh\frac{H}{a}\Delta + \frac{a}{g}(Z_i + Z_s)} (v_0 - V(t)), \quad (11)$$

$$y_s = \frac{a}{g} \frac{1 + \frac{a}{g} Z_i \tanh\frac{H}{a}\Delta}{\left(1 + Z_i Z_s \frac{a^2}{g^2}\right) \tanh\frac{H}{a}\Delta + \frac{a}{g}(Z_i + Z_s)} (v_0 - V(t)), \quad (12)$$

per $x = H$ (sezione d'imbocco):

$$v_i = v_0 - \frac{\left[\frac{a}{g} Z_i\right] \left[\left(v_0 - V(t)\right)\right]}{\left(1 + Z_i Z_s \frac{a^2}{g^2}\right) \operatorname{senh}\frac{H}{a}\Delta + \frac{a}{g}(Z_i + Z_s) \cosh\frac{H}{a}\Delta} \quad (13)$$

$$y_i = \frac{a}{g} \frac{\left[(v_0 - V(t))\right]}{\left(1 + Z_i Z_s \frac{a^2}{g^2}\right) \operatorname{senh}\frac{H}{a}\Delta + \frac{a}{g}(Z_i + Z_s) \cosh\frac{H}{a}\Delta} \quad (14)$$

giungendo così alle equazioni simboliche fondamentali, a cui sono ricondotti, con la determinazione caso per caso delle due funzioni Z_i e Z_s, tutti i problemi di colpo d'ariete riconducibili alle (1) e (2).

3. — Consideriamo subito, come prima applicazione dei risultati ora ottenuti, e in quanto ci servirà nella soluzione dei più complessi problemi che saranno trattati in seguito, il semplice caso del colpo d'ariete, quale normalmente si considera, cioè il caso di una condotta forzata, nella quale le perturbazioni idrodinamiche si propagano con la velocità a, mantenuta all'imbocco sotto un carico costante, e sottoposta allo sbocco alla manovra di un intercettatore che, con legge nota, ne varii la velocità di regime v_0 fino ad annullarla.

In questo caso particolarmente semplice l'assenza di un sistema idraulico terminale implica, per la (8), $Z_s = o$ mentre all'imbocco deve essere costantemente $y_i = o$ il che importa per la (7) la condizione $Z_i = \infty$. Questi valori ci permettono di ricavare subito le espressioni simboliche risolutive per una sezione qualunque; cominciando dalla sezione di sbocco, ricorreremo alle (11) e (12), dividendo numeratore e denominatore per Z_i; ricordando i valori di Z_i e Z_s ora determinati, si ottiene facilmente:

$$\begin{cases} y_s = \frac{a}{g} \tanh \frac{H}{a}\Delta \cdot (v_0 - V(t)), \\ v_s = V(t). \end{cases} \quad (15)$$

La seconda equazione ci ripete che la velocità dell'acqua nella sezione terminale della condotta, segue la legge assegnata $V(t)$, mentre la prima ci esprime, sotto forma simbolica, la legge di variazione del carico y nella stessa sezione.

Per una sezione qualunque, distante x dall'imbocco, applicheremo invece le (9) e (10), che nel caso presente diventano:

$$y_x = \frac{a}{g} \frac{\operatorname{senh}\frac{H - x}{a}\Delta}{\cosh\frac{H}{a}\Delta} (v_0 - V(t)), \quad (16)$$

$$v_x = v_0 - \frac{\cosh\frac{H - x}{a}\Delta}{\cosh\frac{H}{a}\Delta} (v_0 - V(t)), \quad (17)$$

mentre per la sezione d'imbocco risulta, dalle (13) e (14):

$$v_i = v_0 - \frac{1}{\cosh\frac{H}{a}\Delta} (v_0 - V(t)), \quad (18)$$

$$y_i = 0.$$

È molto semplice riportare le (15), (16), (17), (18) da forma simbolica a forma normale con uno dei diversi metodi caratteristici del calcolo simbolico.

Nel caso presente (e, come vedremo, ciò succede di norma anche nei casi più complessi) il mezzo più semplice è quello di sviluppare in serie le espressioni simboliche, sostituendo poi, a ciascun termine che compare nelle sommatorie, la corrispondente funzione algebrica [2].

Cominciando dalla sezione di sbocco, scriveremo la (15) sostituendo, alle funzioni iperboliche che vi compaiono, le corrispondenti funzioni esponenziali:

$$y_s = \frac{e^{2\frac{H}{a}\Delta} - 1}{e^{2\frac{H}{a}\Delta} + 1} \frac{a}{g} (v_0 - V(t)). \quad (19)$$

Poniamo ora $2H/a = \mu$ dove μ è la durata di fase per la colonna liquida, e dividiamo numeratore e denominatore della (19) per $e^{\mu\Delta}$:

$$y_s = \frac{a}{g} \left(\frac{1}{1 + e^{-\mu\Delta}} - \frac{e^{-\mu\Delta}}{1 + e^{-\mu\Delta}} \right) (v_0 - V(t)), \quad (20)$$

la quale ci dice che, data la funzione $[v_0 - V(t)]$ che esprime la velocità perduta allo sbocco, il carico corrispondente si ottiene operando sulla funzione stessa con le due espressioni simboliche che figurano entro parentesi nel secondo membro della (20). Per precisarne il significato, basterà ricorrere a un semplice sviluppo in serie. Risulta:

$$\frac{a}{g} \frac{1}{1 + e^{-\mu\Delta}} (v_0 - V(t)) =$$

$$= \frac{a}{g} (1 - e^{-\mu\Delta} + e^{-2\mu\Delta} - e^{-3\mu\Delta} \ldots) (v_0 - V(t)), \quad (21)$$

per la quale si è ricondotti a definire il significato di un operatore della forma $e^{-h\Delta}$, applicato a una generica funzione del tempo. L'equivalente algebrico di un tale operatore si ottiene subito, quando la funzione è sviluppabile in serie di Taylor. È infatti, chiamata $f(t)$ una tale generica funzione:

$$e^{-h\Delta} f(t) = \left(1 - h\Delta + \frac{h^2 \Delta^2}{2!} - \frac{h^3 \Delta^3}{3!} \ldots \right) f(t),$$

da cui, ricordando che è:

$$\Delta \cdot f(t) = f'(t), \; \Delta^2 \cdot f(t) = f''(t) \ldots,$$

$$e^{-h\Delta} f(t) = f(t) - h f'(t) + \frac{h^2}{2!} f''(t) - \frac{h^3}{3!} f'''(t) \ldots = f(t - h).$$

Ne concludiamo che l'operatore $e^{-h\Delta}$, applicato a una funzione del tempo $f(t)$, non fa che ritardarla di una quantità h, spostare

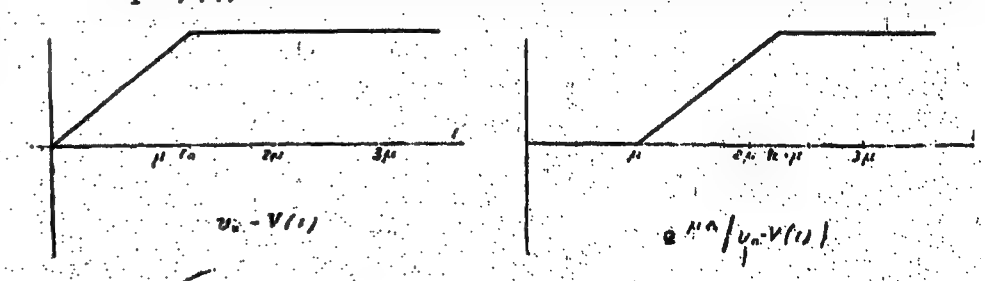


Fig. 1.

cioè verso le t positive, e di una quantità h, la stessa funzione $f(t)$, del resto completamente inalterata nella forma (vedi fi. 1) [3]. Ri-

[2] Vedi, al riguardo, un qualunque trattato di calcolo simbolico, p. es. il Carson: « Elektrische Ausgleichvorgänge und Operatorenrechnung » pagina 21 e seg.

Sulle condizioni di validità degli sviluppi in serie vedi anche Giorgi, memorie citate.

[3] Il Giorgi (memoria citata, 1905) ha dimostrato che la relazione vale anche indipendentemente da ogni ipotesi sull'analiticità della funzione cui l'operatore $e^{-h\Delta}$ è applicato.

sulta allora immediato il significato delle due espressioni simboliche che figurano nel secondo membro della (20); esse sono uguali e di segno opposto, e la seconda, in virtù del fattore $e^{-h\Delta}$, compare una durata di fase dopo la prima. Applicata a una funzione del tempo $v_0 - V(t)$, ciascuna di esse definisce un'altra funzione, la

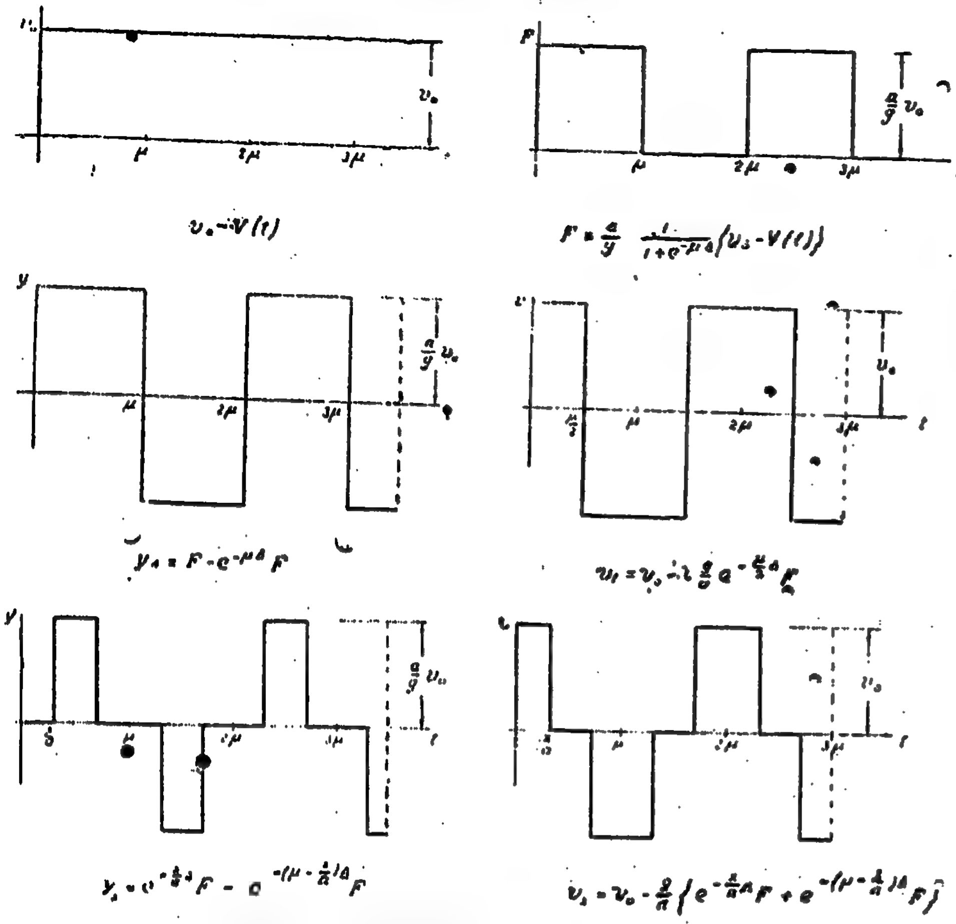


Fig. 2. — Le funzioni fondamentali nella teoria del colpo d'ariete, e la loro rappresentazione simbolica, nel caso di un chiusura istantanea ($V(t) = 0$ per ogni $t > 0$).

cui forma risulta dalla (21), e si ottiene dalla $a/g\,[v_0 - V(t)]$ alternativamente sottraendovi e sommandovi la funzione stessa, spostata però verso i tempi positivi di tanti intervalli ciascuno uguale a una durata di fase (vedi fig. 2).

Abbiamo così ritrovato le due ben note funzioni F e $f = -F$ della teoria classica del colpo d'ariete, definendone insieme la forma e le caratteristiche.

È perciò:

$$F = \frac{a}{g}\,\frac{1}{1 + e^{-\mu\Delta}}\,(v_0 - V(t))\,, \tag{22}$$

per cui la (20) diventa:

$$y_s = F - e^{-\mu\Delta}\,F\,.$$

Il risultato è importante, perchè ci permette di scrivere, pressochè a vista, le leggi che regolano il carico e la velocità in una sezione qualunque, sviluppando, in modo analogo, le espressioni (16) e (17).

Dividendo in esse numeratore e denominatore per $e^{\mu\Delta}$, e ricordando le (21) e (22) si ottiene facilmente:

$$y_x = e^{-\frac{x}{a}\Delta}\,F - e^{-(\mu - \frac{x}{a})\Delta}\,F\,, \tag{23}$$

$$v_x = v_0 - \frac{g}{a}\left(e^{-\frac{x}{a}\Delta}\,F + e^{-(\mu - \frac{x}{a})\Delta}\,F\right). \tag{24}$$

Compaiono anche qui due funzioni F e $-F$ identiche, nella forma, alle F e $-F$ considerate per la sezione di sbocco, soltanto diversamente spostate nel tempo. Precisamente, la F risulta ritardata di x/a secondi, e la $-F$, che ha un ritardo complessivo di $\frac{x}{a} + \frac{2(H - x)}{a} = \mu - \frac{x}{a}$ secondi, è invece anticipata della stessa quantità rispetto a quanto succedeva per la sezione di sbocco. Il raggruppamento dei termini nei relativi sviluppi in serie porta senz'altro alle leggi seguite dal carico e dalla velocità in una sezione qualunque, e alle semplici costruzioni grafiche atte a rappresentarle.

Considerando da ultimo la sezione d'imbocco, in essa è y_i = costante, e la velocità v_i data dalla (18), che vale, con le solite riduzioni:

$$v_i = v_0 - 2\,e^{-\frac{\mu}{2}\Delta}\,\frac{1}{1 + e^{-\mu\Delta}}\,(v_0 - V(t)) = v_0 - 2\,\frac{g}{a}\,e^{-\frac{\mu}{2}\Delta}\cdot F\,,$$

ove compare ancora la funzione F, ritardata di mezza durata di fase.

4. — Possiamo ora esaminare casi di complessità notevolmente maggiore, i quali sono trattati partendo dalle stesse formule risolutive generali, e con gli stessi procedimenti di calcolo.

Consideriamo, ad esempio, il caso in cui, subito a monte dell'organo otturatore, esista un pozzo piezometrico, nel quale sia contenuta, a regime, una certa colonna liquida di altezza H. Il problema è stato trattato già dagli autori Calame e Gaden e, successivamente, in una recente memoria dell'Allievi [4], limitatamente però alla prima durata di fase della condotta, o, ciò che fa lo stesso, per una condotta infinitamente lunga. Supporremo qui la condotta di lunghezza finita l e in comunicazione, all'estremo a monte, con un serbatoio di sezione grandissima.

Ammettiamo che anche per il pozzo piezometrico, il quale, di norma, ha una sezione non molto piccola rispetto alla lunghezza, e inoltre si trova sottoposto a condizioni di vincolo particolari, sia lecito e possibile definire, analogamente alla condotta, una velocità di propagazione a_p.

Siano allora:

ω_c = sezione della condotta,
ω_p = sezione del pozzo,
a_c = velocità di propagazione nella condotta,
a_p = » » » nel pozzo,
v_c = velocità in un istante generico dell'acqua nella condotta, in corrispondenza della sezione di raccordo condotta-pozzo,
v_p = l'analoga velocità nel pozzo,
y_s = il carico in un istante generico, sempre nella sezione di raccordo pozzo-condotta.

Stabiliamo inoltre di misurare le y come eccesso di carico rispetto a quello che si ha a regime. Nel caso presente risulterebbe, a stretto rigore, l'altezza d'acqua H variabile col tempo, ma la variazione ne è talmente lenta in confronto alle vibrazioni di carattere elastico, che nei primi periodi, che sono quelli che interessano, sarà così poco avvertita da poter considerare l'altezza d'acqua nel pozzo come costante, e invariabile il carico alla sua estremità a contatto con l'atmosfera. Così pure potremo trascurare, nelle brusche variazioni di sezione, le altezze generatrici delle velocità rispetto alle onde di perturbazione.

Ciò definito, l'impostazione del problema è anche in questo caso immediata; essendo infatti la condotta mantenuta nella sua estremità a monte sotto un carico costante, risulta subito $Z_i = \infty$. Per quel che riguarda Z_s, basta notare che è, per la continuità nella sezione di raccordo:

$$\omega_c\,v_c = \omega_c\,V(t) + \omega_p\,v_p\,; \tag{25}$$

ma noi conosciamo, per quel che riguarda il pozzo, il legame simbolico che lega carico e velocità alla sua base, trattandosi di una colonna liquida di altezza costante H, mantenuta all'estremo a pressione costante; per la sezione di base varrà quindi la (15) che fu trovata nella trattazione del colpo d'ariete semplice, con la sola differenza che la velocità di regime è qui nulla, e la y va espressa in funzione della velocità acquistata, che è precisamente v_p.

Potremo quindi scrivere:

$$v_p = \frac{g}{a_p}\,\text{cotangh}\,\frac{H}{a_p}\,\Delta\cdot y_s\,; \tag{26}$$

eliminando ora la v_p dalle (25) e (26) risulta:

$$v_c = V(t) + \frac{\omega_p}{\omega_c}\,\frac{g}{a_p}\,\text{cotangh}\,\frac{H}{a_p}\,\Delta\cdot y_s\,,$$

che confrontata con la (8) ci dà:

$$Z_s = \frac{\omega_p}{\omega_c}\,\frac{g}{a_p}\,\text{cotangh}\,\frac{H}{a_p}\,\Delta\,;$$

per la (12) è allora, con facili riduzioni:

---

(4) CALAME e GADEN. — Théorie des chambres d'equilibre. - Losanna 1925.

ALLIEVI. — Il colpo d'ariete e la regolazione delle turbine. « L'Elettrotecnica », febbraio 1932.

$$y_s = \frac{a_c}{g} \frac{\operatorname{tangh} \frac{l}{a_c} \Delta \cdot \operatorname{tangh} \frac{H}{a_p} \Delta}{\frac{\omega_p a_c}{\omega_c a_p} \operatorname{tangh} \frac{l}{a_c} \Delta + \operatorname{tangh} \frac{H}{a_p} \Delta} (v_0 - V(t)) \,. \qquad (27)$$

Poniamo ora, per semplicità di notazioni,

$$\frac{\omega_p a_c}{\omega_c a_p} = \beta \,,$$

$\frac{H}{a_p} = \frac{\mu'}{2}$ cioè μ' durata di fase per il pozzo,

$\frac{l a_p}{a_c H} = n$, cioè $n \mu'$ durata di fase per la condotta.

Procedendo in modo identico a quanto si è già fatto al n. 3 nel caso del colpo d'ariete semplice, scriveremo la (27) sostituendo alle funzioni iperboliche le corrispondenti esponenziali:

$$y_s = \frac{a_c}{g} \frac{\frac{e^{\mu'\Delta} - 1}{e^{\mu'\Delta} + 1} \cdot \frac{e^{n\mu'\Delta} - 1}{e^{n\mu'\Delta} + 1}}{\frac{e^{\mu'\Delta} - 1}{e^{\mu'\Delta} + 1} + \beta \frac{e^{n\mu'\Delta} - 1}{e^{n\mu'\Delta} + 1}} (v_0 - V(t)) \,,$$

da cui, con passaggi elementari, e posto:

$$\beta = \frac{1 + \varphi}{1 - \varphi} \,, \quad \text{cioè} \quad \varphi = \frac{\beta - 1}{\beta + 1} \,, \quad \text{si ottiene}$$

$$y_s = \frac{1}{\beta + 1} \cdot \frac{a_c}{g} \frac{-(e^{-(n+1)\mu'\Delta} - e^{-n\mu'\Delta} - e^{-\mu'\Delta} + 1)}{e^{-(n+1)\mu'\Delta} + \varphi e^{-n\mu'\Delta} - \varphi e^{-\mu'\Delta} - 1} (v_0 - V(t)) \,. \quad (28)$$

Abbiamo così ottenuto l'espressione simbolica la quale, applicata alla funzione $v_0 - V(t)$, ci fornisce il corrispondente carico nella sezione di sbocco. La (28) si può ricondurre a forma algebrica, per mezzo del solito sviluppo in serie, sotto la sola condizione che n sia razionale, uguale cioè a p/q, con p e q interi. In questo caso essa diventa:

$$y_s = \frac{1}{\beta+1} \frac{a_c}{g} \frac{-(e^{-(p+q)\frac{1}{q}\mu'\Delta} - e^{-p\frac{1}{q}\mu'\Delta} - e^{-q\frac{1}{q}\mu'\Delta} + 1)}{e^{-(p+q)\frac{1}{q}\mu'\Delta} + \varphi e^{-p\frac{1}{q}\mu'\Delta} - \varphi e^{-q\frac{1}{q}\mu'\Delta} - 1} [v_0 - V(t)] \quad (28')$$

ed è una funzione razionale fratta del solo operatore $e^{-\frac{1}{q}\mu'\Delta}$, secondo le potenze del quale potrà essere sviluppata in serie.

Il mezzo più semplice è quello di ricorrere allo sviluppo di Mac Laurin, e per ottenere le derivate successive della y_s con calcoli più comodi, conviene porre per un momento $e^{-\frac{1}{q}\mu'\Delta} = x$, e scrivere la (28') nella forma:

$$y_s (x^{p+q} + \varphi x^p - \varphi x^q - 1) + \\ + \frac{a_c}{g} \frac{1}{\beta+1} (x^{p+q} - x^p - x^q + 1)(v_0 - V(t)) = 0 \,, \qquad (29)$$

ricavando, con le note regole di derivazione di un prodotto, le derivate successive di y_s calcolate nel punto $x = 0$. Essendo noto il significato dell'operatore $e^{-\frac{1}{q}\mu'\Delta}$ e delle sue potenze, i termini dello sviluppo ci rappresentano allora le onde di perturbazione le quali, nei successivi istanti distanziati di $1/q\, \mu'$ secondi, raggiungono la sezione di sbocco.

Quando n sia intero, le onde successive sono distanziate di una durata di fase μ', e le espressioni si semplificano.

La (29) infatti diventa:

$$y_s (x^{n+1} + \varphi x^n - \varphi x - 1) + \frac{a_c}{g} \frac{1}{\beta+1} (x^{n+1} - x^n - x + 1) \\ \left\{ v_0 - V(t) \right\} = 0$$

da cui subito, ponendo $x = 0$:

$$[y_s]_0 = \frac{a_c}{g} \frac{1}{\beta+1} \left\{ v_0 - V(t) \right\} ,$$

e quindi:

$$y_s (x^{n+1} + \varphi x^n - \varphi x - 1) + [y_s]_0 (x^{n+1} - x^n - x + 1) = 0. \quad (29')$$

Possiamo ora ricavare i valori delle derivate di y_s rapporto a x, calcolate nel punto $x = 0$. Per successive derivazioni della (29') ricaviamo le equazioni:

$$-\varphi [y_s]_0 - [D y_s]_0 - [y_s]_0 = 0$$
$$-2\varphi [D y_s]_0 - [D^2 y_s]_0 = 0$$
$$-3\varphi [D^2 y_s]_0 - [D^3 y_s]_0 = 0$$
$$\cdots\cdots\cdots$$
$$-i\varphi [D^{i-1} y_s]_0 - [D^i y_s]_0 = 0 \qquad i < n$$
$$\cdots\cdots\cdots$$
$$n!\,\varphi [y_s]_0 - n\varphi [D^{n-1} y_s]_0 - [D^n y_s]_0 - n!\,[y_s]_0 = 0$$
$$(n+1)!\,[y_s]_0 + (n+1)\,n!\,\varphi [D y_s]_0 - (n+1)\varphi [D^n y_s]_0 - [D^{n+1} y_s]_0 + \\ + (n+1)!\,[y_s]_0 = 0$$
$$(n+2)(n+1)!\,[D y_s]_0 + \binom{n+2}{2} \varphi [D^2 y_s]_0 - (n+2)\varphi [D^{n+1} y_s]_0 - \\ - [D^{n+2} y_s]_0 = 0$$
$$\binom{n+3}{2} (n+1)!\,[D^2 y_s]_0 + \binom{n+3}{3} n!\,\varphi [D^3 y_s]_0 - (n+3)\varphi [D^{n+2} y_s]_0 - \\ - [D^{n+3} y_s]_0 = 0$$
$$\cdots\cdots\cdots \qquad (29'')$$
$$\binom{r}{r-(n+1)} (n+1)!\,[D^{r-(n+1)} y_s]_0 + \binom{r}{r-n} n!\,\varphi [D^{r-n} y_s]_0 - \\ - r\varphi [D^{r-1} y_s]_0 - [D^r y_s]_0 = 0 \quad r > n$$
$$\cdots\cdots\cdots$$

le quali ci definiscono i valori delle derivate di y_s rapporto a x per $x = 0$, e quindi i termini successivi dello sviluppo in serie.

La (28) può, di conseguenza, essere posta nella forma:

$$y_s = \frac{1}{\beta+1} \frac{a_c}{g} (K_0 + K_1 e^{-\mu'\Delta} + K_2 e^{-2\mu'\Delta} \ldots) [v_0 - V(t)] = \\ = [y_s]_0 (K_0 + K_1 e^{-\mu'\Delta} + K e^{-2\mu'\Delta} \ldots) \,. \quad (30)$$

I valori dei coefficienti K, ovviamente definiti da:

$$K_r = \frac{1}{[y_s]_0} \left[\frac{D^r y_s}{r!} \right]_0$$

si ricavano facilmente dalle (29''), e valgono:

$$\begin{aligned} K_0 &= 1 \\ K_1 &= -(1 + \varphi) K_0 \qquad\qquad (30') \\ K_2 &= -\varphi K_1 \\ K_3 &= -\varphi K_2 \\ &\cdots\cdots \\ K_i &= -\varphi K_{i-1} \quad (i < n) \\ &\cdots\cdots \\ K_n &= -\varphi K_{n-1} - (1 - \varphi) K_0 \\ K_{n+1} &= +2 K_0 + K_1 - \varphi K_n \\ K_{n+2} &= +K_1 + \varphi K_2 - \varphi K_{n+1} \\ K_{n+3} &= +K_2 + \varphi K_3 - \varphi K_{n+2} \\ &\cdots\cdots \\ K_r &= +K_{r-(n+1)} + \varphi K_{r-n} - \varphi K_{r-1} \quad (r > n) \,, \end{aligned}$$

con la conoscenza dei quali il problema è completamente risolto; conosciuto infatti il significato dell'operatore $e^{-r\mu'\Delta}$ la (30) diventa, ovviamente:

$$\begin{aligned} &\text{per } t = 0 \quad Y_0 = y_0 + K_0 (v_0 - V_0) \\ &\text{per } t = \mu' \quad Y_1 = y_0 + K_0 (v_0 - V_1) + K_1 (v - V_0) \qquad (31) \\ &\text{per } t = 2\mu' \quad Y_2 = y_0 + K_0 (v_0 - V_2) + K_1 (v_0 - V_1) + K_2 (v_0 - V_0) \\ &\text{per } t = 3\mu' \quad Y_3 = y_0 + K_0 (v_0 - V_3) + K_1 (v_0 - V_2) + K_2 (v_0 - V_1) + \\ &\qquad + K_3 (v_0 - V_0) \\ &\cdots\cdots\cdots \\ &\text{per } t = r\mu' \quad Y_r = y_0 + K_0 (v_0 - V_r) + K_1 (v_0 - V_{r-1}) + \\ &\qquad + K_2 (v_0 - V_{r-2}) \ldots \\ &\qquad + K_s (v_0 - V_{s-1}) \ldots + K_r (v_0 - V_0) \,. \end{aligned}$$

Fermandoci un momento a esaminare i vari coefficienti definiti dalla (30'), è facile riconoscere che, fino all'istante $(n - 1)\mu'$, cioè fino a quando non sopraggiungono le onde riflesse dal ser-

batoio a monte, essi hanno i valori già ritrovati dal Calame e Gaden nel testo citato. Per una chiusura istantanea, quando cioè si ponga, nelle (31) $V_0 = V_1 = V_2 \ldots = o$, risulta che il carico in un istante r^{mo} qualunque, è definito dalla:

$$Y_r = \frac{a_0}{g} \frac{1}{\beta = 1} (1 - 1 - \varphi + \varphi + \varphi^2 - \varphi^2 \ldots\ldots) v_0 =$$

$$= (-1)^r \frac{a_0}{g} \frac{l}{\beta + 1} \varphi^r v_0. \qquad (32)$$

Qualunque sia il valore di β (escluso naturalmente $\beta \,\hat{=}\, o$), il sovraccarico tende a un valore nullo, raggiunto attraverso tanti salti bruschi distanziati di una durata di fase, e le cui ampiezze diminuiscono secondo una progressione geometrica di ragione $-\varphi$. Si tratta perciò di un andamento oscillatorio smorzato, o asintotico, secondo che è φ positivo o negativo, cioè β maggiore o minore di uno. Qui interessa notare che dobbiamo ottenere lo stesso andamento impostando senz'altro il problema per una condotta infinitamente lunga.

In questo caso, basterà porre, nella (27) $\operatorname{tang} h \frac{1}{a_0} \Delta = 1$, ottenendo subito:

$$y_s = \frac{a}{g} \frac{\operatorname{tangh} \frac{H}{a_0} \Delta}{\beta + \operatorname{tangh} \frac{H}{a_0} \Delta} (v_0 - V(t)),$$

da cui con semplici riduzioni, passando, al solito, dalle funzioni iperboliche alle esponenziali:

$$y_s = \frac{1}{\beta + 1} \frac{a_0}{g} \frac{1 - e^{-\mu' \Delta}}{1 + \varphi e^{-\mu' \Delta}} (v_0 - V(t)), \qquad (33)$$

che è la forma che prende la (28) quando vi si ponga $n = \infty$.

Se ora confrontiamo la (33) con la (20), valida nel caso del normale colpo d'ariete, vediamo subito che, a parte il fattore $1/\beta + 1$, figurano ancora due funzioni eguali e di segno opposto, e sfasate l'una rispetto all'altra di una durata di fase μ'; esse differiscono dalla F soltanto per la presenza di un fattore φ, sempre inferiore all'unità, al quale è dovuto lo smorzamento delle onde successive. Col solito sviluppo in serie è infatti:

$$F_\varphi = \frac{a_0}{g} \frac{1}{1 + \varphi e^{-\mu' \Delta}} (v_0 - V(t)) =$$

$$= \frac{a_0}{g} (1 - \varphi e^{-\mu' \Delta} + \varphi^2 e^{-2\mu' \Delta} - \varphi^3 e^{-3\mu' \Delta} \ldots) (v_0 - V(t)) \qquad (34)$$

per cui la (33) diventa:

$$y_s = \frac{1}{\beta + 1} (F_\varphi - e^{-\mu' \Delta} F_\varphi),$$

che evidentemente ci riconduce alla (32).

La (34) ci definisce una nuova funzione F_φ che, similmente alla F, compare come fondamentale ogni qualvolta intervengono a una

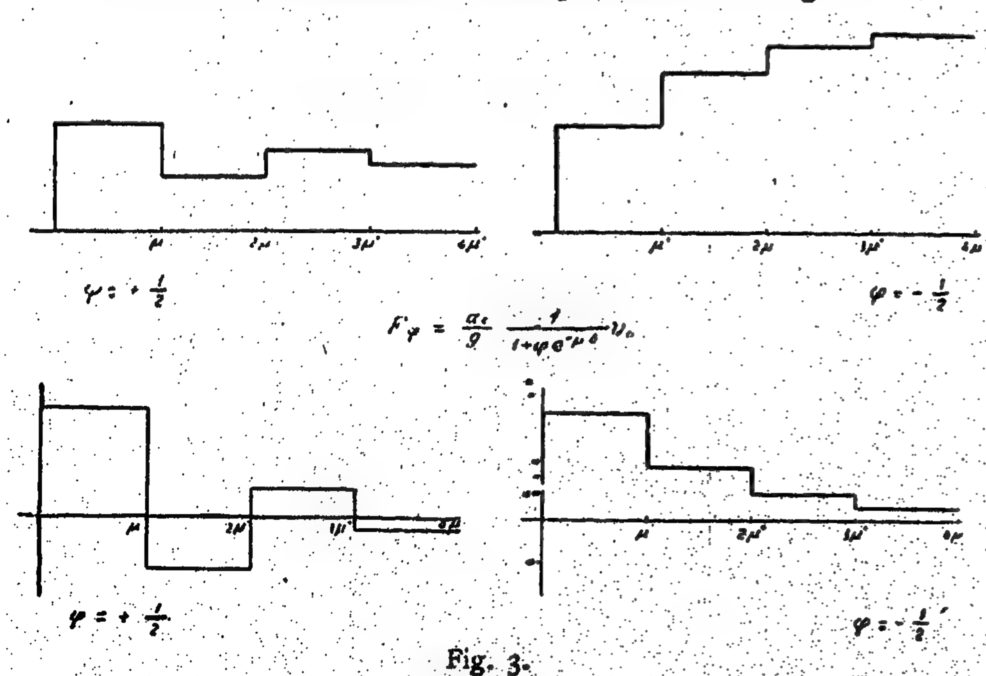


Fig. 3.

delle estremità della colonna liquida delle riflessioni incomplete, positive o negative, definite appunto dal fattore φ. (Vedi fig. 3, dove, per chiarezza, si è supposta una chiusura istantanea).

Per quanto non sia qui possibile approfondire l'indagine risulta però che, attraverso i passaggi analitici, il fatto fisico permane sempre in chiara evidenza, e possono in tal modo essere esaminati anche nei casi più complessi tanto il carattere delle diverse onde di perturbazione, quanto il modo con cui, caso per caso, esse si sovrappongono e interferiscono.

5. — Trattiamo ora un caso più interessante, in quanto s'incontra frequentemente nella pratica: consideriamo cioè globalmente il sistema galleria in pressione — pozzo piezometrico — condotta forzata, quale normalmente s'incontra negli impianti idroelettrici.

Abbiansi uno o più condotte forzate cui compete la velocità di propagazione a_c, di sezione complessiva ω_c e lunghezza l in comunicazione a monte con un pozzo piezometrico di sezione ω_p, velocità di propagazione a_p, e in cui, a regime, esiste un'altezza d'acqua H: nello stesso pozzo sboccherà la galleria in pressione di sezione ω_g lunghezza L e velocità di propagazione a_g.

Sia v_0 la velocità di regime nella condotta in pressione, e sia ancora $V(t)$ la legge secondo cui, a partire dall'istante $t = o$, si fa diminuire, all'estremità a valle della condotta stessa, la velocità, fino ad annullarla.

Prescinderemo anche qui, per le ragioni già esposte, dalla sopraelevazione del pelo libero nel pozzo, e dalle differenze di quota piezometrica dovute alle brusche variazioni di sezione.

Così impostato il problema, ricorreremo ancora alle (12) e (14) determinando, in base alle nostre condizioni d'estremità, le due funzioni Z_i e Z_s. È intanto, per l'assenza di un qualunque intermediario fra condotta e organo di chiusura, $Z_s = o$. Per quanto riguarda la sezione d'imbocco della condotta, cioè la sezione di raccordo condotta-pozzo-galleria, dovremo trovare una relazione fra velocità e carico che rappresenti le condizioni cui è sottoposta. Per essa, potremo subito scrivere l'equazione di continuità:

$$\omega_c v_c = \omega_g v_g - \omega_p v_p,$$

avendo assunto come direzione positiva della velocità nel pozzo quella dalla base verso la sommità.

Per il carico y_i, trascurando, secondo quanto si è sopra notato, le differenze di carico dovute alle velocità perdute o acquistate nei cambiamenti di sezione, esso sarà lo stesso per tutte e tre le sezioni, nel punto ad esse comune.

Nella galleria la velocità di regime è $\omega_c/\omega_g v_0$, e il legame fra velocità perduta e carico è quello che compete a una colonna liquida di lunghezza L mantenuta nella sua estremità a monte sotto un livello costante. Ricordando infatti la (15), sarà:

$$v_g = \frac{\omega_c}{\omega_g} v_0 - \frac{g}{a_g} \operatorname{cotangh} \frac{H}{a_g} \Delta \cdot y_i,$$

e, analogamente, per il pozzo piezometrico, in cui la velocità di regime è nulla, e la velocità acquistata ha lo stesso segno di y_i:

$$v_p = \frac{g}{a_p} \operatorname{cotangh} \frac{H}{a_p} \Delta \cdot y_i.$$

Disponiamo quindi di tre equazioni, quante ce ne occorrono per eliminare v_g e v_p. Risulta:

$$v_c = v_0 - \left(\frac{\omega_g}{\omega_c} \frac{g}{a_g} \operatorname{cotangh} \frac{L}{a_g} \Delta + \frac{\omega_p}{\omega_c} \frac{g}{a_p} \operatorname{cotangh} \frac{H}{a_p} \Delta \right) \cdot y_i,$$

che confrontata con la (7) ci dice subito che è:

$$Z_i = \frac{\omega_g}{\omega_c} \frac{g}{a_g} \operatorname{cotangh} \frac{L}{a_g} \Delta + \frac{\omega_p}{\omega_c} \frac{g}{a_p} \operatorname{cotangh} \frac{H}{a_p} \Delta, \qquad (35)$$

la quale, sostituita nelle (10), (12), e (14) ci dà subito le formule simboliche risolutive. Quando si possa prescindere dalle onde riflesse dal serbatoio a monte della galleria (il che, come dimostrerò in un'altra memoria, costituisce in pratica condizione di approssimazione del tutto accettabile), è:

$\operatorname{cotangh} \frac{L}{a_g} \Delta = 1$, e la (35) diventa:

$$Z_i = \frac{\omega_g}{\omega_c} \frac{g}{a_g} + \frac{\omega_p}{\omega_c} \frac{g}{a_p} \operatorname{cotangh} \frac{H}{a_p} \Delta. \qquad (36)$$

Sostituendo questo valore nelle (12) e (14), si ottiene:

Sezione di sbocco ($x = 0$):

$$y_s = \frac{a_c}{g} \frac{\operatorname{cotangh} \frac{l}{a_c}\Delta + \frac{\omega_g}{\omega_c}\frac{a_c}{a_g} + \frac{\omega_p}{\omega_g}\frac{a_c}{a_p} \operatorname{cotangh}\frac{H}{a_p}\Delta}{1 + \frac{\omega_g}{\omega_c}\frac{a_c}{a_g}\operatorname{cotangh}\frac{l}{a_c}\Delta + \frac{\omega_p}{\omega_c}\frac{a_c}{a_p}\operatorname{cotangh}\frac{l}{a_c}\Delta \cdot \operatorname{cotangh}\frac{H}{a_p}\Delta}(v_0 - V(t)), \quad (37)$$

Sezione d'imbocco ($x = 1$):

$$y_i = \frac{\left[\frac{a_c}{g}\right] \left[\left((v_0 - V(t)),\right)\right]}{\operatorname{senh}\frac{l}{a_c}\Delta + \left(\frac{\omega_g}{\omega_c}\frac{a_c}{a_g} + \frac{\omega_p}{\omega_c}\frac{a_c}{a_p}\operatorname{cotangh}\frac{H}{a_p}\Delta\right)\cosh\frac{l}{a_c}\Delta} \quad (38)$$

mentre la (10) ci dà il valore del carico in una sezione qualunque.

Limitandoci a considerare le due sezioni che più interessano, cioè quelle di sbocco e d'imbocco, dobbiamo sviluppare in serie le (37) e (38), con procedimento analogo al caso precedente.

Posto, per semplicità di notazione,

$$\frac{\omega_g}{\omega_c}\frac{a_c}{a_g} = \alpha,$$

$$\frac{\omega_p}{\omega_c}\frac{a_c}{a_p} = \beta,$$

$$\mu = \frac{2l}{a_c} = \text{durata di fase della condotta forzata,}$$

$$\mu' = \frac{2H}{a_p} = \text{durata di fase del pozzo piezometrico,}$$

$$n = \frac{\mu}{\mu'} = \frac{l}{H}\frac{a_p}{a_c} = \text{rapporto fra le dette durate di fase,}$$

possiamo esprimere le (34) e (34) nella forma:

$$y_s = \frac{a_c}{g}\frac{\frac{e^{n\mu'\Delta}+1}{e^{n\mu'\Delta}-1} + \alpha + \beta\frac{e^{\mu'\Delta}+1}{e^{\mu'\Delta}-1}}{1 + \alpha\frac{e^{n\mu'\Delta}+1}{e^{n\mu'\Delta}-1} + \beta\frac{e^{n\mu'\Delta}+1}{e^{n\mu'\Delta}-1}\cdot\frac{e^{\mu'\Delta}+1}{e^{\mu'\Delta}-1}}(v_0 - V(t)),$$

$$y_i = \frac{a_c}{g}\frac{1}{\frac{e^{\frac{n}{2}\mu'\Delta} - e^{-\frac{n}{2}\mu'\Delta}}{2} + \left(\alpha + \beta\frac{e^{\mu'\Delta}+1}{e^{\mu'\Delta}-1}\right)\frac{e^{\frac{n}{2}\mu'\Delta} + e^{-\frac{n}{2}\mu'\Delta}}{2}}(v_0 - V(t)).$$

Queste formule possono essere ancora ridotte, giungendo infine alle seguenti espressioni:

$$y_s = \frac{a_c}{g}\frac{(\beta+\alpha+1)e^{(n+1)\mu'\Delta} + (\beta-\alpha-1)e^{n\mu'\Delta} - (\beta+\alpha-1)e^{\mu'\Delta} - (\beta-\alpha+1)}{(\beta+\alpha+1)e^{(n+1)\mu'\Delta} + (\beta-\alpha-1)e^{n\mu'\Delta} + (\beta+\alpha-1)e^{\mu'\Delta} + (\beta-\alpha+1)}(v_0 - V(t))$$

$$y_i = 2\frac{a_c}{g}\frac{[e^{\mu'\Delta} - 1] \quad [(v_0 - V(t)).]}{(\beta+\alpha+1)e^{\left(\frac{n}{2}+1\right)\mu'\Delta} + (\beta-\alpha-1)e^{\frac{n}{2}\mu'\Delta} + (\beta+\alpha-1)e^{-\left(\frac{n}{2}-1\right)\mu'\Delta} + (\beta-\alpha+1)e^{-\frac{n}{2}\mu'\Delta}}$$

Poniamo ora, con notazioni simili al caso precedente:

$$\frac{\beta-\alpha-1}{\beta+\alpha+1} = \varphi, \qquad \frac{\beta+\alpha-1}{\beta+\alpha+1} = \psi, \qquad \frac{\beta-\alpha+1}{\beta+\alpha+1} = \chi,$$

e dividiamo numeratore e denominatore della prima equazione per $(\beta+\alpha+1)\, e^{(n+1)\mu'\Delta}$, della seconda per $(\beta+\alpha+1)\, e^{\left(\frac{n}{2}+1\right)\mu'\Delta}$.

Risulta subito:

$$y_s = \frac{a_c}{g}\frac{1 + \varphi e^{-\mu'\Delta} - \psi e^{-n\mu'\Delta} - \chi e^{-(n+1)\mu'\Delta}}{1 + \varphi e^{-\mu'\Delta} + \psi e^{-n\mu'\Delta} + \chi e^{-(n+1)\mu'\Delta}}(v_0 - V(t)), \quad (39)$$

$$y_i = \frac{2}{\beta+\alpha+1}\frac{a_c}{g}\frac{[1 - e^{-\mu'\Delta}] \quad e^{-\frac{n}{2}\mu'\Delta}}{1 + \varphi e^{-\mu'\Delta} + \psi e^{-n\mu'\Delta} + \chi e^{-(n+1)\mu'\Delta}}[(v_0 - V(t)).] \quad (40)$$

che si tratta di sviluppare in serie di Mac Laurin.

Notiamo intanto che, nella (40) figura il fattore $e^{-\frac{n}{2}\mu'\Delta}$, il quale può essere tolto semplicemente spostando per y_i l'origine dei tempi, e ponendola una mezza durata di fase μ più tardi.

Con questa convenzione, procederemo in modo perfettamente analogo al caso trattato precedentemente, ponendo le (39) e (40) nella forma:

$$y_s(\chi x^{n+1} + \psi x^n + \varphi x + 1) - \frac{a_c}{g}(-\chi x^{n+1} - \psi x^n + \varphi x + 1)\ (v_0 - V(t)) = 0$$

$$y_i(\chi x^{n+1} + \psi x^n + \varphi x + 1) + \frac{2}{\beta+\alpha+1}\frac{a_c}{g}(x-1)\ (v_0 - V(t)) = 0$$

con $x = e^{-\mu'\Delta}$, e ricaveremo le equazioni determinatrici dei successivi termini dei due sviluppi in serie.

Risulta:

$$[y_s]_0 = \frac{a_c}{g}\{v_0 - V(t)\}$$

$$[D y_s]_0 = 0$$

. . . .

$$[D^i y_s]_0 = 0 \qquad i < n$$

. . . .

$$n!\,\psi[y_s]_0 + [D^n y_s]_0 + n!\,\psi[y_s]_0 = 0$$

$$(n+1)!\,\chi[y_s]_0 + (n+1)\varphi[D^n y_s]_0 + [D^{(n+1)} y_s]_0 + (n+1)!\,\chi[y_s]_0 = 0$$

$$(n+2)\varphi[D^{n+1} y_s]_0 + [D^{n+2} y_s]_0 = 0$$

$$(n+3)\varphi[D^{n+2} y_s]_0 + [D^{n+3} y_s]_0 = 0$$

. . . .

$$(n+i)\varphi[D^{n+(i-1)} y_s]_0 + [D^{n+1} y_s]_0 = 0 \qquad i < n$$

. . . .

$$\binom{2n}{n} n!\,\psi[D^n y_s]_0 + 2n\,\varphi[D^{2n-1} y_s]_0 + [D^{2n} y_s]_0 = 0$$

$$\binom{2n+1}{n}(n+1)!\,\chi[D^n y_s]_0 + \binom{2n+1}{n+1} n!\,\psi[D^{n+1} y_s]_0 + (2n+1)\varphi[D^{2n} y_s]_0 + [D^{n+1} y_s]_0 = 0$$

. . . .

$$\binom{r}{r-(n+1)}(n+1)!\,\chi[D^{(r-(n+1))} y_s]_0 + \binom{r}{r-n} n!\,\psi[D^{(r-n)} y_s]_0 + r\varphi[D^{(r-1)} y_s]_0 + [D^r y_s]_0 = 0 \qquad r > 2n$$

. . . .

e analogamente per y_i,

$$[y_i]_0 = \frac{2}{\beta+\alpha+1}\frac{a_c}{g}(v_0 - V(t))$$

$$\varphi[y_i]_0 + [D y_i]_0 + [y_i]_0 = 0$$

$$2\varphi[D y_i]_0 + [D^2 y_i]_0 = 0$$

. . . .

$$i\varphi[D^{i-1} y_i]_0 + [D^i y_i]_0 = 0 \qquad i < n$$

. . . .

$$n!\,\psi[y_i]_0 + n\varphi[D^{n-1} y_i]_0 + [D^n y_i]_0 = 0$$

$$(n+1)!\,\chi[y_i]_0 + (n+1)\,n!\,\psi[D y_i]_0 + (n+1)\varphi[D^n y_i]_0 + [D^n y_i]_0 = 0$$

. . . .

$$\binom{r}{r-(n+1)}(n+1)!\,\chi[D^{r-(n+1)} y_i]_0 + \binom{r}{r-n} n!\,\psi[D^{(r-n)} y_i]_0 + r\varphi[D^{r-1} y_i]_0 + [D^r y_i]_0 = 0 \qquad r > n$$

. . . .

Da cui si giunge, col solito procedimento, al risultato definitivo:

Carico allo sbocco:

$$y_s = \frac{a_c}{g}\left(K_0 + K_1 e^{-\mu'\Delta} + K_2 e^{-2\mu'\Delta} + K_3 e^{-3\mu'\Delta} + + K_4 e^{-4\mu'\Delta} \dots \right)(v_0 - V(t)) \quad (41)$$

dove i singoli coefficienti sono dati dalla seguente serie di valori:

$$\begin{aligned}
K_0 &= 1 \\
K_1 &= 0 \\
K_2 &= 0 \\
&\dots\dots\dots \\
K_i &= 0 \qquad (i < n) \\
&\dots\dots\dots \\
K_n &= -2\psi K_0 \\
K_{n+1} &= -(2\chi K_0 + \varphi K_n) \\
K_{n+2} &= -\varphi K_{n+1} \\
K_{n+3} &= -\varphi K_{n+2} \\
&\dots\dots\dots \\
K_{n+i} &= -\varphi K_{n+i-1} \qquad (i < n) \qquad (42) \\
&\dots\dots\dots \\
K_{2n-1} &= -\varphi K_{2n-2} \\
K_{2n} &= -(\psi K_n + \varphi K_{2n-1}) \\
K_{2n+1} &= -(\chi K_n + \psi K_{n+1} + \varphi K_{2n}) \\
K_{2n+2} &= -(\chi K_{n+1} + K \psi_{n+2} + \varphi K_{2n+1}) \\
&\dots\dots\dots \\
K_r &= -(\chi K_{r-(n+1)} + \psi K_{r-n} + \varphi K_{r-1}) \qquad (r > 2n)
\end{aligned}$$

Carico all'imbocco:

$$y_i = \frac{2}{\beta + \alpha + 1} \frac{a_c}{g} e^{-\frac{n}{2}\mu'\Delta} (K'_0 + K'_1 e^{-\mu'\Delta} + K'_2 e^{-2\mu'\Delta} \dots)(v_0 - V(t)) \quad (43)$$

dove i coefficienti hanno i seguenti valori:

$$\begin{aligned}
K'_0 &= 1 \\
K'_1 &= -(1 + \varphi) K'_0 \\
K'_2 &= -\varphi K'_1 \\
K'_3 &= -\varphi K'_2 \qquad (44) \\
&\dots\dots\dots \\
K'_i &= -\varphi K'_{i-1} \qquad (i < n) \\
&\dots\dots\dots \\
K'_n &= -(\psi K'_0 + \varphi K'_{n-1}) \\
K'_{n+1} &= -(\chi K'_0 + \psi K'_1 + \varphi K'_n) \\
&\dots\dots\dots \\
K'_r &= -(\chi K'_{r-(n+1)} + \psi K'_{r-n} + \varphi K'_{r-1}) \qquad (r > n) \\
&\dots\dots\dots
\end{aligned}$$

Il problema è anche qui completamente risolto: le (41) e (42) ci offrono la possibilità di calcolare l'andamento del carico allo sbocco per una qualunque legge di chiusura, e di confrontarlo con quello ottenuto coi metodi normali, in cui si ammettono le perturbazioni integralmente riflesse dalla base del pozzo: le (43) e (44) invece ci consentono di conoscere il carico che, oltrepassato il pozzo piezometrico, si propaga nella galleria in pressione.

Non è qui possibile, per mancanza di spazio, esporre alcune semplici osservazioni critiche sul calcolo simbolico in genere, e sui metodi qui sviluppati in particolare, le quali rendono conto di alcune apparenti anomalie, e che conviene mettere in evidenza per evitare errori di impostazione e di interpretazione.

Per quanto alcune di tali osservazioni trovino già posto nei numerosi trattati sull'argomento ,e comunque gli errori siano facilmente evitabili, mi riservo tuttavia di tornare sull'argomento, come pure in altra prossima memoria saranno discussi e applicati alle manovre di chiusura, quali si verificano in pratica, i risultati ora ottenuti.

R. Istituto Superiore di Ingegneria - Bologna.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulla variabilità dell' "aderenza".

Riceviamo:

Soltanto oggi mi viene sott'occhio per cortese comunicazione dello stesso autore, l'articolo del Prof. Ing. Riccardo Vallauri, comparso, col titolo « Di alcuni aspetti del fenomeno dell'aderenza nel problema della trazione », *nel fascicolo* 15 *aprile u. s. Poichè la questione di cui trattasi è di quelle che non hanno carattere di attualità, non sembri strano che, anche con tanto ritardo, io mi decida a chiedere la parola per fatto personale.*

Nella nota (2) *al suo articolo il Vallauri dice testualmente: « Si « deve rilevare come anche nelle opere e nei trattati riguardanti la « trazione e nei manuali di tecnica applicata, il capitolo dell'aderenza « si trovi, di regola, elaborato con relativa superficialità. In un re« cente e molto autorevole trattato si legge, fra l'altro, che l'aderenza « è indipendente dalla velocità del veicolo, ciò che è sostanzialmente « inesatto ».*

Suppongo che il Vallauri si riferisca al mio « Trattato moderno di materiale ed esercizio delle ferrovie », nel quale è detto appunto che il « coefficiente di aderenza » è indipendente dalla velocità del veicolo, ciò dopo un ragionamento nel quale si è dimostrato che il fenomeno dell'aderenza può considerarsi come conseguente da un attrito « a velocità nulla ». Non essendovi velocità relativa fra le due superfici a contatto fra le quali si sviluppa l'aderenza è evidente che questa non può variare con una quantità che non prende parte al fenomeno.

È stata cosa sempre assai difficile staccare l'idea dell'aderenza da quella del vero e proprio attrito, col quale ha in comune le cause. L'attrito, non l'aderenza, è variabile con la velocità e a pag. 177 *del volume I seconda edizione del mio trattato io riporto la fig.* 63 *che riassume il risultato di esperienze fatte fino dal* 1889 *in Germania sull'attrito fra ceppi di freni e ruote. Ma, ripeto, se all'aderenza si dà il giusto significato di reazione allo sforzo motore applicato alla periferia della ruota, non è sostenibile in via logica che in un fenomeno nel quale non vi è moto (azione e reazione sulla rotaia si elidono e impediscono, se la reazione è sufficiente, alla ruota di strisciare) vi possa essere una relazione di variazione con la velocità. Questa variazione vi sarà solo allorchè vi è moto relativo fra superfici a contatto come avviene appunto nella frenatura con ceppi.*

Il Prof. Vallauri si augura che su questo argomento sieno fatte apposite esperienze. Mi associo al suo augurio, pur vedendo le grandi difficoltà di tali esperienze.

Ringraziando della pubblicazione mi confermo dev.mo

Milano, 31 dicembre 1934-XIII. Prof. Filippo Tajani.

* *

In risposta alla presente lettera il Prof. Vallauri ci comunica:

L'indirizzo della allusione bibliografica è quello supposto dal Prof. Tajani e ritengo fondato il mio modo di vedere. Che questo venga ora messo in particolare rilievo è utile, e non può che contribuire a fare meglio riflettere su l'argomento.

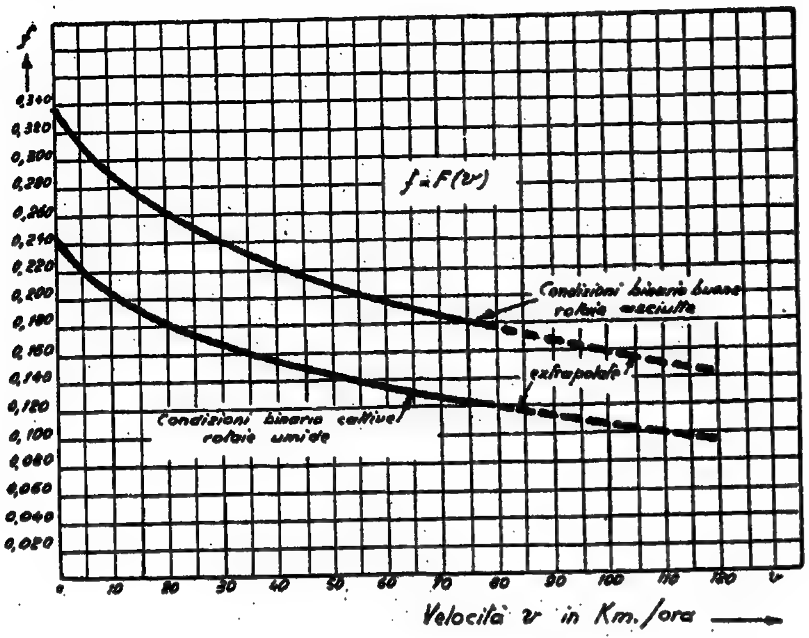
Sta di fatto che non soltanto l'attrito ma anche l'aderenza è variabile con la velocità. *Si deve anzi aggiungere che proprio su questa legge di variazione già esistono esperienze abbastanza accurate e numerose. Le ulteriori esperienze da me augurate — e sono lieto che al mio augurio si associ il Prof. Tajani — dovrebbero a parer mio, oltre e più che questa particolare dipendenza, indagare ed illustrare sopratutto le altre variabilità dell'aderenza, fin qui meno sistematicamente studiate e delle quali ho fatto cenno nella mia breve replica alle considerazioni dell'Ing. Bianchi (Vedi il fascicolo de « L'Elettrotecnica » del* 15 *luglio u. s.).*

Su la legge di dipendenza dell'aderenza dalla velocità, la letteratura tecnica presenta, come dicevo, elementi raccolti ed elaborati da diversi sperimentatori. Cito ad esempio la nota di A. E. Müller, Genf « Reibungsverhältnisse bei Gross-Elektrolokomotiven » (Elektrotechnische Zeitschrift 5 *gennaio* 1928, *pag.* 17). *Mi sembra opportuno riprodurre dal Müller due curve che egli ricava come rappresentative della funzione $f = F(v)$, in cui f è il coefficiente di aderenza, e v la velocità, espressa in chilometri-ora. Le due curve sono tracciate in base ad una serie di « punti » rilevati sperimentalmente e si riferiscono a locomotori elettrici del tipo a comando individuale degli assi motori (tipo al quale appartengono anche i moderni locomotori a c. c. delle nostre FF. SS.). Su le modalità delle misure, sul carattere approssimativo delle curve ecc. rinvio alla pubblicazione originale* (1). *Le curve stesse dimostrano che nei ri-*

(1) Lo studio del Müller, comparso con qualche modifica anche nel fascicolo di febbraio 1928 della Rivista « Zentralblatt für den Elektrischen Zugbetrieb », ha dato luogo ad una interessante discussione pubblicata nel fascicolo di giugno 1928 della stessa Rivista. Tale discussione, che non tocca sostanzialmente quanto sopra detto, dimostra tuttavia l'opportunità di ulteriori studi e termina con il preannuncio di quelle vaste e sistematiche esperienze progettate dalla « Reichsbahn-Gesellschaft » delle quali ho anch'io fatto cenno nella mia Nota e che furono poi rinviate a tempi migliori.

guardi di una variabilità di (f) in dipendenza della velocità del veicolo non può sussistere dubbio. In base ai dati del Müller il coefficiente di aderenza alla velocità di 80 km/ora assumerebbe un valore che è all'incirca la metà di quello corrispondente allo « spunto » ed alle infime velocità.

Il Prof. Tajani espone e ricorda ragionamenti che condurrebbero ad affermare l'aderenza indipendente dalla velocità. Ma egli è certo con me d'accordo che, di fronte ad un'esperienza diretta che denunci con sicurezza un fatto e ad un ragionamento che induca a negarlo, non possono sussistere dubbi su la preferenza da dare.



Un fatto sperimentalmente stabilito, costituisce se mai, per i nostri ragionamenti, un punto di partenza. Nel caso particolare, per entrare in tali ragionamenti ossia per ricercare una spiegazione teorica del fatto, il sottoscritto non possiede al momento dati sufficienti, oltre che nè la veste nè l'autorità. Ragionando tuttavia molto alla buona noi siamo condotti, mi pare, a rappresentarci il fenomeno dell'aderenza suscitata nel contatto tra due superficie come una specie di « incastro » o di « aggrappamento » delle piccole ineguaglianze o ruvidezze dell'una superficie nelle ineguaglianze o ruvidezze dell'altra. Ciò ben si accorda con la constatazione che quanto più ruvide o più ineguali sono le due superficie tanto più elevata è l'aderenza, mentre inversamente sembra verosimile che tra superficie a contatto perfettamente o idealmente liscie, l'aderenza debba scomparire. Ammessa per giusta una tale rappresentazione del fenomeno, non ripugna al ragionamento anzi appare plausibile che al crescere della velocità e delle vibrazioni l'effettuazione di tutti tali istantanei successivi « incastri » diventi sempre più imperfetta ed incompleta causando una crescente riduzione della risultante aderenza.

Concludendo mi sembra che anche le cortesi considerazioni del Prof. Tajani confermino la mia modesta opinione che questo capitolo dell'aderenza meriti, da parte degli studiosi e dei tecnici di trazione, un più vivo ed attento interessamento.

RICCARDO VALLAURI.

NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE

Movimento delle Società Elettriche

BILANCI E DIVIDENDI.

Soc. Elettrica Bresciana — Milano — Capitale L. 150.000.000.

Chiuse il bilancio con l'utile netto di L. 12.275.675 che permette il dividendo di L. 15 per azione da L. 200 mandando a riserva L. 117.123.

Soc. Elettrica Basso Milanese — Milano — Cap. L. 24.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 263.337 dopo aver mandato ad ammortamento L. 1.310.000.

Forze Elettriche Val Tanaro — Torino — Cap. L. 2.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 222.927 dopo aver mandato ad ammortamento L. 145.115.

Soc. Mediterranea di Elettricità — Roma — Cap. L. 48.000.000.

Chiude il bilancio col modesto utile di L. 45.753 che viene mandato a conto nuovo.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Fabbriche Elettrotecniche Riunite — Milano.

Si è deliberato di rendere il taglio delle azioni da L. 20 a L. 100 sicchè il capitale sociale è suddiviso in 24.000 azioni da L. 100.

Società Elettrica Val di Magra — La Spezia.

Delibera di aumentare il capitale da L. 100.000 a L. 200.000 mediante ammissione di azioni da L. 1000 ciascuna.

Società An. Elettro Lux — Milano.

Riduce il capitale da L. 2.000.000 a L. 322.000 svalutando le azioni da L. 1000 a L. 160 e reintegra il capitale a L. 900.000 versando per ogni azione L. 289.

San Marco Elettrometallurgica Veneta — Venezia.

Riduce il capitale da L. 30.000.000 a L. 18.000.000 riducendo il valore delle azioni da L. 1000 a L. 600 e reintegra il capitale a L. 21.000.000 emettendo 5000 azioni da L. 600.

COSTITUZIONE E SCIOGLIMENTO DI SOCIETÀ.

Soc. An. Elettromeccanica — Trieste.

Si è costituita detta Società An. col capitale di L. 10.000 in azioni da L. 100 ciascuna.

Soc. An. Officine Elettromeccaniche Novati — Milano.

Si è costituita questa Società An. col capitale di L. 120.000 in azioni da L. 1000 ciascuna.

Società Italiana per le Filovie Elettriche — Milano.

Si è costituita detta Società An. col capitale di L. 10.000 in azioni da L. 100.

Società An. « Neon Elio » — Milano.

Si è costituita detta Società An. col capitale di L. 9000 in azioni da L. 100.

* *

Rassegna economica del mese di gennaio.

Il plebiscito della Sarre ha avuto esito decisamente favorevole alla Germania a questo risultato è stato nel complesso salutato con soddisfazione generale in Europa. Solo così infatti era possibile eliminare definitivamente dalla carta d'Europa uno dei focolari più pericolosi di inquietudine e di allarme. Il plebiscito svoltosi in condizioni assolutamente normali ha fatto ragione anche delle pretese minoranze autonomiste delle quali si era molto parlato prima della votazione e che si sono poi ridotte ad uno sparuto manipolo veramente trascurabile. È stata così eliminata anche l'ipotesi che già era stata avanzata, di un eventuale frazionamento del territorio contestato.

Un altissimo contributo alla auspicata pacificazione generale sul vecchio continente è stato portato, come è noto, dagli accordi italo-francesi di Roma.

Logico sviluppo di tali accordi sono state le attive cosultazioni svoltesi a Londra fra quel Ministro degli Esteri e il nostro ambasciatore Grandi specialmente in occasione del viaggio a Londra del Ministro francese Flandin. Ai lunghi colloqui di Londra viene data dalla stampa politica internazionale una grande importanza.

I colloqui hanno portato ad una serie di intese che sono state riassunte in un comunicato ufficiale. In esso viene anzitutto preso atto con compiacimento del compito svolto dalla Società delle Nazioni in relazione ai problemi internazionali relativi alla Saar e se ne trae occasione per auspicare che l'atmosfera politica generale continui in questo favorevole orientamento.

Ma assai più importante è la parte riguardante gli accordi di Roma a proposito dei quali il governo inglese usa espressioni di aperto e vivissimo compiacimento, che hanno un loro preciso significato in un documento ufficiale, e in particolare dichiara che si considera fra le Potenze che, a termini degli accordi stessi, si consulteranno qualora siano minacciate la indipendenza e l'integrità dell'Austria. L'importanza di tale dichiarazione nei riguardi della pacificazione dell'Europa centrale non ha bisogno di essere rilevata.

Meno esplicita è la parte riguardante la questione degli armamenti in cui ci si limita ad esprimere alcuni voti circa la collaborazione colla Germania e il suo ritorno in seno alla Società delle Nazioni.

Un interesse notevole ha suscitato la proposta di una convenzione aerea per l'Europa occidentale, la quale consisterebbe in un impegno delle Potenze firmatarie di dare immediatamente l'assistenza delle proprie forze aeree a quella di esse che, per colpa di una delle parti contraenti, si trovasse esposta ad una aggressione non provocata per le vie dell'aria. A tale convenzione sarebbero chiamate a partecipare l'Italia, la Germania e il Belgio oltre la Francia e l'Inghilterra. La proposta, ancora oggetto di attento esame e di discussione, sembra però raccolga il favore dei Paesi interessati.

Come abbiamo detto, alle conversazioni franco-inglesi ha sempre attivamente partecipato il nostro ambasciatore cosicchè l'Italia è stata sempre tenuta al corrente di esse.

Naturalmente gli accordi londinesi hanno suscitato un grande interesse in Germania dove tuttavia si mantiene ancora, ufficialmente, un grande riserbo. Sembra che il Governo tedesco voglia insistere sulla questione della parità degli armamenti sia terrestri che aerei, ma tuttavia le condizioni che esso porrà per accedere agli accordi saranno abbastanza concilianti. È chiaro che la Germania, pur non volendo rinunciare alle sue richieste fondamentali, ha tutto l'interesse a uscire dall'isolamento morale e materiale nel quale si trova. Si parla anche di un probabile viaggio di Göring a Londra.

Un altro indice della tendenza della Germania verso tendenze più conciliative è l'atteggiamento assunto nei riguardi di quella parte dei patti romani che riguardano il mantenimento della pace nell'Europa danubiana e la garanzia dell'integrità dell'Austria. In una nota ufficiale presentata a Roma e a Parigi la Germania si dichiara infatti favorevole ai patti consultivi e non aliena dall'accedere alla nota Convenzione proposta; avanza tuttavia una serie di richieste e di dubbi che fanno intravedere la necessità di trattative che d'altra parte possono essere utili a riunire le file interrotte dalla collaborazione internazionale.

Vero è, d'altra parte, che nuove voci allarmistiche corrono circa una rinnovata attività dei circoli nazisti a danno dell'Austria e si riparla di concentramenti alla frontiera e di propaganda intensamente ripresa. Bisogna quindi aspettare la prova dei fatti per giudicare della consistenza dell'atteggiamento conciliativo della Germania.

L'importanza degli accordi di Roma per l'Europa danubiana è ogni giorno più palese. Ad essi hanno aderito anche gli Stati costituenti l'Intesa balcanica cioè la Jugoslavia, la Rumenia, la Grecia e la Turchia, i quali hanno emesso il voto che gli accordi stessi siano utilmente completati tenendo conto della situazione di tutti i Paesi interessati.

D'altra parte l'incontro a Ginevra del Ministro cecoslovacco Benes e del Ministro austriaco Berger Waldenegg ha dato luogo ad uno scambio di idee e di promesse che può assumere grande importanza. Infatti la Cecoslovacchia ha acconsentito ad aderire al patto di garanzia a favore della sovranità austriaca dichiarandosi pronta ad agire, quando occorra, anche senza attendere le decisioni di Belgrado e di Bucarest. Trattative saranno subito iniziate per giungere ad una Convenzione commerciale che dovrebbe essere ispirata ai noti protocolli italo-austro-ungheresi di Roma. Analoghe trattative sono in corso colla Rumenia. Così l'Austria va sempre meglio sistemando e rinforzando la propria posizione politica ed economica.

*

I rapporti italo-austriaci tendono farsi sempre più cordiali e più intimi. Molto significativi e assai commentati anche al'estero sono stati gli accordi culturali recentemente conclusi a Roma come conseguenza dei noti Protocolli generali di accordo.

La creazione di un Istituto italiano di cultura a Vienna e di un Istituto di cultura austriaco a Roma, può contribuire seriamente ad aumentare la reciproca conoscenza dei due popoli e a favorire lo stringersi di vincoli di comunanza intellettuale utili al fini della pace e della solidarietà europea. Analoghi accordi saranno presto conclusi anche fra l'Italia e l'Ungheria. Queste iniziative hanno raccolto larga approvazione anche nei Paesi esteri dove si vede in queste manifestazioni altre efficaci direttive della politica di pacificazione proseguita dall'Italia.

Il ministro austriaco del commercio si è dichiarato pronto a svolgere una attiva opera di propaganda nel suo Paese a vantaggio dell'organizzazione portuale italiana così da facilitare in ogni modo la realizzazione pratica degli accordi relativi alla valorizzazione del porto di Trieste per il commercio austriaco. Col primo febbraio intanto è entrato in vigore provvisoriamente l'« Avenant » agli accordi economici italo-austriaci mentre pochi giorni prima è cominciata l'applicazione della Convenzione italo-ungherese per lo sviluppo del traffico ungherese nel porto di Fiume. A Roma si è anche riunito all'inizio del mese di febbraio per la terza volta, il Comitato italo-austriaco per il porto di Trieste. Il Comitato, creato, come è noto, in seguito ai protocolli romani, ha lo scopo di promuovere gli scambi fra i due Paesi; nella riunione sono state discusse parecchie importanti questioni relative alle ferrovie e alle Compagnie di navigazione e agli enti portuali, arrivando a concrete conclusioni che potranno portare utili conseguenze pratiche.

Continua l'attività del nostro Governo nel riguardo degli accordi commerciali con vari Paesi allo scopo di difendere le nostre correnti di esportazione e facilitare il raggiungimento di nuovi sbocchi alla attività delle nostre industrie.

Si è raggiunto un accordo col Brasile per il trasferimento dei crediti italiani derivanti da esportazione di merci o da noli marittimi e congelati al Brasile con scadenza anteriore al 1° gennaio 1935. L'accordo riveste una importanza non trascurabile per i nostri esportatori essendo, come è ben noto, l'America meridionale fra i nostri migliori clienti.

Le misure a suo tempo annunciate relativamente al contingentamento delle importazioni di lana come manovra di rappresaglia verso alcuni Paesi esportatori non sono rimaste senza effetto. Il rappresentante ufficiale dell'Unione Sud-Africana a Roma, ha preso l'iniziativa di ampie trattative coi nostri industriali lanieri, durante le quali il problema dei nostri approvvigionamenti di materia prima sono stati opportunamente inquadrati in quello più vasto e complesso di una migliore sistemazione della nostra bilancia commerciale nei confronti del Sud-Africa.

Atri negoziati sono in corso co Belgio. Nel 1924 il bilancio degli scambi commerciali italo-belghi ha segnato uno squilibrio a nostro danno di 150 milioni di lire. Le prime trattative svoltesi a Roma sono avvenute in una atmosfera di cordialità che lascia ben presagire sui futuri risultati. Le trattative saranno riprese prossimamente a Bruxelles e tendono ad assicurare un maggiore sviluppo delle nostre esportazioni nel Belgio senza contrarre le esportazioni belghe in Italia.

Di assai maggiore importanza sono le trattative commerciali fra l'Italia e gli Stati Uniti. Qui lo sbilancio a nostro danno si aggira sul mezzo miliardo creando una situazione eccessivamente onerosa che deve in ogni modo essere corretta. Siamo attualmente in un periodo preparatorio perchè le vere e proprie trattative si svolgeranno nel prossimo mese di maggio a New York, ma già sono corsi importanti scambi di idee ai quali ha dimostrato di interessarsi direttamente anche l'On. Mussolini. Si spera di arrivare ad aprire larghi sbocchi alla nostra esportazione, tanto più che il mercato americano ha sempre dimostrare di fare ottima accoglienza a molte voci della nostra produzione industriale.

È significativo il fatto che il Segretario di Stato, Hull, si sia recentemente dichiarato favorevole alla abolizione delle bardature artificiali nei riguardi del commercio internazionale. D'altra parte resta sempre l'incognita del dollaro che, se è stabilizzato di fatto da qualche tempo, non lo è però ancora in modo ufficiale e sicuro. Gli Stati Uniti si trovano tuttavia in questo momento in una situazione imbarazzante perchè la politica finora seguita strozzando il commercio dei Paesi europei ha impoverito i migliori clienti dell'America creando una situazione che può divenire pericolosa per l'attività delle industrie locali.

È interessante rilevare che l'Italia sarà la prima nazione europea colla quale gli Stati Uniti riprenderanno trattative commerciali.

Intanto la nostra bilancia commerciale continua a segnare la gravità del momento e le difficoltà dei traffici internazionali.

Nello scorso mese di dicembre il valore delle merci importate è stato di 760 milioni di lire circa, mentre le esportazioni sono state di circa 536 milioni. Nel dicembre del 1933 il valore delle importazioni era stato alquanto più basso restando limitato a 713 milioni di lire. Anche nelle esportazioni si è notato un piccolo incremento perchè esse nel dicembre 1933 non avevano superato i 514 milioni ma il piccolo miglioramento verificatosi nelle esportazioni è più che compensato dall'incremento delle importazioni.

Complessivamente nello scorso anno 1934 il valore delle merci importate in Italia ammontava a circa 7665 milioni di lire, e quello delle merci esportate a circa 5231 milioni di lire. Nell'anno precedente 1933, le importazioni si erano limitate a 7432 milioni di lire, mentre le esportazioni avevano raggiunto un valore di oltre 5990 milioni di lire. Ne segue che il disavanzo della bilancia commerciale che era stato di 1441 milioni di lire nel 1933 è salito nello scorso anno a ben 2433 milioni.

Si tratta di una situazione indiscutibilmente grave che deve essere attentamente considerata ed energicamente fronteggiata.

È necessario continuare nell'opera incominciata per un migliore bilanciamento degli scambi coi Paesi verso i quali la nostra bilancia commerciale è troppo passiva. La nostra posizione di compratori ci mette in condizioni di poter negoziare con efficacia e d'altra parte spesso è possibile arrivare a soluzioni che tutelano vantaggiosamente gli interessi di entrambi le parti contraenti.

Un caso nel quale si dovrà arrivare ad una migliore sistemazione è ad esempio quello della Francia. È noto quanto le misure ristrettive deliberate da Parigi abbiano nuociuto reciprocamente alle correnti commerciali fra i due Paesi, che si sono andate rapidamente isterilendo. Chi ne ha avuto i maggiori danni è però stata l'Italia. Infatti dalle statistiche ufficiali francesi testè pubblicate risulta che durante il 1934, la Francia ha esportato in Italia tante merci per un valore di 553 milioni di franchi mentre ha limitato i suoi acquisti in Italia a soli 483 milioni di franchi. Abbiamo dunque avuto un passivo di 70 milioni di franchi mentre ancora nell'anno precedente la bilancia commerciale colla Francia era attiva a nostro favore. L'Italia figura al sesto posto fra i clienti della Francia mentre occupa l'undicesimo posto fra i Paesi fornitori. Questa situazione non può essere più a lungo tollerata e nell'atmosfera creata dai patti di Roma non deve essere impossibile raggiungere una sistemazione soddisfacente.

Fra le affermazioni della nostra industria all'estero segnaliamo la consegna avvenuta a Vladivostock alle autorità sovietiche di due navi guardacoste da 850 tonnellate costruite nei cantieri triestini e condotte fino a destinazione da equipaggi italiani. Altre navi costruite nei nostri cantieri stanno per salpare per la Persia che altre unità ancora ha ordinato all'industria navale italiana.

*

La situazione del conto del Tesoro alla fine di dicembre segna, come nei mesi precedenti, un sensibile miglioramento rispetto allo scorso anno.

Infatti nel mese di dicembre ora decorso la parte effettiva del bilancio ha presentato accertamenti di entrate per complessivi 1522 milioni di lire, mentre nello stesso mese gli impegni di spese ammontavano a 1689 milioni di lire. Si è così avuto un deficit mensile di 167 milioni che è sensibilmene minore della media di quelli dei precedenti mesi del corrente esercizio, media che risulta di 182 milioni di lire.

Nel dicembre 1933 il disavanzo mensile era stato assai più elevato, arrivando a 384 milioni di lire.

Nel primo semestre del corrente esercizio si è accumulato un disavanzo di 1075 milioni di lire per la parte effettiva del bilancio minore della metà di quello che si aveva alla fine dicembre del 1933 e che arrivava a 2308 milioni di lire.

Considerando anche la categoria movimento capitali si avrebbe, per le sole operazioni di carattere normale, una eccedenza passiva di 35 milioni che porterebbe il disavanzo complessivo del bilancio per le due categorie a 1110 milioni di lire. Tenendo però presente anche l'operazione di carattere straordinario relativa alla emissione ultima di Buoni novennali, risulterebbe per la categoria movimento capitali una eccedenza attiva di 1740 milioni di lire, in seguito alla quale la situazione complessiva del bilancio presenterebbe un saldo attivo di 665 milioni di lire.

La situazione di cassa al 31 dicembre 1934 presentava un fondo liquido e immediatamente spendibile di 2971 milioni di lire, dei quali 2735 in conto corrente presso la Banca d'Italia.

Alla fine dell'anno 1934 il totale dei debiti pubblici interni aumentava a 105.164 milioni di lire e la circolazione bancaria a 13.145 milioni di lire.

Il Consiglio dei Ministri ha esaminato i bilanci di previsione dell'esercizio finanziario 1935-36.

Tutti gli stanziamenti di parte effettiva dei vari Ministeri sono stati sottoposti ad una rigorosa revisione allo scopo di eliminare ogni spesa non completamente giustificata da inderogabili esigenze.

Si è così potuto arrivare a ridurre le impostazioni di quasi tutti i Dicasteri in misura abbastanza sensibile rispetto alle previsioni iniziali pel bilancio finanziario ancora in corso. Le cifre complessive delle previsioni di spese danno pel nuovo esercizio un totale di circa 19.646 milioni di lire, di contro a 20.636 milioni previsti per il corrente esercizio, realizzando così un alleggerimento di 990 milioni circa.

D'altra parte le previsioni relative alle entrate per quanto compilate colla maggiore precauzione hanno indotto a ritenere che si possa contare su un sensibile incremento nei confronti delle previsioni per l'esercizio 1934-35 e si sono così fissate le previsioni di entrate in 17.988 milioni di lire (cioè 326 milioni di più che la previsione iniziale pel corrente esercizio).

Si è così realizzato un miglioramento di circa 1317 milioni di lire rispetto allo stato di previsione per l'esercizio 1934-35, riducendo il deficit previsto da 2974 milioni di lire a 1657 milioni di lire. Tale miglioramento è la conseguenza da una parte dell'incremento di alcune voci di entrate e dalla diminuzione di oneri per la conversione del Consolidato e le riduzioni degli assegni al personale e della riduzione delle spese comprimibili; di fronte a queste voci favorevoli è stato d'atra parte tenuto conto di maggiori assegnazioni richieste da alcuni servizi, del deficit dell'Azienda ferroviaria, degli oneri per le nuove emissioni di debiti recentemente avvenute.

Fra i dati statistici relativi alla situazione interna del nostro Paese rileviamo con compiacimento il buon risultato delle provvidenze dirette a ridurre il numero dei disoccupati. Sebbene si tratti della stagione invernale che, come è noto, è la più difficile nei riguardi della disoccupazione, pur tuttavia si può registrare anche nel mese di dicembre una diminuzione nel numero dei senza lavoro rispetto al precedente mese di novembre; la diminuzione è poi fortissima se il confronto si riporta ai dati del dicembre 1933.

Infatti al 31 dicembre scorso le statistiche ufficiali davano 961.705 disoccupati con una diminuzione di 8239 unità sul mese di novembre e di 170552 unità rispetto al numero che si verificava alla fine dicembre 1933.

Non sono ancora noti i dati precisi per tutto il mese di gennaio ma dalle prime constatazioni si può asserire che il numero dei disoccupati che hanno potuto trovare lavoro in seguito all'applicazione della settimana di 40 ore arriva quasi a duecentomila.

Il mese di dicembre ha anche segnato un incremento del traffico ferroviario. Le merci caricate per conto di privati sulle ferrovie dello Stato durante tale mese furono di 2.655.428 tonnellate, di contro a 2.547.640 tonnellate del mese di dicembre 1933.

Complessivamente grazie al buon andamento verificatosi negli ultimi mesi, il traffico merci sulle ferrovie dello Stato risulta per l'anno 1934 pressochè eguale a quello dell'anno precedente, raggiungendo 33.409.246 tonnellate in confronto a 33.754.438 tonnellate. Il movimento viaggiatori risulta un poco superiore a quello dell'anno precedente.

Nettamente superiore è stato il movimento nei porti che ha raggiunto 37.885.000 tonnellate nei dodici mesi del 1934 in confronto a 32.168.700 tonnellate nel 1933.

*

L'inizio del mese di gennaio non era stato troppo favorevole alle nostre Borse che avevano manifestato una grande svogliatezza, con scarsità di affari, incertezza di quotazioni e orientamento prevalentemente pesante.

Ma nella seconda quindicina e più nell'ultima ottava le cose sono mutate e un soffio di ottimismo ha pervaso il mercato risvegliando l'attività degli affari.

Tutta la quota si risente di questa nuova tendenza che si accentua verso la chiusura. I titoli di Stato, che avevano accusato qualche debolezza, si riprendono rapidamente.

Le offerte di vendita accentuatesi in qualche seduta hanno sempre trovato pronta contropartita e ciò ha contribuito a sostenere la quota anche nei momenti meno propizi.

Nelle ultime sedute del mese il volume degli affari ha raggiunto una importanza non più toccata ormai da molto tempo.

In chiusura troviamo in netto progresso, oltre i titoli di Stato, specialmente i titoli tessili e, pur con qualche incertezza, gli elettrici. Più irregolari i titoli meccanici e metallurgici, poco variati i bancari e fermi i trasporti.

RENATO SAN NICOLÒ.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di gennaio.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	550	740,50	745,—	756,—
Lombarda	400	373,50	386,—	384,—
Bresciana	200	254,—	245,50	246,50
Gen. Elettrica Cisalpina priv.	125	122,50	121,75	123,25
» » » ord.	125	64,50	64,50	66,—
Unione Esercizi Elettrici	10	10,50	10,37	10,80
Elettricità Alta Italia	100	94,50	94,25	97,75
Adriatica	100	143,50	143,50	144,—
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	200	276,—	274,50	276,—
Officine Elettriche Genovesi	250	287,50	289,55	290,—
Generale Elettrica della Sicilia	100	80,75	80,25	83,—
Soc. Elettrica Piacentina	150	183,—	184,—	184,50
Emiliana Esercizi Elettrici	350	374,—	375,—	374,—
Forze Idrauliche Crespi	375	364,—	365,—	367,50
Elettriche Valdarno	100	139,—	137,50	139,50
Tirso	250	56,50	55,—	60,—
Terni	250	195,75	210,50	207,50
Meridionali d'Elettricità	250	244,25	245,50	248,50
Idroelettriche Piemontesi	50	41,—	40,50	42,87
Dinamo	200	256,—	254,—	253,—
Soc. Romana d'Elettricità	280	339,50	336,—	339,—

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di gennaio.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:				
Cardiff primario	L. 127,—	a	L. 129,—	alla tonn.
Americano	» —,—	»	» —,—	»
Slesia	» 106,—	»	» 108,—	»
Sarre	» 125,—	»	» 127,—	»
Antraciti:				
Inglese primaria (in pezzatura)	» 168,—	»	» 201,—	»
Tedesca (in pezzatura)	» 168,—	»	» 189,—	»
Coke:				
Coke da gas nazionale	» 168,—	»	» 169,—	»
» » » inglese	» 157,—	»	» 159,—	»
« metallurgico nazionale	» 162,—	»	» 167,—	»
Petrolio	» 215,35	»	» —,—	al Q.le
Nafta:				
Per Diesel	» 455,—	»	» 470,—	alla tonn.
Per caldaie	» 200,—	»	» 235,—	»
Benzina in fusti	» 276,60	»	» 316,60	al Q.le

METALLI

Ghisa:				
Engliton N. 1	L. 405,—	a	L. 415,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	» 375,—	»	« 380,—	»
Ematite	» 390,—	»	» 395,—	»
Lussemburgo-Lorena	» 340,—	»	» 350,—	»
Ferro:				
Laminato omogeneo	» 71,50	»	» 75,50	al Q.le
Poutrelles	» 69,50	»	» —,—	»
Lamiere da 44 mm. in più	» 86,50	»	» —,—	»
Acciaio:				
Rapido per utensili	» 300,—	»	» 3000,—	al Q.le
Martin Resist. 50-70	» 80,—	»	» 125,—	»
Tubi trafilati	» 275,—	»	» —,—	»
Rame elettrolitico	» 240,—	»	» 265,—	»
» in fogli comuni	» 410,—	»	» 450,—	»
» in barre tonde e quadre	» 430,—	»	» 480,—	»
Stagno in pani	» 1640,—	»	» 1690,—	»
Zinco in pani la fusione	» 170,—	»	» 185,—	»
Piombo in pani la fusione	» 120,—	»	» 130,—	»
Antimonio	» 490,—	»	» 530,—	»
Ottone in barre	» 295,—	»	» 315,—	»
Alluminio in pani	» 875,—	»	» 915,—	»

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Sottostazione automatica di conversione su carro tranviario. — La Società delle Tranvie e Ferrovie Elettriche di Roma ha messo di recente in servizio una sottostazione ambulante totalmente automatica. Essa è equipaggiata con un raddrizzatore a vapore di mercurio da 500 kW continuativi sul lato corrente continua; vi è la possibilità di sopportare un sovraccarico del 50 % per 2 minuti primi e del 100 % per 5 secondi. La sottostazione può essere allacciata a linee primarie a corrente alternata a 20.000 od a 10.000 V; sul lato corrente continua si possono ottenere le tensioni di 625, 675, 725 V.

I rendimenti sono i seguenti:

carico	1/4	2/4	3/4	4/4	5/4
η	0,89	0,92	0,925	0,925	0,923.

La sottostazione portata sul luogo dove deve funzionare ed allacciata alla linea primaria (alta tensione) da cui riceverà energia elet-

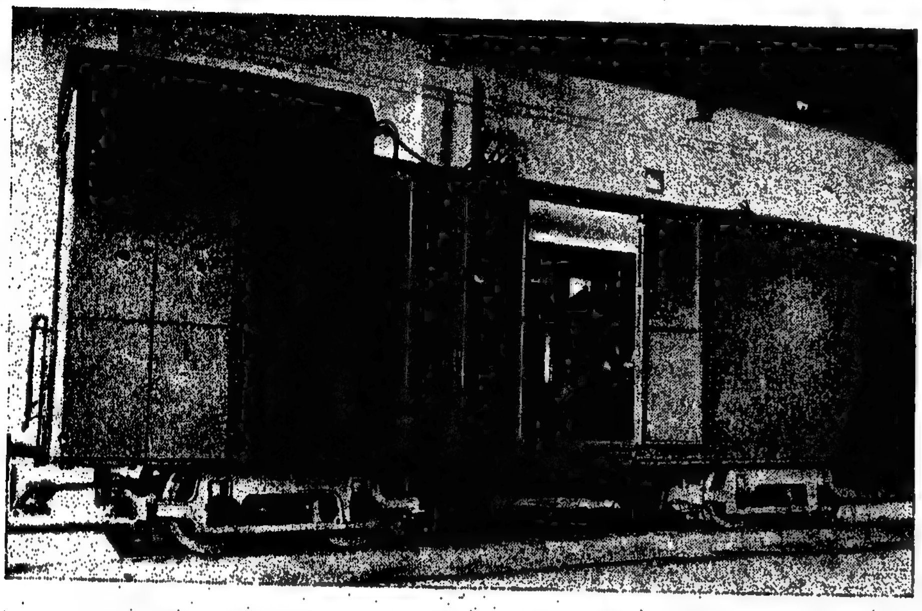


Fig. 1. — La sottostazione ambulante.

trica, nonchè alla linea di contatto, in cui immetterà l'energia in forma di corrente continua, provvede da sè, senza alcun intervento manuale e per un periodo indefinito, ad eseguire tutte le normali manovre che nelle sottostazioni sono fatte dagli elettricisti. Essa cioè esegue le manovre:

1°) Quando vi sia richiesta di energia la sottostazione si mette in marcia; precisamente si mette in marcia quando la tensione della linea di contatto, che normalmente deve essere compresa fra i 700 e i 600 volt, scende al di sotto di 600 volt. Appena la sottostazione è entrata in servizio, la tensione nella linea di contatto sale al valore di 700 volt. Vi è anche la possibilità di variare questo valore del 7 % in più o in meno, con una facile manovra da eseguire prima di allacciare la sottostazione alla linea.



Fig. 2. — Vista dell'interno della cabina, col raddrizzatore a vapore di mercurio.

2°) Quando la richiesta di corrente continua superi i 1400 ampere, valore massimo consentito dalla potenza temporanea della sottostazione, l'interruttore della corrente continua si apre, distaccando la sottostazione dalla linea di contatto. Dopo 20 secondi l'interruttore torna a richiudersi; a meno che lo scatto non sia stato provocato da un corto circuito nella linea di contatto (la rottura di un filo o il guasto di una automotrice), nel quale caso la richiusura dell'interruttore avverrà soltanto dopo che sia stata rimossa la causa del corto circuito. In altre parole prima che l'interruttore si richiuda, gli automatismi della sottostazione provvedono a verificare se vi siano sulla linea di contatto cause per le quali l'erogazione di corrente supererebbe il carico massimo di 1400 ampere; nel qual caso vietano la richiusura dell'interruttore.

3°) Se si verifica eccezionalmente un guasto in sottostazione, oppure se avviene nelle immediate vicinanze di essa un corto circuito perfetto sulla linea di contatto, scatta l'interruttore della linea primaria. L'interruttore si richiude dopo 20 secondi; e nel caso di successivi e immediati scatti, ripete l'operazione di chiusura per una seconda e terza volta, con intervalli di tempo, rispettivamente di 40″ e di 50″. Dopo di che, se avviene un quarto scatto, l'interruttore non si richiude e la sottostazione si mette fuori servizio, dando contemporaneamente il segnale di sottostazione bloccata (lampada rossa, campanello di allarme, ecc.). In tale caso la sottostazione non potrà essere rimessa in marcia senza l'intervento di un elettricista il quale, prima di procedere allo sblocco, dovrà accertarsi che tutto sia in regolare assetto.

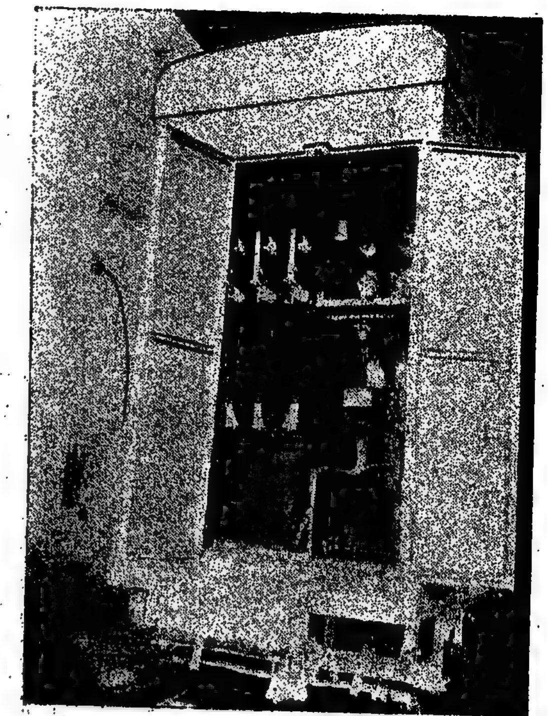


Fig. 3. — Vista posteriore della cabina, coi circuiti ad alta tensione.

4°) Quando la linea di contatto cessa di assorbire corrente per un periodo superiore a 10′, la sottostazione si mette fuori servizio, salvo a rientrarvi appena la tensione della linea di contatto scenda sotto i 600 volt, appena cioè vi sia richiesta di corrente da parte di automotrici prossime alla sottostazione.

5°) Quando l'acqua di raffreddamento, che circola in ciclo chiuso nel cilindro raddrizzatore e in un radiatore, assume una temperatura superiore a 30°, si mette in funzione un elettro-ventilatore che raffredda l'acqua del radiatore. L'elettro-ventilatore si ferma appena la temperatura dell'acqua scende sotto 30°.

6°) La sottostazione, che, come è stato detto, si blocca dopo tre successivi e immediati scatti dell'interruttore della linea primaria, si bloccherebbe anche quando avvenisse un guasto o un funzionamento imperfetto di un qualunque organo. Così la sottostazione si blocca per eccessivo riscaldamento del cilindro, per vuoto imperfetto nel medesimo, per difettoso funzionamento dell'interruttore a c. c., per mancata eccitazione del cilindro; e sul quadro compaiono le indicazioni del motivo del blocco.

*

Una stazione radio è stata inaugurata ad Addis Abebà il 31 gennaio 1935. L'inaugurazione fu compiuta in forma solenne alla presenza dell'Imperatore, del Principe Ereditario e del corpo diplomatico.

Si tratta di una interessante affermazione della tecnica italiana essendo stata la stazione costruita ed equipaggiata con materiale nazionale da una Ditta italiana. Il centro radio di Addis Abebà è stato intitolato al nome di Giancarlo Vallauri, capo del Comitato Radiotecnico della Società delle Nazioni.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Interruttori a volume d'olio ridotto per altissime tensioni.

Sono entrati in esercizio, da tempo, in vari impianti italiani a 120 ÷ 140 kV degli interruttori a volume d'olio ridotto, di costruzione della Soc. An. Officine Elettromeccaniche Scarpa e Magnano, di Savona.

Questi interruttori sono assai semplici: derivano direttamente dal noto tipo a rotazione della stessa Casa costruttrice, si differenziano da questi ultimi soltanto per la soppressione degli isolatori passanti e per la cassa in materiale isolante.

L'interruttore è costituito di un corpo cilindrico con le pareti in bachelite (rivestite esternamente da una camicia in porcellana per i tipi destinati ad essere montati all'aperto) nel cui interno è disposto un asse verticale che porta i contatti mobili.

Questi sono in numero di quattro e corrispondono ad altrettante camere d'interruzione del noto tipo a getto trasversale esterno di olio, realizzato dalla Casa costruttrice, e situate in 4 piani diversi.

Ogni contatto ruotando si muove in un piano orizzontale, cosicchè anche l'arco si sviluppa nello stesso senso.

L'albero portacontatti viene manovrato direttamente dalla parte

inferiore dell'interruttore attraverso ad un cuscinetto a perfetta tenuta d'olio, in modo che non si hanno organi in movimento dalla parte esposta alle intemperie.

La velocità di scatto, grazie al dispositivo a rotazione, è altissima e raggiunge circa 4 metri al secondo per ogni contatto, il che assicura una produzione di gas assai limitata.

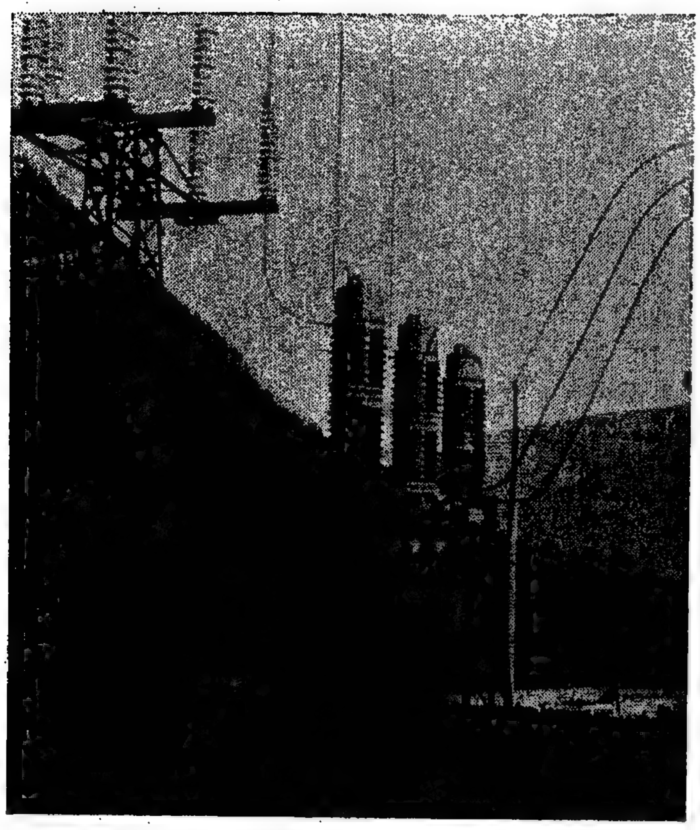


Fig. 1. — Interruttore mod. Po/150 kV installato all'aperto.

L'interruttore per la sua perfetta analogia coi tipi comuni in olio, può essere chiuso per mezzo del comando elettrico anche su netto corto circuito senza alcun speciale accorgimento; non occorre cioè che l'apparecchio sia corredato di speciali coltelli separatori bastando allo scopo quelli comunemente usati per l'allacciamento degli interruttori di vecchio tipo.



Fig. 2. Vista dei contatti del mod. 130. kV.

La quantità di olio occorrente per il riempimento è stata ridotta a quel limite minimo che possa assicurare un lungo periodo di esercizio senza dover procedere a ricambi per intorbidimento ed a troppe frequenti filtrature. (Il modello 150 kV ne contiene circa 265 litri per polo, quello per 75 kV 50 litri per polo).

Negli isolatori di sostegno vengono montati i riduttori di corrente che possono essere tanto del tipo in cascata, avente una prestazione sufficiente per alimentare relais od amperometri, quanto del tipo di precisione per le misure. Questi ultimi possono avere le caratteristiche della classe P delle norme C.E.I., quanto quelle delle classi 0,2 e 0,1 oppure quelle ancora più severe dettate dalle Ferrovie Italiane dello Stato, senza aumento dell'ingombro dell'interruttore.

Negli isolatori portanti di base si montano anche dispositivi per la misura della tensione contro terra e per la sincronizzazione, utilizzanti la corrente di carica degli isolatori stessi.

Interruttori installati al disopra di 1000 m sul livello del mare sono stati completati ancora di resistenze per il riscaldamento dell'olio durante il periodo invernale.

Dalle fotografie che pubblichiamo si nota la grande semplicità degli organi meccanici di comando, e la facile sistemazione in opera di questi interruttori.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

W. Stäblein. — *Die Technik der Fernwirkanlagen*, 294 pag., 172 figure. — Edit. Oldenbourg, Monaco e Berlino, 1934. - Rilegato M. 15.

Eccellente raccolta sistematica dei numerosi sistemi escogitati per la trasmissione a distanza di misure, di controlli, di comandi. In questo campo i progressi, negli ultimi anni, sono stati rapidissimi perchè il bisogno di controllare, regolare, comandare a distanza si è fatto via via sempre più sentito.

Dai vecchi sistemi in cui per ogni grandezza da misurare o per ogni manovra da effettuare, si disponeva dell'opportuno circuito, si è giunti ai moderni dispositivi utilizzanti, per i più svariati scopi, anche simultanei, un solo circuito o addirittura gli stessi conduttori telefonici o quelli delle linee ad alta tensione.

Lo specialista troverà in questo libro una notevole collezione di schemi e fotografie; sarà poi grato all'A. per la ricca bibliografia con cui ha chiuso il volume.

Lo studioso sfoglierà esso pure con piacere questa opera che gli svelerà forse una delle branche della nostra tecnica in cui la ingegnosità dei costruttori si è maggiormente affermata.

Testo chiaro, riccamente illustrato.

Ottima la presentazione tipografica.

*

G. W. Stubbings. — *Automatic protection of a. c. circuits.* — Un volume (rilegato) di cm 15×22, con 293 pagine e 204 figure. - Editore Chapmann e Hall, Londra. — Prezzo S. 15.

La materia è suddivisa in otto capitoli che riguardano successivamente lo sviluppo dei sistemi protettivi, i trasformatori e le relative connessioni, le componenti simmetriche, i relais, la protezione del macchinario elettrico, dei cavi e delle linee di trasmissione, la taratura e manutenzione dei sistemi di protezione.

La trattazione degli argomenti è in gran parte puramente descrittiva o svolta sotto forma qualitativa.

La veste tipografica è ottima, buono il materiale illustrativo.

*

R. Langlois - Berthelot. — *Les machines asynchrones a champs tournants, a bagues et a collecteur.* — Un volume di 16,5×25,5 cm, con 274 pagine e 129 figure. - Editore Dunod, Paris, 1934. Senza indicazione di prezzo.

Il volume è diviso in due parti, la prima che riguarda la teoria generale, la seconda le applicazioni della teoria generale stessa alle diverse categorie di macchine.

La trattazione della materia non presenta caratteristiche particolari che la discostino gran che da quelle che son principiate a divenire ordinarie, con la valorizzazione dei noti metodi analiticogeometrici, ai quali è dovuta la felice possibilità di inquadramento che ci è famigliare e di cui l'A. fa largo uso nelle trattazioni.

Qualche esempio numerico, di cui si nota l'assenza avrebbe secondo noi aggiunto pregi al libro.

La veste tipografica è discreta.

*

A. v. Engel und M. Steenbeck. — *Elektrische Gasentladungen.* — Un volume di cm 16×24, con 352 pagine e 250 figure. — Ed. J. Springer, Berlin, 1934. — Prezzo M. 32 (rilegato, M. 33,50).

È il secondo volume di un'opera di cui già presentammo la prima parte (vedi *L'Elettrotecnica*, 1934, pag. 714) e di questa costituisce il naturale complemento.

La materia è divisa in due grandi capitoli, il primo dei quali è riservato allo studio delle proprietà della scarica in genere nelle sue diverse forme, il secondo alle applicazioni tecniche propriamente dette (spinterometri, fenomeno corona, depurazione dei gas, raddrizzamento di corrente, saldatura ad arco, interruttori, ecc.).

Il libro è chiuso da una amplissima bibliografia che riguarda anche il primo volume e che, molto opportunamente, fa riferimento ai vari paragrafi in cui la materia è stata suddivisa nella esposizione.

Presentazione tipografica e materiale illustrativo eccellenti.

*

J. Fallou. — *Les Reseaux de Transmission d'Energie - Reglage et Stabilité, Surintensités, Surtensions, Protection selective.* — Gauthier-Villars, Paris 1935, pag. 558. - Prezzo Frs 125.

I problemi elettrici delle grandi linee sono proprio di moda: due forse ne sono le cause più appariscenti. La prima è la necessità pratica di indagare tutti quei fenomeni che, ignorati o trascurati agli inizi dei trasporti di energia, assumono oggi quell'im-

portanza che da sola giustifica gli sforzi di tanti tecnici per la loro sempre più minuta conoscenza. La seconda, meno evidente, è la possibilità di trattare rigorosamente molti di questi problemi coll'uso di quelle «coordinate simmetriche» che vanno sempre più prendendo posto fra i mezzi di indagine di cui il tecnico delle correnti alternate oggi dispone. Molti dei problemi elettrici delle grandi linee potrebbero addiritura classificarsi fra i più efficaci esercizi d'impiego delle coordinate simmetriche.

A siffatte considerazioni siamo portati dall'esame di questa nuova opera il cui A. è da comprendersi in quel gruppo di valorosi tecnici francesi, veri specialisti delle coordinate simmetriche, che hanno efficacemente applicato questi nuovi metodi di indagine allo studio di molti fenomeni perturbatori e dei più moderni mezzi di protezione.

La materia qui trattata è divisa in quattro parti.

La prima riprende succintamente la *teoria generale del funzionamento elettrico* delle linee con speciale riguardo ed immediate applicazione alla *regolazione* e alla *stabilità*. I capitoli riservati alla stabilità in regime permanente, in regime turbato e ai metodi per migliorarla, ci sembrano meritevoli di speciale menzione, perchè raccolgono con chiarezza e sovente con notevole semplicità ciò che sarebbe assai penoso ritrovare nelle numerosissime memorie sparse in una giovane ma già ampia bibliografia sull'argomento.

Lo studio delle *sovracorrenti* (corti circuiti) occupa l'intera seconda parte ed è svolto, come già detto, col metodo delle coordinate simmetriche. Il calcolo delle correnti di c. c. è ricondotto a quello delle impedenze in gioco: è quindi nella determinazione di queste impedenze che l'A. giustamente si diffonde.

Calcolate le correnti l'A. passa ad esaminare gli effetti nocivi del c. c. (quali il riscaldamento dei conduttori, gli sforzi elettrodinamici, le tensioni indotte nei circuiti di telecomunicazione), la limitazione delle correnti di c. c. tra fase e terra (messa a terra del neutro) e tra fasi, il controllo e la registrazione dei c. c.

La terza parte è riservata alle *sovratensioni*. Ricordati ampiamente i fondamenti teorici sui fenomeni transitori, le oscillazioni libere e le risonanze, l'A. esamina da questo punto di vista le caratteristiche delle linee e delle macchine, studiandone le possibilità di oscillazioni libere e di risonanze, le caratteristiche dell'arco, le sovratensioni dovute a chiusura o ad apertura del circuito, la ferro-risonanza, le sovratensioni di origine atmosferica. Fanno seguito alcune pagine sulla protezione contro le sovratensioni in cui, non potendo evidentemente ricordare tutti gli apparecchi messi in commercio a questo scopo, l'A. indica però i principi informatori cui sono inspirati.

Infine nella quarta parte l'A. ricorda la *protezione selettiva* sia nelle sue linee generali che nelle svariate caratteristiche dei principali apparecchi di protezione, nelle disposizioni da adottarsi per la protezione delle linee aeree o in cavi, delle macchine generatrici, dei trasformatori, ecc.

L'opera ci sembra delle più felici fra le consimili moderne trattazioni. L'A., che in molte delle questioni qui trattate è un vero specialista, ha avuto la notevole accortezza di non ingombrare il testo con l'esposizione di inutili dettagli costruttivi.

Di ciò e della chiarezza con cui l'opera ci viene presentata, egli va cordialmente felicitato.

SUNTI E SOMMARI (*)

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

Ph. Sporn — **Inseritore a gradini automatico per reti di distribuzione.** (E. u. M., N. 15, 15 aprile 1934, pag. 175-177, con 4 fig.). **3 c**

L'apparecchio descritto è adatto per la regolazione della tensione nelle reti di distribuzione di piccola potenza ed a media tensione. Esso può essere montato, col trasformatore e con gli apparecchi di comando, sopra una piattaforma sostenuta da due pali della linea elettrica della rete. Il campo di regolazione è limitato, essendo pure ristretto il numero di gradini e di prese sull'avvolgimento del trasformatore. Il comando dell'inseritore è automatico ed è fatto da un motore controllato da un voltmetro a contatti. Lo spostamento da una presa alla successiva è ritardato per impedire che il comando entri in azione in seguito a variazioni momentanee di tensione. Il voltmetro a contatti è alimentato da un avvolgimento ausiliario costituente il secondario di un riduttore di tensione influenzato dalla tensione nel circuito di alimentazione. Lo stesso avvolgimento, influenzato dal carico nelle tre fasi, alimenta pure il motore di comando, un motore monofase con fase ausiliaria capacitiva. *V. D. Ma.*

(*) Per i titoli delle Riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

K. Taeuber — **Un relais a resistenza per reti di trazione.** (El. Bahnen, N. 4, aprile 1934, pag. 90-92, con 9 fig.). **3 e**

La protezione selettiva delle linee monofasi di trazione non può essere affidata ai relais di protezione impiegati nelle reti trifasi a frequenza industriale. Un apparecchio che risponde allo scopo è quello descritto dall'A.: si tratta di un relais agente in funzione della corrente e della tensione, il quale interviene ed agisce sul circuito di scatto del relativo automatico quando il rapporto fra la tensione e la corrente, in caso di corto circuito sul tronco protetto, è inferiore ad un determinato limite di taratura. Meccanicamente, l'apparecchio comporta due sistemi magnetici indipendenti, influenzati rispettivamente dalla tensione e della corrente, aventi un'armatura comune. Quest'ultima è costruita in modo che, quando l'azione della bobina di corrente vince quella della bobina di tensione, essa cade bruscamente per forza di gravità dal lato della bobina di corrente, chiudendo il circuito di sgancio dell'interruttore. Il relais può essere impiegato, con alcuni accorgimenti, per la protezione di linee a doppia alimentazione con due o più tronchi ed anche per la selezione in corrispondenza di nodi ai quali convergono più linee. *V. D. Ma.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

G. Franche — **L'evoluzione della saldatura e la stampa tecnica.** (La Tech. Mod., 15 luglio 1934, pag. 50-502). **5 c**

L'Autore aggiorna quanto si riferisce alla saldatura ed alle relative recenti applicazioni trattando le seguenti questioni: 1°) La distribuzione delle contrazioni e delle sollecitazioni al taglio, nelle giunzioni saldate, le quali sollecitazioni per essere uniformemente ripartite richiedono particolari precauzioni; 2°) Saldatura all'arco con corrente alternata, la quale per i lavori di precisione si presenta nettamente superiore; 3°) Introduzione di un nuovo tipo di cannello, che verrebbe azionato a mano a mezzo di un cavo e di una leva; 3°) Controllo dei giunti saldati mediante apparecchio elettro-acustico; 4°) Progressi nella costruzione dei camion-cisterna in alluminio saldato; 5°) Esame delle prove per determinare le migliori condizioni dell'esecuzione delle saldature; 6°) Valore delle prove di piegamento impiegate per l'esame dei giunti saldati; 7°) Impiego della saldatura per gli organi meccanici degli sbarramenti, per le condotte forzate, ecc.; 8°) Esame della saldabilità degli acciai ed influenza del tenore in carbonio. *E. R.*

APPLICAZIONI VARIE.

A. Velisek — **Sull'influenza del carico degli apparecchi elettrodomestici sulle reti e sulle centrali.** (E. u. M., N. 15-16, 15-22 aprile 1934, pagine 169-175 e 182-186, con 8 fig.). **6 d**

L'A. riassume i risultati di una serie di misure sistematiche effettuate a Vienna per determinare l'influenza del carico degli apparecchi elettro-domestici sulle reti e sulle centrali che le alimentano. I risultati, assai dettagliati, sono riassunti in tre tabelle e tradotti graficamente in diagrammi. *V. D. Ma.*

CONDUTTURE.

W. B. Buchanan — **Analisi delle vibrazioni dei conduttori delle linee di trasmissione.** (Elec. Eng., novembre 1934, pag. 1478-1485, con 11 fig.). **9 c**

Dopo avere esposto alcune considerazioni critiche circa la teoria generale del fenomeno e circa i rilievi sperimentali che sono riportati dalla letteratura tecnica sull'argomento, l'A. descrive il dispositivo usato nelle proprie esperienze. Venne usato un oscillografo portatile utilizzando come elementi rivelatori delle vibrazioni, resistenze a carbone disposte perpendicolarmente al conduttore e connesse opportunamente a un ponte di Whaetstone e per mezzo di esso all'oscillografo. La tecnica eseguita nelle esperienze viene dettagliatamente descritta. Con il dispositivo usato sono state studiate le relazioni fra la curvatura del conduttore e l'ampiezza dell'onda, il rapporto fra la curvatura nel mezzo delle campate e quella che si verifica in vicinanza degli attacchi, gli effetti della rigidità degli attacchi stessi e della flessibilità del conduttore, ecc. Numerosi oscillogrammi sono riportati ad illustrare i risultati raggiunti. Sono anche esposte alcune considerazioni sui requisiti ai quali dovrebbe rispondere un morsetto di sospensione per ridurre al minimo le dannose conseguenze dei fenomeni considerati. *N.*

M. Süberkrüb — **L'impiego dei travi ad ali larghe (Differdingen) nelle palificazioni.** (El. Bahnen, N. 4, aprile 1934, pag. 85-89, con 10 fig.). **9 b**

Quantunque i travi ad ali larghe abbiano già trovato notevoli applicazioni come pali di sostegno delle linee di contatto, il loro comportamento non era ancora ben conosciuto quando la Reichsbahn decise di effettuare una serie di misure sui pali della stazione di Hirschberg. Le misure furono effettuate nel 1931 e nel 1932, sollecitando i pali in direzione dell'anima, con vento nella stessa direzione ed in direzione normale. I risultati ottenuti hanno dimo-

strato che non è possibile realizzare pali di sicura solidità e robustezza con travi ad ali larghe, se lo spessore dell'anima è molto ridotto; per contro, se le ali sono collegate con un'asta robusta, si possono realizzare profili resistenti alle più gravi sollecitazioni a flessione ed, agli effetti delle qualità statiche, equivalenti ai pali composti di due o più ferri sagomati. Anche agli effetti del costo, tali pali, almeno in determinati limiti di carico, sono più convenienti di quelli composti. Dalle misure, è stato pure possibile ricavare gli elementi per il calcolo preliminare delle palificazioni con travi ad ali larghe. *V. D. Ma.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

E. C. EASTON, F. B. LUCAS, F. CREEDY — **Correnti velocissime nell'arco nel vuoto.** (Elec. Eng., novembre 1934, pag. 1454-1460, con 11 fig.). **14 b**

Gli AA. rifacendosi a precedenti studi nei quali era stata dimostrata sperimentalmente la presenza di correnti di vapori metallici ad alta velocità emesse da catodi fra i quali si faccia avvenire un arco nel vuoto, hanno costruito uno speciale apparecchio per lo studio di tali fenomeni. Esso consiste essenzialmente in una camera a vuoto nella quale può generarsi un arco fra due elettrodi fissi; le correnti di particelle materiali urtano contro uno schermo mobile intorno ad un asse verticale il cui movimento è smorzato da una paletta di alluminio che si muove immersa nel mercurio di una vaschetta. Si possono così misurare gli impulsi prodotti dalla applicazione di corrente per brevi periodi di durata nota. Si può anche togliere uno degli elettrodi fissi e lo schermo e far avvenire l'arco fra un elettrodo fisso e un'altro elettrodo collegato al braccio mobile. Con questo apparecchio gli AA. hanno sperimentato, con gradi di vuoto fra 20 e 50 micron di colonna di mercurio, su elettrodi formati da una quantità di diversi metalli. Una tabella raccoglie i principali risultati numerici specialmente nei riguardi delle velocità delle correnti di particelle materiali; vengono riportati i valori efficaci di tali velocità calcolate nelle due ipotesi di una distribuzione delle velocità secondo la legge di Maxwell oppure secondo la legge del coseno; tali valori variano per le correnti catodiche da $1{,}19 \times 10^6$ cm/sec (stagno) a $3{,}58 \times 10^6$ (carbonio) nella prima ipotesi e da $0{,}77 \times 10^6$ (stagno) a $2{,}32 \times 10^6$ cm/sec (carbonio) nella seconda ipotesi. Numerosi diagrammi riassumono i risultati delle singole esperienze che vengono dagli AA. illustrati e discussi. Operando con un elettrodo mobile si è visto che si manifestano forze tanto se esso è il catodo che l'anodo; per piccole intensità di corrente le forze sono assai più piccole quando l'elettrodo mobile è l'anodo anzichè il catodo mentre operando con correnti intense le forze sono pressochè eguali nei due casi. Quanto all'origine di queste correnti di particelle materiali gli AA. si dichiarano decisamente favorevoli all'ipotesi che le considera di origine termica anzichè elettrica come è sostenuto da altri. *N.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

W. ARNDT — **Si vede meglio con luce colorata?** (Licht, aprile 1934, pagine 64-66). **19 a**

Per rispondere a questo domanda sono state fatte negli ultimi tempi, in vista delle applicazioni che le lampade a vapori metallici hanno trovato in vari campi speciali, numerose ricerche in base alle quali si sono formulate le conclusioni che vengono riassunte nell'articolo. In sostanza ,si può dire che con l'illuminazione creata dalle lampade a vapori di sodio o da quelle a vapori di mercurio ad alta pressione non si hanno altri inconvenienti oltre la mancata differenziazione dei colori e una diminuzione della sensibilità per le tinte giallo-rosse alle basse illuminazioni. Per contro, si hanno diversi vantaggi: l'acuità visiva risulta migliorata, la velocità di percezione aumentata e, a causa del relativamente basso splendore delle lampade a vapori metallici, minori sono le possibilità di abbagliamento rispetto al caso in cui vengono usate lampade ad incandescenza. *G. Co.*

H. J. HELWIG — **Un nuovo abaco per il calcolo del flusso luminoso.** (Licht, aprile 1934, pag. 79-80, con 2 fig. e 1 tab.). **19 b**

L'abaco ideato dall'A. permette il calcolo del flusso luminoso di una sorgente di luce di curva fotometrica nota. È costituito da un diagramma cartesiano sulle ascisse del quale si riportano sia le intensità luminose sia i gradi, mentre che sulle ordinate si può leggere il prodotto I_α sen α (dove I_α è l'intensità luminosa nella direzione facente un angolo α con la verticale inferiore); inoltre dall'origine degli assi coordinati parte una famiglia di rette, una per ogni angolo α per cui I_α è nota. L'abaco può venire tracciato assai facilmente su un comune foglio di carta millimetrata con l'aiuto di una tabella riportata nell'articolo. Riportando su di esso, nel modo indicato dettagliatamente dall'A., le intensità luminose della curva fotometrica si arriva a costruire rapidamente per punti una curva che, con gli assi coordinati, limita una superficie di area proporzionale al valore del flusso luminoso della sorgente di luce considerata. *G. Co.*

W. ZELENKOW — **Le attuali Norme russe per l'illuminazione naturale dei locali di lavoro degli edifici industriali.** (Licht, aprile 1934, pagine 66-70, con 2 fig. e 2 tab.). **19 a**

L'A. comincia col riassumere gli studi e le ricerche sperimentali fatti per l'elaborazione delle Norme in oggetto. Queste sono suddivise in quattro parti. La prima parte è l'introduzione nella quale si chiarisce l'importanza che ha ,sia dal punto di vista igienico come da quella economico, la buona illuminazione naturale dei locali di lavoro. Seguono, nella seconda parte, le Norme propriamente dette che comprendono 15 paragrafi, riportati nell'articolo, nei quali sono fissate le condizioni necessarie per la razionale illuminazione naturale dei locali di lavoro degi edifici industriali; i punti salienti di queste Norme sono altresì riassunti sotto forma tabellare. La terza parte serve di commento alla seconda e, infine, la quarta parte contiene le necessarie istruzioni per il calcolo dell'illuminazione naturale e per il dimensionamento delle aperture degli edifici industriali. *G. Co.*

J. S. PRESTON — **L'illuminazione delle darsene.** (J. G. Light, febbraio 1934, pag. 39-44, con 3 fig.). **19 b**

Nell'articolo si riassumono i principi generali dell'illuminazione applicata alle darsene e si prospettano le soluzioni dei vari problemi particolari che vi si incontrano. Alcune questioni (come il distanziamento degli apparecchi d'illuminazione, i criteri per la loro scelta, sia dal punto di vista della voluta distribuzione di luce come da quello del rendimento e della manutenzione, i mezzi e gli accorgimenti per evitare l'abbagliamento, ecc.) sono a lungo discusse. Infine si richiama l'attenzione sugli aspetti fisiologici e psicologici della buona illuminazione. *G. Co.*

W. M. HAMPTON — **Equivalenza fra luce fissa e luce intermittente.** (J. G. Light, febbraio 1934, pag. 46-47, con 3 fig.). **19 a**

Riferendosi ad un articolo sullo stesso argomento pubblicato da Toulmin-Smith e Green nel numero di dicembre 1933, l'A. propone una espressione di carattere più generale per trovare l'intensità luminosa di una luce fissa equivalente all'intensità luminosa di una luce intermittente e quindi la portata di quest'ultima. Questa espressione ($I_0/I = t/(a + t)$, dove: I_0 è l'intensità luminosa della sorgente fissa, I è l'intensità luminosa della sorgente intermittente, t è il periodo d'intermittenza, a è un parametro variabile ed avente il valore 0,1 alla soglia della visione) riassume bene, secondo quanto mostra l'A., i lavori sperimentali degli AA. citati. *G. Co.*

J. M. WALDRAM — **Progressi moderni nell'illuminazione pubblica.** (J. G. Light, febbraio 1934, pag. 51-52). **19 v**

I progressi moderni nell'illuminazione pubblica sono dovuti al fatto di aver reso più efficiente tanto la produzione quanto l'utilizzazione della luce artificiale, come pure ad aver applicato in scala sempre maggiore i risultati degli studi concernenti la visione. L'A. passa in rassegna i fatti che testimoniano dello sviluppo dell'illuminazione pubblica in Inghilterra negli ultimi anni ed i principali dei quali sono: l'applicazione delle lampade a vapori metallici sulle autostrade e arterie di grande traffico, la costruzione di apparecchi d'illuminazione per le strade cittadine di forma la più adatta ai fini della più razionale distribuzione della luce, la pubblicazione di Norme per l'illuminazione pubblica, ecc. *G. Co.*

G. T. WINCH e E. H. PALMER — **Metodo per valutare la percentuale di luce rossa emessa dalle lampade e con particolare riguardo da quelle a luminescenza.** (J. G. Light, aprile 1934, pag. 123-124, con 4 fig. e 1 tab.). **19 d**

Nel metodo descritto si fa uso di un filtro speciale che trasmette oltre l'80 % delle radiazioni rosse e che assorbe tutte le radiazioni con lunghezza d'onda minore di 590 $m\mu$. Per valutare la percentuale di luce rossa emessa dalle lampade, gli AA. introducono un cosidetto «rapporto rosso» definito dall'espressione $100\,(\int T_\lambda E_\lambda K_\lambda d\lambda / \int E_\lambda K_\lambda d\lambda)$, dove T_λ è il coefficiente di trasmissione del filtro sopra accennato alla radiazione di lunghezza d'onda λ, E_λ è l'energia irradiata dalla lampada in corrispondenza a tale lunghezza d'onda, K_λ il fattore di visibilità alla stessa lunghezza d'onda. Si riportano i valori trovati per questo rapporto: esso è di 0,27 per le lampade ad incandescenza, di 0,15 per la luce naturale, di 0,01 per le lampade a vapori di mercurio ad alta pressione, ecc. In particolare, per quest'ultime lampade, la presenza di vapori di cadmio e di zinco fa crescere il «rapporto rosso» ma provoca una diminuzione dell'efficienza. *G. Co.*

H. BUCKLEY — **Fotometria eterocromatica e, in particolare, fotometria delle lampade a luminescenza.** (J. G. Light, aprile e maggio 1934, pag. 118-122 e 148-152, con 8 fig.). **19 f**

Come è noto, i metodi di misura comunemente impiegati in fotometria eterocromatica sono tre: *a*) il metodo di confronto diretto che porta a risultati spesso assai discordanti non solo da un osservatore all'altro, a causa della diversa sensibilità cromatica dell'occhio dei vari individui, ma anche con lo stesso osservatore, specie quando insorge l'effetto di Purkinje; *b*) il metodo del confronto al-

ternativo, col fotometro a sfarfallamento, che è più attendibile; *c)* il metodo spettrofotometrico che è semplice in teoria ma laboriosissimo in pratica.

L'A. confronta i risultati ottenuti dal Bureau of Standards e dal National Physical Laboratory cogli ultimi due metodi concludendo che essi portano a risultati concordanti fino a quando sono mantenute le condizioni di Ives riguardo alla luminosità ed alla grandezza del campo fotometrico. Si accenna pure ad alcuni lavori fatti per confrontare il primo e l'ultimo metodo ma non si traggono conclusioni. Dopo di aver descritto alcuni filtri di colore che accoppiati a lampade a filamento di tungsteno nel vuoto danno luce delle stesse caratteristiche cromatiche di quella delle principali lampade a luminescenza, l'A. riferisce quindi sui risultati ottenuti fotometrando, con e senza filtri di colore, le lampade a vapori di sodio, quelle a vapori di mercurio ed i tubi al neon a catodo caldo. Si conclude col rilevare che la fotometria delle lampade a vapori di sodio e dei tubi al neon può essere egregiamente effettuata con l'uso di adatti filtri di colore, purchè l'illuminazione del campo fotometrico non si abbassi sotto un certo valore, mentre che per fotometrare le lampade a vapori di mercurio conviene ricorrere al fotometro ad eguaglianza di luminosità. All'articolo fa seguito una lunga discussione sull'argomento trattato dall'A. *G. Co.*

R. Sewig e W. Vaillant — **Le deviazioni delle celle fotovoltaiche dalla legge del coseno ed un semplice accorgimento correttivo.** (Licht, marzo 1934, pag. 57-58, con 2 fig.). **19 f**

Quando l'angolo d'incidenza della luce supera un certo valore i luxmetri obiettivi che utilizzano le celle fotovoltaiche non possono dare indicazioni giuste perchè la superficie fotosensibile di queste celle non obbedisce alla legge del coseno. Con la cella con la quale hanno sperimentato gli AA. le deviazioni dalla detta legge cominciano a farsi sentire a partire da un angolo d'incidenza di 25°. Per ovviare a questo difetto gli AA. hanno escogitato un semplicissimo dispositivo ottico consistente in un mantello tronco-conico di cartoncino trasparente, adagiato per la base minore sulla superficie della cella e con l'asse coincidente con l'asse della cella. Con ciò s'introducono delle leggere deviazioni dalla legge del coseno nell'intervallo fra gli angoli d'incidenza compresi fra 0° e 30° ma si riducono notevolmente quelle manifestate dalla cella per angoli di incidenza maggiori di 30°. *G. Co.*

O. Höpcke — **Mezzi per evitare la deviazione dalla legge del coseno delle finestre fotometriche dei luxmetri.** (Licht, marzo 1934, pag. 41-43, con 6 fig.). **19 f**

È noto che tanto le finestre fotometriche degli ordinari luxmetri quanto le superfici fotosensibili delle celle footelettriche o fotovoltaiche usate per i luxmetri obiettivi non obbediscono alla legge del coseno. Come mostrano i risultati delle prove istituite dall'A., se la finestra fotometrica di un ordinario luxmetro è a superficie piana le misure d'illuminazione sono tanto più in difetto quanto maggiore è l'angolo d'incidenza della luce sulla finestra; se invece la finestra fotometrica è a superficie curva le cose vanno in senso contrario. Scegliendo come finestra fotometrica una calotta in vetro opalino di opportuno raggio di curvatura, gli errori di misura possono però essere contenuti entro limiti ammissibili, specialmente se si accoppia alla calotta un anello che intercetti i raggi luminosi che incidono sulla finestra secondo un angolo maggiore di quello per il quale gli errori diventano eccessivi e di altezza tale da impedire che i raggi di luce facenti un angolo di 90° con la verticale vadano a cadere sulla finestra stessa.

L'idea di conformare la finestra fotometrica a superficie curva è stata peraltro realizzata per la prima volta in un recente luxmetro portatile di costruzione Osram, che l'A. descrive. Accorgimenti consimili possono adottarsi anche per i luxmetri obiettivi; si potrebbe anche pensare, quando si usano celle fotovoltaiche, a rendere curva la superficie delle celle, ma siccome ciò non è possibile si può vantaggiosamente ricorrere alla combinazione di due celle a superficie piana delle quali una, sottostante, comincia ad esser colpita dai raggi luminosi quando per l'altra cominciano a farsi preoccupanti le deviazioni dalla legge del coseno. *G. Co.*

H. H. Higbie e W. A. Bychinsky — **Misure della distribuzione dell'illuminazione prodotta da pannelli luminosi disposti lungo le pareti di un locale.** (Tr. Ill. Eng. S., marzo 1934, pag. 206-223, con 8 fig. e 3 tab.). **19 b**

In base a numerose misure effettuate con un luxmetro fotoelettrico e servendosi di modelli a scala ridotta di locali, gli AA. hanno potuto constatare che, quando l'illuminazione è fornita da pannelli luminosi disposti lungo le pareti di un locale, su una porzione considerevole (dal 44 % al 73 % della superficie totale) del piano di lavoro si ha un'intensità d'illuminazione inferiore a quella media mentre che il valore minimo dell'illuminazione può scendere fino al 13 % del valore medio. Il calcolo di un sistema d'illuminazione del genere di quello usato in queste esperienze non può quindi essere eseguito col metodo del coefficiente di utilizzazione (che è impostato sul valore medio dell'illuminazione) a meno che non si introducono, in questo metodo, importanti modifiche. Secondo gli AA., sarebbe meglio impostare il calcolo sul valore minimo dell'illuminazione e, inoltre, basarsi sul rapporto fra questo minimo e i lumen richiesti per unità di superficie piuttosto che sul coefficiente di utilizzazione. *G. Co.*

W. C. Brown e V. J. Roper — **Fattori che intervengono nella fabbricazione dei proiettori d'automobile per limitarne le dimensioni.** (Tr. Ill. Eng. S., marzo 1934, pag. 175-189, con 12 fig.). **19 b**

Considerazioni di estetica e, più che altro, la non indifferente pressione esercitata dal vento di corsa sui proiettori d'automobile, rendono oggi evidente la necessità di contenere le dimensioni di questi proiettori entro limiti sempre più piccoli. Dopo uno studio delle caratteristiche del fascio luminoso dei fari, gli AA. si soffermano ad esaminare i fattori di cui bisogna tener conto nel dimensionamento dei fari stessi, concludendo con l'indicare le condizioni che permettono la fabbricazione dei tipi di piccole dimensioni. A questo proposito, un interessante raffronto è fatto fra il caso in cui si usano lampade a doppio filamento e quello in cui si usano lampade a filamento semplice. *G. Co.*

G. Mili — **Influenza della forma del filamento sulle caratteristiche del fascio luminoso di proiettori parabolici poco profondi.** (Tr. Ill. Eng. S., marzo 1934, pag. 191-202, con 11 fig. e 1 tab.). **19 b**

L'A. dà conto dei risultati di numerose esperienze nelle quali ha studiato come variano le principali caratteristiche del fascio luminoso dei proiettori con riflettore parabolico poco profondo (l'intensità luminosa massima, la divergenza e l'uniformità del fascio) con lampade ad incandescenza aventi quattro tipi diversi di filamento. Ne deduce alcune conseguenze d'interesse pratico per l'uso e la costruzione dei proiettori del tipo considerato. *G. Co.*

IMPIANTI.

Jellinek — **La costruzione delle centrali termiche negli Stati Uniti (1933).** (E. u. M., N. 14, 8 parile 1934, pag. 164-165). **20 f**

L'A. riassume i progressi realizzati nel 1933, nella costruzione di macchinario, per le centrali termiche negli Stati Uniti. Due sole nuove grandi centrali termoelettriche sono entrate in servizio; di queste una è stata equipaggiata con un gruppo da 26.000 kW a vapore di mercurio. In costruzione si trovava una sola centrale con un unità da 80.000 kW e caldaia a 98 at. Per l'ampliamento di grandi centrali già esistenti, si trovavano in costruzione due unità rispettivamente da 165.000 e 150.000 kW. All'infuori di una centrale a 98 at. nessun'altro impianto è stato provvisto di caldaie ad alta pressione, non ostante che l'esperienza abbia dimostrato la possibilità di impiegare senza gravi difficoltà pressioni molto elevate. Anche la temperatura massima del vapore è stata mantenuta nei limiti di 480 a 510° C, non ostante che un gruppo da 10.000 kW abbia già funzionato per 21.000 ore con vapore a 540° C. La preoccupazione di evitare incendi ha condotto, in alcuni casi, all'adozione di lubrificanti e di fluidi di comando non infiammabili; in altri casi particolari cure sono state poste all'isolamento dei serbatoi delle pompe e delle condotte percorse dall'olio. È notevole la tendenza a costruire caldaie con bruciatori adatti tanto per polvere di carbone, quanto per nafta e gas; un impianto adatto per i tre tipi di combustibile è entrato in servizio nel 1933. È in progetto una centrale con motore Diesel, della potenza di 36.000 kW. Sono da ricordare il progetto di un turbina a vapore da 200.000 kW per 84 at. e 540° C e l'esecuzione della prima centrale termoelettrica all'aperto. *V. D. Ma.*

P. Tottoli — **L'impianto del lago d'Idro.** (L'En. Elettr., ottobre 1934, pag. 773-790, novembre 1934, pag. 861-881, con 77 fig.). **20 i**

Il lago d'Idro ha un bacino imbrifero di km² 717; l'afflusso meteorico medio corrisponde a circa 47,5 litri al secondo per km² e il coefficiente è di circa 0,78. Il lago è stato utilizzato per una capacità di 75 milioni di metri cubi, realizzata per la massima parte mediante svaso; l'escursione del pelo liquido si estende da quota 363 a quota 370. La ritenuta fino a quota 370, corrispondente alle ordinarie piene naturali del lago, è ottenuta mediante una diga mobile a paratoie costruita sull'emissario. Come scaricatore di piena si è costruita anche una galleria di svaso capace di smaltire fino a m³ 100 al secondo, restituendo le acque al fiume Chiese. La derivazione delle acque dal lago è fatta mediante una grande galleria lunga 9432 m e che ha dato luogo a notevoli difficoltà costruttive per la natura delle rocce attraversate. L'edificio di presa nel lago comprende 3 luci di m 2,20 per 2,50 con paratoie metalliche a carrello. L'edificio di presa è sistemato alla fine di un tronco di canale a pelo libero lungo m 475 che esce dal lago. Il bacino di carico alla fine della galleria è ricavato interamente in sotterraneo ed è costituito da 3 vani paralleli fra loro ed alimentati da 2 bracci, nei quali si divide alla sua estremità la galleria; alla fine di questi 2 bracci sono sistemate 2 batterie di sifoni autolivellatori per lo smaltimento delle acque di supero. Dai 3 vani del bacino di carico si dipartono le 3 condotte forzate, di cui però 2 sole sono per ora installate. Ogni tubazione è calcolata per una portata di 10 a 12 m³/sec ed ha un diametro iniziale di mm 2000 che si rastrema a mm 1000 inferiormente.

La centrale di Vobarno, sulla sinistra del Chiese, ha il pavimento della sala macchine a quota 257,35. Le fondazioni hanno richiesto speciali cautele dato il terreno alluvionale molto sciolto. Lo scarico delle acque avviene in un bacino di compensazione ottenuto nell'alveo del fiume Chiese mediante traversa di ritenuta. La centrale comprende 2 gruppi (è predisposta per 3), ad asse verticale con turbine Francis a velocità di 420 e di 500 giri/min connesse ad alternatori trifasi da 12.500 kVA, 6000 a 7000 V, 42 o 50 per/sec. La centrale comprende anche 2 trasformatori da 12.500 kVA, 6500/65.000 V e 2 trasformatori da 2500 kVA, 6500/40.000 V. Per il servizio delle Tramvie Elettriche Bresciane sono installati 2 raddrizzatori a mercurio da 520 kW, 400 A, 1300 V. Dalla centrale partono alcune linee, di cui la principale porta l'energia a Brescia alla cabina di San Bartolomeo. *Ri.*

R. POHL — **Turbogeneratori per 36 kV oppure esercizio con trasformatori? (E. u. M., N. 13, 1 aprile 1934, pag. 145-150, con 4 fig.). 20 a**

L'A. esamina se l'impiego di generatori a 30 kV o 36 kV possa ritenersi preferibile a quello di un generatore a media tensione (6 ÷ 11 kV) e del relativo trasformatore. In base ai dati di isolamento di un alternatore costruito per 36 kV e provvisto di conduttori a disposizione concentrica nelle cave, è dimostrato che il pericolo di scariche fra conduttori e fra conduttori e ferro, di effluvi in corrispondenza dell'uscita dei conduttori dal pacco lamellare, di sovrariscaldamenti locali degli isolanti e di perforazioni conseguenti a ripetute solecitazioni dinamiche nella testa delle bobine è maggiore per la macchina ad alta tensione. Tornano inoltre a sfavore di quest'ultima una minor resistenza alla penetrazione di onde a fronte ripido ed una meno sicura possibilità di protezione contro le correnti di corto circuito nelle reti non compensate. Agli effetti del rendimento si può ritenere che nei due casi non vi sia praticamente una differenza sostanziale. La spesa di impianto è maggiore per il grupo alternatore-trasformatore, particolarmente quando è prevista una stazione di trasformazione a sè, la quale comporta la costruzione di un appropriato fabbricato. L'A. dimostra peraltro che è possibile fare a meno di questo nuovo fabbricato, montando il trasformatore al disotto del generatore e nello spazio riservato normalmente ai canali di ventilazione. La refrigerazione dell'alternatore sarebbe fatta montando dei refrigeranti affiancati e deviando convenientemente i canali. *V. D. Ma.*

MACCHINE A COLLETTORE.

T. M. LINVILLE — **Variazioni istantanee di tensione di generatori a corrente continua.** (Gen. Elec. Rev., luglio 1934, pag. 318-323). **25 d**

Sotto una variazione di carico provocata dalla chiusura od apertura di un interruttore o dalla manovra di un controller, la tensione della dinamo di alimentazione si scosta dal suo valore di regime e può ridursi momentaneamente a zero e salire a valori anche doppi del normale. Tali fluttuazioni di tensione, mentre interessano in misura poco notevole il carico forza, sono invece particolarmente avvertite dal carico luce. La variazione di tensione, dovuta ad una variazione di carico, consta di una componente reattiva e di una componente ohmica. La componente reattiva nelle macchine a corrente continua sparisce rapidamente, poichè la corrente è unidirezionale, e perciò come fattori principali della variazione normale di tensione restano la caduta ohmica e la reazione d'indotto. È al comportamento transitorio delle macchine a corrente continua che l'A. principalmente si riferisce, sviluppando una formola per calcolare il valore della tensione sotto brusche variazioni di carico e fornendo un grafico, dal quale si rilevano i limiti, oltre i quali la variazione di tensione dà luogo ad oscillazioni visibili alle lampade. *C. G. E.* (*)

MATERIALI.

A. E. WILLIAMS — **La rigenerazione degli olii isolanti.** (Engin., 23 febbraio 1934, pag. 215-216, con 2 fig.). **26 f**

L'A. passa in rassegna i vari metodi di depurazione per la eliminazione delle impurezze. La filtrazione produce un aumento della resistenza d'isolamento, ma tale aumento diviene sempre più ridotto ad ogni successiva operazione, poichè l'acidità dell'olio, che riduce sensibilmente tale resistenza, aumenta sempre e non può essere eliminata. La purificazione mediante centrifugazione ritarda l'acidità per quella parte di impurezze che la favoriscono e che si riesce ad asportare. L'eliminazione dell'acqua diventa sempre più difficile man mano che si riduce la sua presenza nell'olio. Un altro metodo di trattamento utilizza il carbone attivo, per l'assorbimento delle impurezze e la neutralizzazione degli acidi. Nel corso di tale trattamento la temperatura dev'essere mantenuta al più basso livello possibile, poichè la quantità di acqua assorbita dal carbone è massima alle basse temperature. *E. R.*

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

J. B. WHITEHEAD, E. W. GREENFIELD — **Proprietà dielettriche della carta di cellulosa. (Elec. Eng., novembre 1934, pag. 1498-1504, con 10 fig.). 26 f**

Questa seconda nota degli AA. sull'argomento riguarda specialmente le variazioni delle proprietà elettriche in funzione della temperatura della carta isolante che si trovi in condizioni di estrema secchezza. Le esperienze furono eseguite con temperature variabili da 20° a 100° misurando ad ogni temperatura le proprietà dielettriche sia nei rispetti di tensioni alternate sia di tensioni continue. I risultati numerici ottenuti sono riportati in numerosi diagrammi e ampiamente analizzati e discussi. Si è riconosciuto che si può valutare il fattore di potenza e la capacità di un campione di carta sotto tensioni alternate in base ai risultati ottenuti con tensioni continue applicate intermittentemente. Dai 20° ai 70° l'intero valore del fattore di potenza pare giustificabile dal così detto assorbimento reversibile mentre sopra i 70° diviene apprezzabile anche la componente dovuta alla conduzione irreversibile. Una particolare cura è stata portata nell'apprezzare l'effetto, non trascurabile sui risultati sperimentali, delle caratteristiche dielettriche del campione di carta, dovuto alle deformazioni di origine termica che subiscono gli elettrodi nelle esperienze condotte a diverse temperature. In generale si è potuto riconoscere che fra 20° e 100° la costante dielettrica della carta varia assai poco; verso il limite superiore di tale campo di temperature si nota nella costante dielettrica una leggera tendenza a diminuire, tendenza che gli AA. mettono in rapporto con la diminuzione di densità derivante dall'espansione del dielettrico per effetto termico. *N.*

MECCANICA.

V. RUBBO — **L'azione della grafite colloidale nei riguardi della lubrificazione.** (L'Energia Elettrica, agosto 1934, pag. 665-667, con 1 fig.). **27**

La nota costituisce una messa a punto dell'argomento fra le diverse notizie apparse in merito, non tutte selezionate dal vaglio della tecnica. Il progresso dell'impiego della grafite è stato reso possibile solo dopo la sua preparazione allo stato colloidale, ottenuta mediante speciali forni ad oltre 4000° C. Il valore della grafite colloidale come lubrificante è dovuto alla formazione di un sottolissimo strato di grafite che si attacca alla superficie nuda del metallo, penetrando addirittura in esso in modo che può essere rimosso solo dall'usura o mediante smerigliatura. Questo strato si presenta untuoso, con basso coefficiente di attrito e cosituisce una specie di lubrificante di soccorso. Ciò premesso vengono citati esempi di applicazioni concrete al caso delle trasmissioni, dei motori in genere, delle molle a balestra ecc. e viene discussa caso per caso l'azione della grafite in rapporto alle diverse e varie esigenze di funzionamento del macchinario. La fig. 1 riporta curve interessanti relative a diversi sistemi di rodaggio da cui traspare nettamente l'azione della grafite colloidale, opportunamente adoperata. *E. R.*

M. LIWSCHITZ — **Momenti dinamici di compressori a stantuffo comandati da motori sincroni oppure asincroni.** (E. u. M., N. 14, 8 aprile 1934, pag. 159-164, con 6 fig.). **27**

I motori che comandano compressori alternativi assorbono dalla rete che li alimenta una corrente variabile entro ampi limiti e dipendente dal diagramma delle forze tangenziali del compressore, dal momento dinamico delle masse rotanti e dalle caratteristiche elettromagnetiche dei motori stessi. Fissato un limite alla variazione della corrente assorbita (le norme americane prescrivono che, a tensione costante, la differenza fra la corrente massima e quella minima non deve superare il 66 % della corrente normale) è possibile determinare il momento dinamico richiesto alle masse rotanti ed il grado di irregolarità. Il calcolo è condotto dall'A. sviluppando dapprima in serie di Fourier la funzione periodica che esprime le pressioni tangenziali del compressore ed applicando poscia, per ogni armonica, l'equazione caratteristica dei momenti del motore. I risultati ottenuti sono applicati ad un esempio pratico, il quale chiarisce i dettagli di applicazione del metodo proposto. *V. D. Ma.*

MISURE.

J. VASSILLIERE-ARLHAC — **Il pH, la sua misura in elettrometria e le sue applicazioni.** (Bull. Soc. Franc., novembre 1934, pag. 1081-1192, con 11 fig.). **28 b**

È nota l'importanza fondamentale della reazione acida o basica del mezzo nel quale si effettuano le trasformazioni fisico-chimiche sia nel campo della tecnica sia in quello della biologia e delle industrie delle materie organiche. L'acidità e la basicità di una soluzione dipendono notoriamente dagli ioni presenti nella soluzione. In una soluzione acida bisogna distinguere l'acidità totale che caratterizza la quantità totale di acido disciolto, dalla acidità reale, che rappresenta la quantità di ioni idrogeno H^+ presenti per unità di volume. Si indica di solito l'acidità di una soluzione mediante il valore assoluto della potenza di 10 nell'espressione del valore del coefficiente di concentrazione, cioè il logaritmo in base 10 dell'inverso della concentrazione di ioni H. Si pone cioè $pH = \log_{10} (1/H^+)$. Il

noto simbolo pH viene talvolta indicato come potenziale idrogeno. L'A. descrive alcuni metodi di misure del pH di soluzioni, segnalando anzitutto la esistenza di cosidette soluzioni tampone, per le quali il valore pH resta sensibilmente costante colla diluizione e varia assai poco anche coll'aggiunta moderata di un acido o di una base. Queste soluzioni contengono o un acido debole insieme a sali di una base forte o una base debole insieme a sali di un acido forte. Solo i metodi elettometrici permettono di ottenere risultati precisi nella misura del valore di pH. I metodi si basano sulla relazione matematica che esiste fra i valori del pH di 2 soluzioni e la forza elettromotrice della pila di concentrazione che con esse si può costituire. La realizzazione tecnica di questi metodi di misura viene dettagliatamente descritta dall'A. Successivamente è fatto cenno delle numerosissime applicazioni che la determinazione del pH ha trovato nello studio dei fenomeni riguardanti le corrosioni, la depurazione delle acque, la galvanoplastica, le applicazioni agricole ed industriali e la biologia medica. L'articolo è corredato di una bibliografia specializzata. *Ri.*

C. M. Foust e G. F. Gardner — **Un nuovo ampermetro di valori di cresta.** (Gen. Elec. Rev., luglio 1934, pag. 324-327). **28 e**

Il nuovo ampermetro di valori di cresta, è destinato alla misura di valori di cresta di correnti transienti unidirezionali. In questo genere di ampermetri è sfruttato il magnetismo permanente di una sbarra magnetica, sottoposta al campo magnetico dalla corrente di cresta. Usando come sbarra magnetizzata il magnete di un apparecchio d'Arsonval, la deviazione del suo indice risulta evidentemente proporzionale al grado di magnetizzazione della sbarra e alla corrente che passa nella bobina mobile. Tenendo costante questa per mezzo di un reostato e di un milliampermetro (contenuti nella stessa cassetta dell'apparecchio), la deviazione dell'indice risulta proporzionale solo alla magnetizzazione della sbarra. Questa è composta di un cilindro isolante contenente diverse strisce sottili di acciaio di caratteristiche magnetiche conosciute. Il cilindro, durante le prove, è disposto normalmente al conduttore percorso dalla corrente da misurare e secondo le linee di forza del campo magnetico generato da questo. La scala dell'apparecchio indicatore è ottenuta in base alla curva del magnetismo permanente della sbarra in funzione della forza magnetizzante. La scala dipende inoltre normalmente dalla distanza R della sbarra magnetica dal conduttore percorso dalla corrente; si hanno a questo scopo speciali diagrammi che danno, per ogni valore della distanza R e dell'indicazione dell'apparecchio, il corrispondente valore in ampere della corrente di cresta. Coll'apparecchio sono già state fatte numerose prove durante la stagione temporalesca su di una linea di circa 20 km, impiegando circa 2000 sbarrette magnetiche. Il valore delle correnti misurate in queste osservazioni variò da 4000 a 120.000 A; si constatò che per una buona protezione delle linee sono sufficienti un filo di guardia e una buona messa a terra dei pali stessi. I vantaggi principali offerti dallo strumento sono le ottime caratteristiche della scala e la minima influenza dei campi esterni, nonchè la costruzione compatta e le dimensioni ridottissime. Lo strumento può essere adoperato anche per misure di valori di cresta in laboratorio. *C. G. E.*

J. Henderson — **Misure sulla rete nazionale.** (J. I. E. E. Londra, LXXV 452, agosto 1934, pag. 185-199 e discussione fino a pag. 213 con 21 fig.). **28 d**

I contatori montati sulla rete nazionale inglese per misurare gli scambi di energia fra i consumatori principali sono 3918; l'errore massimo ammesso nella misura dei kWh è dell'1 % dal 10 al 125 % del normale. Nella misura dei kVAh reattivi si tollera un errore massimo del 2,5 %. Il coefficiente di temperatura massimo tollerato è del 0,1 % per °C; nella costruzione dei contatori è stato usato largamente il diamante per sostenere l'equipaggio mobile in sostituzione dello zaffiro sintetico. L'errore di rapporto massimo tollerato nei riduttori di corrente e di tensione è del 0,1 % e l'errore di fase di 30 minuti quando il carico varia dal 125 al 5 % del valore normale.

La totalizzazione dell'energia viene eseguita meccanicamente utilizzando il metodo degli impulsi elettrici per riportare le indicazioni degli strumenti talvolta lontani fra di loro all'apparecchio totalizzatore. Gli impulsi sono generati con 3 sistemi diversi: a camme, a commutatore ed a gravità; non si può ancora dire quale di questi sistemi è il migliore. La frequenza degli impulsi è regolata in ragione di 1 impulso ogni 9 secondi a pieno carico, ciò che corrisponde ad una durata degli apparecchi da 6 ad 8 anni ammesso che il generatore di impulsi possa dare 10 milioni di impulsi prima di guastarsi. L'energia in linea corrispondente ad 1 impulso è sempre proporzionale alla potenza massima prevista sulla linea; naturalmente si deve tenere conto di questo fatto nella scelta degli ingranaggi nell'apparecchio registratore. Il numero delle linee che possono far capo ad un totalizzatore può arrivare al massimo fino a 12. Sono stati installati diversi tipi di indicatori di massimo carico; paragonando fra di loro i diagrammi lasciati da diversi registratori si può anche dedurre il fattore di potenza per ogni particolare condizione di carico desiderata. Ogni 2 anni tutti gli apparecchi di misura vengono tarati indipendentemente dai risultati delle precedenti verifiche trimestrali o semestrali od annuali. Le tarature dei contatori sono eseguite a preferenza sul luogo onde evitare possibili variazioni della costante durante il trasporto.

Discussione. — La durata degli strumenti di misura e degli apparecchi di totalizzazione è in realtà maggiore del valore segnato nel testo. È stato proposto di applicare una cella fotoelettrica per contare il numero dei giri del disco; il sistema non ha trovato ancora delle applicazioni pratiche. Si dovrebbe introdurre il termine *varmetro* per indicare un misuratore di VA reattivi. L'esperienza raccolta negli impianti telefonici automatici ha confermato la migliore riuscita dei contatti d'argento su quelli di tungsteno. *I. L.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

P. M. Narbutovskih — **Perdite nelle macchine a induzione.** (Elec. Eng. novembre 1934, pag. 1466 a 1471 con 7 fig.). **29a**

L'A. esamina il meccanismo delle varie perdite nelle macchine a induzione osservando come esse, ad eccezione di quelle d'attrito, di ventilazione e ohmiche nel rame, dipendono tutte strettamente dal comportamento del flusso magnetico nella macchina. Le perdite possono essere classificate in due gruppi secondo che avvengano alla frequenza fondamentale o alla «frequenza dei denti»; entrambi i gruppi comprendono perdite nel ferro (per correnti parassite e per isteresi) e perdite nel rame per correnti parassite. Nei riguardi delle perdite a frequenza fondamentale un esame della distribuzione del flusso nell'intraferro e nell'armatura di una macchina dimostra come esso dia luogo in ogni punto a una componente radiale (predominante nelle regioni di massima densità di flusso) e una componente tangenziale (predominante nei punti di minimo flusso nell'intraferro). Le due componenti variano periodicamente alla frequenza fondamentale e danno luogo a perdite di isteresi e correnti parassite nel ferro e per correnti parassite nei conduttori di rame: queste ultime possono essere ridotte laminando i conduttori. Per riguardo alle perdite a frequenze superiori si possono distinguere le pulsazioni del flusso nell'estremità dei denti, quelle nell'intera lunghezza dei denti e quelle nell'armatura. Il primo fenomeno è analogo a quello nelle estremità polari delle macchine a poli salienti e scompare a piccola profondità entro il dente; le perdite relative si riconducono al minimo quando si usino canali chiusi sia nel rotore che nello statore. Il secondo fenomeno dà luogo a perdite nel corpo del dente e tende ad essere limitato dalla saturazione nei denti. Il terzo fenomeno ha in generale minore importanza. L'A. esamina poi con qualche dettaglio l'effetto delle pulsazioni del flusso dovute alla dentatura nei riguardi delle perdite nel rame, considerando separatamente le pulsazioni del flusso di dispersione nei canali, quelle nei denti e quelle del flusso fondamentale; tutte queste pulsazioni danno luogo a perdite nei conduttori. Altre voci di perdite vengono poi analizzate come quelle «alla frequenza dei denti» nello statore, quelle dipendenti dai flussi dispersi sotto carico, ecc. *N.*

MOTORI PRIMI.

Turbina idraulica azionata da acqua carica di gas. (Engin., 23 febbraio 1934, pag. 217, con 2 fig.). **30 b**

La turbina funziona con una portata di 36 l/sec, con un salto di 520 a 470 metri, ed una pressione allo scarico di 20 metri. L'acqua di alimentazione contiene in soluzione 6 a 10 volte il suo proprio volume di gas. La grande altezza di caduta richiese una turbina ad azione ma essa avrebbe dato luogo all'inconveniente che l'azione del getto nella pala poteva sprigionare il gas, e l'acqua avrebbe così subito una specie di ebollizione senza compiere il lavoro utile desiderato. La cosa è stata studiata in modo — che la nota non spiega — da rimediare a tale inconveniente effettuando la trasformazione di energia così rapidamente che il gas non ha tempo sprigionarsi dal liquido. La pressione allo scarico dalla turbina è dovuto, in parte, alla presenza di un cuscino di gas mantenuto alla parte superiore dello statore il quale è in acciaio fuso. Il rotore, montato di sbalzo, ruota a 1000 giri al 1'. Un regolatore di velocità, azionato da forza centrifuga, comporta una derivazione che dirige una parte del getto all'esterno del rotore, allorchè la velocità supera un certo limite. *E. R.*

Tensioni meccaniche dovute alla temperatura nei giunti dei tubi sottoposti a pressioni e temperature elevate. (Engin., 20 aprile e 4 maggio 1934, pag. 445-447 e 506-507, con 6 fig. e 2 tav.). **30 d**

L'effetto dannoso dovuto alle grandi differenze di temperature nei giunti delle tubazioni a temperature ed a pressioni elevate può essere notevolmente diminuita ricorrendo ad appropriati accorgimenti costruttivi. L'analisi delle tensioni dovute alla temperatura, effettuata per diversi tipi di giunti mostra che gli sforzi prodotti in quelli a flangie libere e in quelli saldati, sono più elevate di quelle che si riscontrano in uno speciale tipo di giunto studiato espressamente. Le temperature sono le stesse, ma nel caso dei primi due giunti, la regione degli sforzi massimi durante il riscaldamento coincide con la regione di massima temperatura, men-

tre nel tipo perfezionato essa coincide con la regione di temperatura minima. Inoltre per i due primi tipi di giunti i due effetti termici si sommano, mentre che si compensano per il caso dell'ultimo giunto. *E. R.*

RADIOTECNICA.

R. H. Barfield — **Alcune misure sulle costanti elettriche del terreno con lunghezze d'onda brevi col metodo dell'inclinazione verticale dell'onda.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 452, agosto 1934, pag. 214-220, con 6 fig.). **34 g**

Le onde radio spostandosi alla superficie del terreno subiscono delle deformazioni a causa della resistività ohmica e della costante dielettrica del terreno e l'A. dimostra che misurando l'inclinazione dell'onda sull'orizzontale si possono dedurre entrambe le caratteristiche elettriche del terreno attorno alla stazione ricevente. L'apparecchio ricevente è accoppiato ad un dipolo della lunghezza di 3 m mobile attorno ad un asse orizzontale che deve essere orientato perpendicolarmente alla direzione di arrivo delle onde radio. Le onde radio sono prodotte da un generatore ad accumulatori e diffuse a mezzo di un aereo verticale; l'apparecchio trasmittente deve essere almeno a 100 m di distanza dall'apparecchio ricevente. Si ruota il dipolo ricevente finchè il telefono segna il minimo e si rileva l'angolo d'inclinazione del dipolo. Le esperienze sono state eseguite con lunghezze d'onda variabili da 12 a 300 m in diverse località in un periodo di 13 mesi consecutivi. Dalla conoscenza delle suddette costanti è poi possibile passare anche alla definizione dei coefficienti di riflessione e di attenuazione del terreno. *I. L.*

P. Geuter e H. Fery — **Prove su apparecchi radioriceventi in fabbriche organizzate con nastro trasportatore.** (E. T. Z., N. 10, dell'8 marzo 1934, pag. 248-250, con 6 fig.). **34 v**

Nella costruzione degli apparecchi radioriceventi bisogna sottoporre continuamente, durante le operazioni di montaggio, le diverse parti, gruppi di parti, e pezzi di montaggio a prove rigorose per assicurarsi che il montaggio sia fatto in modo tale da garantire all'apparecchio le sue caratteristiche. Si ricorre perciò nelle fabbriche all'organizzazione con nastro trasportatore che facilita enormemente lo spostamento dei pezzi per farli pervenire ai diversi posti di prova. Gli AA. descrivono le prove alle quali vengono sottoposte le parti, i gruppi di parti, lo chassis, l'altoparlante e infine l'apparecchio finito. *Tt.*

M. J. Kelly, A. L. Samuel — **I tubi a vuoto come oscillatori ad alta frequenza.** (Elec. Eng., novembre 1934, pag. 1504-1517, con 32 fig.). **34 c**

Gli AA. considerano i 3 tipi di generatori di oscillazioni fra 100 e 3.000 megacicli al secondo, attualmente più in uso, esponendone sommariamente la teoria fondamentale ed illustrandone il funzionamento, le variazioni costruttive e le applicazioni. Il primo tipo considerato è l'oscillatore a griglia negativa; vengono illustrate le ragioni per le quali gli ordinari tubi termoionici non si prestano per frequenze tanto elevate, per le quali il tempo che gli elettroni impiegano a percorrere il tratto dal catodo all'anodo diventa un fattore non più trascurabile. Opportune modificazioni costruttive eliminano gli inconvenienti derivanti da questo e da altri effetti e permettono di elevare assai le frequenze di funzionamento. Viene citato un tubo nel quale la griglia è costituita da un'elica di tungsteno ogni spira della quale è collegata ad una aletta di raffreddamento che sporge attraverso un foro nella placca; si ottiene così una costruzione che permette di tenere molto vicini gli elettrodi pur assicurando un efficace raffreddamento della griglia la cui temperatura per le altissime frequenze diventa il fattore più importante di limitazione; uno di tali tubi può dare 1 watt a 1.200 megacicli per secondo. Viene poi preso in esame l'oscillatore a griglia positiva, di Barkhausen, e anche di questo vengono descritte le caratteristiche e le principali forme costruttive specialmente quelle con la griglia foggiata ad elica colle quali si è arrivati a frequenze di 3000 megacicli al secondo. In ultimo viene preso in considerazione l'oscillatore a magnetron che permette, come è noto, di raggiungere frequenze molto più elevate che con qualunque altro tipo di tubo a vuoto; si è infatti potuto arrivare a 30.000 megacicli per secondo. *N.*

F. Roberts, F. C. Williams — **Rettificazione senza distorsione coi diodi** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 453, settembre 1934, pag. 379-388, con 16 fig.). **34 b**

Il diodo viene usato solitamente per raddrizzare una corrente alternata a bassa frequenza; l'A. ha ora fissate le condizioni necessarie affinchè il diodo possa funzionare come valvola detectrice in alta frequenza. La corrente raddrizzata da un diodo viene derivata dalle armature di un condensatore collegato fra la placca e la griglia del diodo mentre la tensione ad alta frequenza dell'onda portante arriva alle armature del condensatore soltanto quando la polarità della placca è positiva rispetto alla griglia. La d.d.p. del condensatore è proporzionale al valore massimo istantaneo dell'onda portante e segue quindi l'andamento della corrente modulatrice a frequenza sonora. La capacità fra placca e griglia è la causa principale di distorsione dell'apparecchio perchè attraverso ad essa passano le semionde negative dell'onda portante; è tuttavia possibile eliminare questo inconveniente (che diventa più sensibile quando il fattore di modulazione supera l'80 per cento) con una scelta accurata del diodo e proporzionando opportunamente il circuito di compensazione che fa capo al condensatore. Fra le armature di questo deve essere infatti essere applicata una resistenza attraverso la quale possano defluire le cariche elettriche accumulate dalle semionde positive dell'onda portante: il valore più opportuno per questa resistenza è compreso fra 0,2 e 1 megaohm, il prodotto di questa resistenza in megaohm per la capacità in $\mu\mu$F deve essere = 30.

I risultati teorici sono stati confermati praticamente con l'aiuto di un oscillografo a raggi catodici in modo da mettere in evidenza le distorsioni prodotte in un'onda sinusoidale di frequenza compresa fra 200 e 5000 periodi/secondo usata per modulare un'onda portante di 710 kHz dopo il passaggio attraverso il diodo rivelatore. È stata così dimostrata la possibilità di raddrizzare una corrente alternata ad alta frequenza, anche quando il coefficiente di modulazione si approssima al 100 %, senza distorsioni apprezzabili. *I. L.*

P. P. Eckerslay — **Principii di radiodiffusione con l'ausilio dei fili.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 453, settembre 1934, pag. 333-346 e discussione fino a pag. 353, con 8 fig.). **34 d**

La radiodiffusione su fili ha trovato delle notevoli applicazioni in Olanda dove il 50 % degli abbonati hanno un semplice altoparlante in casa che riceve la corrente da una linea montata sul tetto della casa o su pali. La linea aerea viene a sua volta alimentata a mezzo di un amplificatore a valvole termoioniche di potenza proporzionata al numero degli amplificatori in servizio. Una variante a questo sistema sarebbe di usare una c. a. di almeno 20 kHz modulata con la corrente telefonica destinata all'altoparlante e servirsi dell'ordinario impianto d'illuminazione per raggiungere gli abbonati; in tal caso bisogna munire l'altoparlante di un raddrizzatore.

Con la distribuzione mediante fili l'apparecchio ricevente può essere installato in una zona senza disturbi locali, lontana dalla città; la corrente a frequenza sonora viene portata nella zona che si vuol servire con una linea telefonica ed amplificata prima di essere distribuita agli abbonati. Disponendo diverse linee, l'abbonato può scegliere un programma di suo gusto; di solito le linee sono due ma vi sono anche esempi di impianti con 3 e 4 linee di distribuzione. L'A. dà alcuni dettagli teorici sui criteri per proporzionare gli impianti, sul numero massimo di abbonati che una linea può servire, sulla potenza necessaria, sulla tensione da applicare fra i fili di linea, sulle caratteristiche degli altoparlanti adibiti a questo servizio. In generale si ritiene che il prodotto della lunghezza della linea in km per il numero degli altoparlanti non debba superare il valore di 600 quando si usa il tipo a lamina vibrante e di 1200 per il tipo elettrodinamico; la potenza necessaria per ogni linea dovrebbe essere di almeno 100 VA. Gli altoparlanti dovrebbero avere in serie una resistenza di almeno 2000 ohm in modo da assorbire una potenza inferiore ai 0,4 VA. Invece della linea aerea si possono usare i cavi sotterranei; l'impianto diventa però più costoso ed è meno comodo allacciare nuovi abbonati ad una rete già in funzione.

Discussione. — La trasmissione su fili rende possibile la ricezione di stazioni molto lontane senza dover sospendere il funzionamento della locale; la scelta di queste stazioni deve essere fatta di comune accordo fra tutti gli abbonati. *I. L.*

J. A. Slee — **Analisi delle interferenze nelle radiocomunicazioni mercantili.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 453, settembre 1934, pag. 355-375 e discussione fino a pag. 378, con 13 fig.). **34 v**

Le onde usate nella marina mercantile hanno di solito delle frequenze comprese fra 285 e 515 kHz; l'onda di soccorso ha 500 kHz; esiste anche un'altra banda di frequenze fra 110 e 160 kHz usata solo in casi speciali. La selettività degli apparecchi radioriceventi è di solito compresa fra 3 e 5 decibel/kHz; essa in generale non è sufficiente ad eliminare l'interferenza delle stazioni di radiodiffusione di grande potenza specialmente se la nave si trova nelle loro vicinanze. La conferenza di Lucerna ha stabilito che l'interferenza sia nulla almeno nel campo fra 485 e 515 kHz per garantire un funzionamento più sicuro agli apparecchi rivelatori automatici dei segnali di soccorso; le stazioni trasmittenti che avessero una frequenza vicina ai due estremi devono regolare la loro trasmissione in modo che l'intensità del campo nel punto più vicino della costa non superi i 25 μV/m. Per la radiogoniometria si usano delle frequenze comprese fra 365 e 385 kHz ed il campo disturbante non dovrebbe avere un'intensità superiore ai 5 μV/m.

I trasmettitori a scintilla disturbano le ricezioni su onda portante; i disturbi diminuiscono col diminuire dell'accoppiamento del generatore, non è però consigliabile adottare un accoppiamento minore del 4-6 %. Anche dai trasmettitori a valvola possono venire dei disturbi quando la frequenza dell'oscillatore subisce delle variazioni per effetto della temperatura ambiente, della tensione del filamento e delle caratteristiche elettriche dell'antenna (capacità e

resistenza d'isolamento dell'aereo); nei moderni oscillatori queste variazioni di frequenza sono di solito contenute entro limiti ristretti.

I disturbi sentiti nella radiogoniometria sono dovuti alla presenza di un rumore di fondo nel ricevitore prodotto dal macchinario elettrico esistente sulla nave o da un'onda persistente esterna di frequenza prossima a quella sulla quale si eseguisce l'orientamento; il primo disturbo è meno sentito del secondo. Le interferenze reciproche fra radiofari diversi sono invece nulle quando il ricevitore abbia un'adatta selettività.

I. L.

H. A. Pidgeon — **Teoria dei tubi a molti elettrodi.** (Elec. Eng., novembre 1934, pag. 1485-1498 con 16 fig.). **34 b**

L'A. considera i tubi elettronici aventi più di 3 elettrodi e ne svolge in forma semplice la teoria illustrandone i principi fisici fondamentali che ne reggono il funzionamento e dimostrando come la teoria stessa possa, per la sua più facile comprensione, venire riportata a quella dei triodi cioè dei tubi a 3 soli elettrodi. I tubi a più elettrodi vengono divisi in due classi inchiudendo nella prima quelli che compiono effettivamente qualche funzione che non potrebbe essere adempiuta da un triodo o che la adempiono meglio avendo eliminato qualche limitazione che esiste nei triodi. La seconda classe comprende quei tubi a molti elettrodi nei quali sono stati introdotti elettrodi aggiuntivi per permettere ad essi di funzionare in due o più maniere secondo le tensioni applicate ai diversi elettrodi. L'A. si occupa in particolare dei tubi della prima classe. Vengono anzitutto chiarite le definizioni delle principali grandezze caratteristiche dei triodi in quanto riportate ai tubi a molti elettrodi e successivamente sono esaminati dettagliatamente alcuni tipi di tali tubi (tetrodi e pentodi) illustrandone il funzionamento ed esponendone in forma qualitativa e descrittiva la teoria fondamentale.

N.

L. Essen — **Confronti internazionali di frequenza col metodo della emissione modulata.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 453, settembre 1934, pag. 289-292, con 2 fig.). **34 g**

Negli impianti radio sono usati dei campioni di frequenza a diapason di 1000 hertz che devono essere periodicamente controllati sia con altri campioni che con speciali cronometri. Il primo controllo si eseguisce facendo interferire l'onda dell'oscillatore locale con quella modulata a 1000 hertz della stazione trasmittente dove esiste l'oscillatore primario, contando i battimenti di interferenza si può eseguire la misura della frequenza con l'approssimazione di 8 parti su 10^8. Il controllo diretto richiede un motore sincrono (comandato dalla corrente prodotta dall'oscillatore campione) accoppiato ad un contagiri; si possono allora contare i periodi della corrente nel tempo di 24 ore esatte misurabili con un pendolo di precisione; la misura di frequenza diretta ha una approssimazione di 1 parte su 10^7.

In una prima serie di misure eseguite il 30 settembre 1931 le frequenze date da campioni esistenti in Inghilterra, Francia e Belgio sono risultate uguali con l'approssimazione di 2 parti su 10^6. In una seconda serie di misure seguite il 29-30 giugno 1932 fra 4 stazioni (Inghilterra, Francia, Germania e Polonia) le frequenze dei campioni sono risultate uguali a meno di 1 parte su 10^7 con degli scarti temporanei di 6 parti su 10^8. In una terza serie del 21 dicembre 1932 è stato confermato il risultato della precedente. In conclusione si possono garantire al presente dei campioni di frequenza costanti a meno di 1 parte su 10^7 ed il controllo della frequenza fra campioni anche molto lontani fra di loro può essere eseguito con l'ausilio della radio con un'approssimazione di 2 parti su 10^8.

I. L.

W. F. Rawlinson — **La ricezione dei segnali radio sui bastimenti.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 453, settembre 1934, pag. 293-311 e discussione fino a pag. 316, con 29 fig.). **34 d**

Gli apparecchi radioriceventi sulle navi sono sistemati in cabine convenientemente schermate contro i campi elettrici di origine locale; devono inoltre possedere delle buone doti di robustezza e di durata dato che il loro servizio è continuo (per 24 ore della giornata) e che le condizioni dell'ambiente nel quale sono tenuti sono sfavorevoli alla loro conservazione. Le valvole sono le parti più soggette a guastarsi e non sempre sono ricambiabili perchè i tipi nuovi soppiantano quelli vecchi prima ancora che l'apparecchio abbia reso un servizio tale da consigliare la sostituzione integrale.

Gli apparecchi riceventi devono avere una notevole ampiezza di ricezione per poter raccogliere le comunicazioni di stazioni che hanno lunghezze d'onda molto diverse fra di loro; il rapporto fra la massima e la minima lunghezza d'onda ricevibile và da 10 a 30 per gli apparecchi di costruzione normale; in un tipo di apparecchio di costruzione specialissima il rapporto è stato portato fino a 1333. Sulle navi si usa più la radiotelegrafia che la radiotelefonia; la selettività va intesa nel senso che la ricezione di segnali deboli non deve essere influenzata dalla presenza di stazioni trasmittenti (costiere o su altre navi) nella vicinanza della nave ricevente purchè vi sia una notevole differenza nelle lunghezze d'onda. Sotto questo aspetto sono più selettivi gli apparecchi nei quali l'amplificazione viene suddivisa su diversi stadî mentre non sono raccomandabili i montaggi in reazione delle valvole. L'aggiunta di una eterodina ausiliaria rende possibile la separazione di 2 onde di intensità poco diversa e di frequenza vicina. In qualche caso bisogna disporre diversi ricevitori accoppiati ad altrettante antenne o anche ad una sola antenna; per evitare che si verifichino dei disturbi reciproci bisogna disporre prima di ogni ricevitore una valvola schermata collegata mediante resistenza con l'aereo in modo da impedire che le oscillazioni eventualmente prodotte dall'apparecchio possano passare sull'aereo.

L'A. dà numerosi dettagli costruttivi di alcuni ricevitori normali per onde corte (da 1500 a 23.000 kHz) per onde medie (da 150 a 1500 kHz) e per onde lunghe (da 15 a 550 kHz). Oltre a questi ricevitori destinati al servizio continuo bisogna prevedere anche un apparecchio radioricevente più maneggevole (a 3 valvole) con modesta amplificazione e selettività ma adatto a ricevere tutte le onde da 15 a 20.000 kHz e che possa entrare in servizio subito in caso di guasti agli altri apparecchi. Vengono costruiti anche ricevitori speciali collegati a due quadri riceventi verticali fissi e ad angolo retto fra di loro, in luogo dell'aereo orizzontale ordinariamente usato; il circuito deve essere studiato in modo da ricevere i segnali egualmente bene da qualunque direzione provengano senza dover ruotare il quadro.

L'alimentazione delle valvole è fatta con due batterie di accumulatori di 100 volt per le tensioni anodiche e di 4 volt per il filamento; la capacità delle batterie deve essere proporzionata al numero degli apparecchi in servizio. Si è tentato di alimentare gli apparecchi radioriceventi con c. a. (usando valvole a riscaldamento indiretto) ma finora con scarso successo; occorre in tal caso un gruppo motore a corrente continua-aternatore poichè l'energia elettrica a bordo delle navi viene sempre prodotta mediante dinamo a c. c. Il sistema a corrente alternata permetterebbe di eliminare il peso e l'ingombro delle batterie a bordo delle navi.

Discussione. — Si possono applicare persino 5 ricevitori ad un aereo senza che si influenzino a vicenda, disponendo all'entrata di ognuno un condensatore di piccola capacità. Il circuito in reazione di Reinartz è stato usato con successo per costruire un ricevitore per frequenze comprese fra 20.000 a 100 kHz, il campo può essere esteso fino a 15 kHz con l'aggiunta di un circuito ausiliario.

I. L.

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

I. Panara — **Le corrosioni elettrolitiche e le protezioni della rete telefonica di Milano.** (L'Elettrot., 5 aprile 1934, pag. 209-219, con 25 fig.). **38c**

Dopo aver accennato in linea generale ai fenomeni di corrosioni elettriche, che si manifestano nelle condutture sotterranee, l'A. descrive la rete telefonica sotterranea di Milano ed illustra il sistema protettivo di riduzione ai minimi potenziali negativi, che è stato per essa adottato. Sono illustrati anche i dispositivi di sorveglianza e di controllo delle tensioni.

Ri.

W. West, D. McMillan — **Caratteristiche dei ricevitori telefonici.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 453, settembre 1934, pag. 317-332, con 13 fig.). **38 b**

Le misure di intensità sonora sui telefoni vengono eseguite applicando all'imboccatura un orecchio artificiale avente un volume di 3 cm³ ed una sezione di 0,3 cm² lungo il condotto che fà capo al condensatore di misura. La sensibilità dell'orecchio artificiale decresce al crescere della frequenza sonora, se però si applica al condensatore un amplificatore avente una sensibilità crescente con la frequenza il complesso acquista una sensibilità costante per tutte le frequenze comprese fra 200 e 4000 hertz. L'impedenza acustica dell'orecchio artificiale (definita dal rapporto fra la pressione sonora e la velocità di spostamento del volume d'aria del condotto auditivo) è risultata praticamente uguale a quella dell'orecchio naturale. Lo stesso apparecchio serve anche a misurare l'impedenza meccanica della lamina vibrante, definita dal rapporto fra la forza applicata e la velocità impressa; essa dipende oltrechè dalle caratteristiche meccaniche della lamina vibrante anche dalla quantità di aria che partecipa alla vibrazione sulle due facce.

Le misure magnetiche del flusso in funzione della distanza del diaframma dai poli magnetici hanno dimostrato che una certa percentuale delle linee di forza oltrepassa il diaframma e non contribuisce a formare la forza di attrazione magnetica; inoltre la distribuzione delle linee di forza sotto i poli non è uniforme tanto che l'area effettiva attraversata dalle linee di forza desunta dalla misura diretta del flusso e della forza d'attrazione è compresa fra il 48 e il 63% dell'area del polo. La sensibilità del telefono alle correnti presenta un massimo per un particolare valore della distanza fra i poli e la lamina vibrante; a seconda del modo di costruzione e dei materiali usati si nota un massimo di sensibilità per una corrente telefonica avente una frequenza compresa fra 1000 e 1500 hertz. Se si riempie il telefono con cera fusa scompaiono i fenomeni di risonanza della lamina vibrante e si ottiene una sensibilità quasi costante a tutte le frequenze ma molto inferiore a quella dello stesso telefono con la membrana libera di vibrare nell'aria. Più difficili sono da definire le modalità delle prove dirette a mettere in evidenza le distorsioni sonore prodotte da sovraccarichi nel telefono.

I. L.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

F. M. STARR — **Un nuovo metodo di protezione contro le messe a terra.** (Elec. Eng., novembre 1934, pag. 1472-1477, con 12 fig.). **40 d**

Viene descritto un nuovo dispositivo di protezione specialmente adatto per linee a neutro isolato o connesse a triangolo. Le applicazioni possibili sono assai larghe e perchè il relais possa rispondere a tutti i requisiti occorre: che la sua azione dipenda esclusivamente dalla dissimmetria che si manifesta, nel caso di un guasto, nel sistema delle tensioni; che possa essere applicato per linee di qualunque tensione; e che assicuri una corretta operazione per un largo campo di temperature e di variazioni della tensione del sistema. Il dispositivo descritto comprende due elementi di tirite derivati da due fasi del sistema i quali collegati in parallelo fra loro e poi opportunamente in serie con un gruppo di resistenze con un estremo a terra vengono sostanzialmente a costituire un complesso potenziometrico che alimenta, in derivazione, la griglia di uno speciale tubo elettronico. Normalmente, data l'altissima resistenza degli elementi di tirite la tensione applicata alla griglia riesce piccolissima, ma se una delle fasi di linea va a terra l'aumento di tensione che si manifesta nella fase sana, date le caratteristiche non lineari della tirite, produce nell'elemento ad essa connesso una corrente relativamente assai più intensa di quella a linee integre; la caduta di tensione nel complesso potenziometrico diventa pure più grande e così pure istantaneamente la tensione applicata alla griglia del tubo elettronico il quale si innesca e lascia passare una corrente dell'ordine di circa 20 mA sufficiente per azionare il relais. L'A. descrive con qualche dettaglio i diversi elementi che vengono a costituire il dispositivo di protezione. Una delle caratteristiche di esso è quella di essere capace di assicurare la protezione anche se la tensione di linea varia fra l'80 % e il 118 % di quella normale. Un'altra utile proprietà è quella di non essere sensibile alle conseguenze di eventuali prove dei cavi con corrente continua come in molti casi si usa fare periodicamente. Il dispositivo si presta ad essere applicato sia sulle linee primarie ad alta tensione sia sulle reti secondarie di distribuzione, e riesce relativamente poco costoso. Con qualche leggera complicazione di impianto si può anche ottenere che il dispositivo non solo riveli a presenza di una messa a terra ma indichi anche quale sia la fase guasta. *N.*

W. OBURGER — **La ripartizione del carico nelle reti ad anello, mediante trasformatori trasversali.** (E. u. M., N. 26, 1 luglio 1934, pag. 297-300, con 5 fig.). **40 f**

Il trasformatore trasversale comporta notoriamente un avvolgimento di regolazione ottenuto connettendo in serie più gruppi di bobine appartenenti a fasi diverse. Commutando sotto carico, mediante inseritore a gradini, le diverse prese, si ottengono tensioni variabili in grandezza e fase. Queste tensioni trasversali influenzano soltanto la ripartizione del carico attivo se il vettore della tensione addizionale è rotato, rispetto alla tensione della rete, di un angolo eguale all'angolo d'impedenza dell'anello cui il trasformatore appartiene; è influenzato invece il carico reattivo, se il vettore è in quadratura col vettore determinato dall'angolo di impedenza. Una posizione intermedia del vettore tensione addizionale influenza tanto la ripartizione del carico attivo, quanto la ripartizione del carico reattivo.

Le possibilità di regolazione del trasformatore trasversale, inserito nelle reti ad anello, consentono di ottenere scopi molteplici. È possibile ridurre sensibilmente le perdite nel rame, impedire il sovraccarico di tronchi o di trasformatori non largamente dimensionati, ripartire il carico, compatibilmente con le esigenze di un determinato contratto di fornitura di energia.

La determinazione dei dati fondamentali di tali trasformatori venne basata fino ad ora sopra indagini e misure fatte su linee in servizio. È tuttavia possibile, come dimostra l'A., predeterminare gli elementi base per il calcolo dei trasformatori trasversali (collegamenti, ripartizione delle tensioni regolate, potenza propria e potenza passante) adatti per una determinata rete ad anello. Il metodo adatto allo scopo è illustrato sulla scorta di un esempio numerico. *V. D. Ma.*

J. TEICHTMEISTER — **La potenza trasmissibile dalla linea di collegamento di due centrali in parallelo, in relazione alla resistenza della linea.** (E. u. M., N. 16, 22 aprile 1934, pag. 181-182, con 2 fig.). **40 a**

Tracciando il diagramma di equilibrio delle tensioni di un sistema composto di due centrali in paralelo attraverso una linea di collegamento, si dimostra che la potenza massima reale scambiabile fra le due centrali è una funzione del rapporto fra la resistenza induttiva e quella ohmica della linea. Con linee a bassa resistenza induttiva, sopratutto con linee a frequenza ferroviaria, la potenza limite è molto piccola. Essa può peraltro essere aumentata, accrescendo l'induttanza della linea, mercè l'inserzione di bobine di autoinduzione. E' facile vedere che esiste una condizione di optimum per la resistenza induttiva a cui corrisponde una potenza limite massima. L'induttanza addizionale necessaria per realizzare le condizioni di optimum può essere determinata semplicemente con un procedimento grafico illustrato dall'A. *V. D. Ma.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

L. v. VEREBÉLY — **Dati di esercizio della ferrovia Budapest-Hegyeshalom elettrificata con corrente monofase a 50 Hz.** (El. Bahnen, N. 4, aprile 1934, pag. 73-78, con 8 fig.). **41 a**

I dati riflettono il primo tronco, Budapest-Komàron (km 105), elettrificato nel settembre 1932. L'energia è fornita dalla centrale di Bànhida nella quale sono installati due alternatori bipolari da 26.300 kW, 11.000 V, $\cos\varphi = 0{,}8$, 50 Hz, di costruzione normale, allestiti senza prendere in particolare considerazione l'alimentazione monofase della linea di trazione mediante un sistema trifase. Attualmente, il carico è fornito soltanto da due fasi del sistema trifase: ciò non di meno, si è potuto constatare una dissimmetria nel sistema delle tensioni inferiore all'1 %, grazie alla compensazione del convertitore montato a bordo dei locomotori. Le due sottostazioni, allacciate a due fasi distinte della linea doppia a 110 kV, sono equipaggiate con due trasformatori monofasi da 4000 kVA, 107/16 kV, 50 Hz installati all'aperto con le sbarre ad alta tensione e gli interruttori in olio. I buoni risultati hanno indotto ad adotare lo stesso equipaggiamento per le altre due sottostazioni, le quali, allacciate entrambe alla terza fase della linea a 110 kV, alimenteranno il tronco Komàron-Hegyeshalom.

La linea di contatto si è comportata, in generale, soddisfacentemente. Particolari accorgimenti sono stati necessari per realizzare il sezionamento della linea di contatto in corrispondenza dello scambio delle fasi del sistema. La capacità di carico della linea di contatto è stata oggetto di particolari misure da parte dei tecnici interessati all'esercizio dell'impianto. Quantunque le misure abbiano confermato che l'impedenza della linea è all'incirca tripla di quella della stessa linea alimentata a 16 2/3 Hz, tenuto conto della circostanza che i locomotori assorbono energia con fattore di potenza eguale ad 1 oppure anche capacitivo, si è potuto constatare che la caduta di tensione a 50 Hz è sensibilmente inferiore della caduta a 16 2/3 Hz. Anche agli effetti delle perturbazioni nei circuiti a corrente debole, è stato provato che il comportamento della linea a 50 Hz non è peggiore di quello delle linee a frequenza ferroviaria. I due tipi di locomotori impiegati — rodiggio 1 D 1 ed F —, entrambi della potenza oraria di 1600 kW, hanno corrisposto alle previsioni. Per la parte meccanica, inconvenienti si sono verificati a causa del comportamento non pienamente soddisfacente di un tipo di carrello e delle difficoltà nella realizzazione del sistema di comando con biellismi articolati. La parte elettrica si è comportata in modo soddisfacente: il convertitore di fase, nonostante l'isolamento in olio dello statore e la refrigerazione ad acqua del rotore, non ha dato luogo ad inconvenienti nemmeno in inverno. Anche i contattori sono stati in parte migliorati e rinforzati. *V. D. Ma.*

H. FORWALD — **La capacità di trasporto dell'energia dei sistemi di alimentazione delle linee di contatto monofasi, in particolare di quelle a 50 Hz.** (El. Bahnen, N. 4, aprile 1934, pag. 79-84, con 3 fig.). **41 c**

Dopo aver accennato a motivi che giustificano l'attenzione dei tecnici sul sistema di trazione monofase a frequenza industriale, con particolare riguardo alle nuove possibilità offerte dai convertitori a vapore di mercurio con griglie comandate, l'A. stabilisce un confronto fra la capacità di trasporto dell'energia delle linee monofasi a frequenza ferroviaria e di quelle a frequenza industriale, tenuto conto delle cadute massime di tensione ammesse dalle motrici. Il confronto si estende ai quattro sistemi d'alimentazione impiegati: 1°) Alimentazione con linea aerea e ritorno attraverso rotaie e terra (Ferrovie del Reich, Ferrovie Federali Svizzere); 2°) Alimentazione come sopra, ritorno attraverso le rotaie soltanto (Ferrovie dello Stato della Norvegia); 3°) Alimentazione some sopra, ritorno attraverso il binario isolato (Ferrovie dello Stato della Svezia); 4°) Alimentazione e ritorno come in 1°, ma aumento della capacità di trasporto della linea mediante autotrasformatori lungo la linea. (Alcune linee degli Stati Uniti: Virginia, Reading). L'A. arriva alla conclusione che il mantenimento della tensione oggidì in uso per le linee a frequenza ferroviaria — 15 kV — anche per le linee a frequenza industriale alimentanti locomotori con convertitori statici non è compatibile con una distanza economica fra le sottostazioni. Una soluzione soddisfacente implica un sensibile incremento della tensione di alimentazione ($22 \div 23$ kV) oppure l'adozione di sistemi complessi di alimentazione. È necessario, in ogni caso, mantenere in stretta relazione lo studio del sistema di alimentazione con quello delle motrici e di cercare di realizzare locomotori con fattore di potenza il più elevato possibile e, possibilmente, atti alla compensazione di fase della linea di contatto. *V. D. Ma.*

E. R. KAAN — **L'elettrificazione della rampa meridionale della Tauernbahn (Austria).** (E. u. M., N. 14, 8 aprile 1934, pag. 157-159; El. Bahnen, N. 4, aprile 1934, pag. 93). **41 a**

Terminata, nel 1933, l'elettrificazione della rampa nord, è stato deciso di estenderla anche alla rampa sud che su di una lunghezza di 34,5 km vince un dislivello di 636,5 m, con pendenze massime del 28 ‰. Il raggio minimo delle curve è di 250 m; la lunghezza di linea in tunnel è di 4390 m. La linea sarà alimentata mediante la rete a 55 kV delle ferrovie Federali Austriache. L'energia a 55 kV

verrà trasformata a 15 kV nella nuova sottostazione di Mallnitz, equipaggiata con 2 unità (più tardi quattro) da 2400 kVA, capaci di sopportare sovracarichi fino a 6000 kVA. La linea di contatto analoga alle altre recenti della Oe. B. B. avrà tuttavia alcune semplificazioni. Il filo di contatto sagomato avrà una sezione di 100 mm² in piena linea e sui binari principali di transito nelle stazioni e di 65 mm² sui binari di raddoppio nelle stazioni; La corda portante in bronzo sarà di 35 mm² in piena linea nelle stazioni e di 50 mm² in galleria. La linea sarà rinforzata da un feeder in treccia di rame da 120 e da 95 mm² e, per un piccolo tronco, da un cavo da 240 mm². Per l'esercizio, verranno dapprima impiegati locomotori leggeri prelevati da alte linee. È previsto pure l'impiego di due tipi di automotrici: le prime, pei treni leggeri viaggiatori, avranno 2 motori tipo tram da 200 kW (rodiggio Bo — 2) e una velocità massima di 90 km/h; le altre, per treni viaggiatori e merci, avranno 4 motori da 200 kW (rodiggio Bo — Bo) ed eguale velocità massima. *V. D. Ma.*

W. A. Giger — **L'equipaggiamento elettrico di automotrici monofasi americane.** (El. Bahnen, N. 3, marzo 1934, pag. 49-56, con 11 fig.). **41 e**

La descrizione riguarda le 70 automotrici ordinate dalla Reading Company per la rete suburbana di Filadelfia, a scartamento normale, elettrificata con corrente monofase a 12 kV, 25 Hz. Ogni motrice ha due motori (della potenza oraria di 182 kW e continuativa di 153 kW) del tipo monofase compensato in serie, costantemente collegati in serie; essi trasmettono il moto alle ruote motrici attraverso un ingranaggio elastico con rapporto 22 : 57. Le automotrici sono previste per comando multiplo e sono munite di apparecchi per l'avviamento automatico su sette posizioni di marcia. La maggior parte degli apparecchi elettrici è montata sotto il pavimento della vettura. L'equipaggiamento delle cabine di manovra è estremamente semplice e, poichè opportuni provvedimenti elementari hanno permesso di evitare il pericolo che gli apparecchi delle cabine possano essere comandati dai viaggiatori, le stesse cabine sono utilizzate come piattaforme di accesso alla vettura. I due pantografi, in conformità con la pratica corrente americana, hanno il comando di sollevamento realizzato mediante molle: l'abbassamento è comandato pneumaticamente. Le motrici sono provviste di sbarre ad alta tensione montate sul tetto; tutte le sbarre delle vetture costituenti un treno sono collegate fra loro con particolari accoppiamenti a comando pneumatico. Per la ventilazione del trasformatore e dei motori di trazione è montato sotto il pavimento un gruppo moto-ventilatore al quale è accoppiata direttamente una dinamo. Quest'ultima, funzionante in tampone con una batteria, alimenta il circuito luce ed i circuiti di comando. I comandi per gli altri circuiti ausiliari non hanno particolarità degne di speciale rilievo.

Le automotrici pesano a carico completo 63.500 kg e sono in grado di sviluppare una velocità oraria di 56 km/h ed una velocità massima di 113 km/h. *V. D. Ma.*

E. Kaan — **L'elettrificazione delle Ferrovie Federali Austriache in passato e nel futuro.** (Trac. Elect., N. 1, gennaio 1934, pag. 3-10, con 2 fig. e 4 tabelle). **41 v**

Premesso che all'inizio della guerra europea, l'Austria non aveva che due linee a scartamento normale elettrificate — la Mittenwaldbahn e la Vienna-Presburg — l'A. riassume i progressi dell'elettrificazione dopo la guerra, illustrando la portata e l'importanza dei lavori eseguiti in seguito all'approvazione del piano di elettrificazione da parte dell'Assemblea Nazionale Costituente nel 1920. I vantaggi apportati all'economia del paese dai lavori di elettrificazione e le migliorie dell'esercizio sono ampiamente documentati e sono ritenuti tali da giustificare l'estensione della trazione elettrica, del resto già progettata, ad un altro complesso di linee per 752 km.— Esaminato il lato economico della estensione della elettrificazione, sono passati in rassegna i dettagli più salienti degli impianti elettrici che verranno imposti alle nuove linee, come frutto dell'esperienza fatta sugli altri tronchi elettrificati. Un cenno particolare è fatto alla ferrovia del Tauern, in parte già elettrificata e per l'altra parte in corso di elettrificazione. *V. D. Ma.*

J. Gillet — **Le applicazioni dell'elettricità nella marina.** (La Technique Moderne, 15 giugno 1934, pag. 452-457, con 16 fig.). **41 h**

L'articolo considera le diverse applicazioni dell'elettricità nel campo navale, soffermandosi in modo particolare su quanto si riferisce alla propulsione elettrica. Questo sistema presenta la massima elasticità e dolcezza come agente di trasmissione fra l'elica e le macchine marine; e risolve il problema della marcia indietro. Col sistema elettrico vengono inoltre soppressi i riduttori e viene ridotta la lunghezza della linea d'asse. Dopo tali premesse l'articolo tratta delle navi di superficie, a propulsione turbo-elettrica ed a propulsione Diesel-elettrica, riportando esempi di alcune delle più importanti costruzioni; passa poi ai sottomarini, dove assieme al macchinario elettrico di propulsione assume un'importanza grandissima l'apparecchiatura di sicurezza per impedire manovre intempestive che potrebbero avere conseguenze estremamente gravi.

Le generatrici di servizi-ausiliari hanno pure assunto grande importanza per lo svilupo dei servizi stessi ,i quali, per esempio, per la nave Normadie richiedono una potenza installata di 13.200 kW, distribuita su 6 generatrici. Si prevede che la corrente continua, finora in uso, verrà abbandonata e sostituita dalla corrente alternata con alternatori direttamente azionati dalle turbine, evitando così l'impiego di ingranaggi riduttori. *E. R.*

M. Le Goulleg — **L'apparecchiatura automatica a contattori nella marina.** (La Tech. Mod., 1 agosto 1934, 2 pag., con 2 fig.). **41 i**

L'Autore dopo di aver accennato alle principali applicazioni dell'apparecchiatura elettrica in genere nella marina, e di aver rilevate le funzioni cui essa è chiamata a rispondere, si diffonde in merito all'apparecchiatura a contattori. La marina mercantile ha spinto a fondo l'esperienza circa questo tipo di comando, applicando a battelli sia la condotta che il pilotaggio automatici. L'equipaggiamento a contattore pare infatti offra notevoli vantaggi, come, minimo ingombro, possibilità di adattamento in qualsiasi posizione, facilità di asservimento, ecc. L'apparecchiatura automatica con contattore si applica non soltanto ai servizi ausiliari, ma anche al comando, controllo e protezione delle macchine generatrici e si presta particolarmente bene alla costituzione di quadri di distribuzione sui quali viene raggruppata in uno spazio molto ristretto. Quello che particolarmente si richiede è l'accuratezza della costruzione e la rispondenza alle esigenze di servizio che si hanno in marina. *E. R.*

W. Luthi — **Un nuovo sistema di riscaldamento per vetture ferroviarie.** (Revue B. B., N. 3, marzo 1934, pag. 51-54, con 6 fig.). **41 f**

Il nuovo sistema ,sperimentato con successo dalle Ferrovie Federali Svizzere, comporta il riscaldamento delle vetture ferroviarie mediante aria riscaldata con resistenze. La regolazione continua della temperatura ha luogo in ciascun compartimento mediante valvole comandate con leveraggi, o, in modo più economico, controllando l'inserzione delle resistenze mediante termostati: oltre alle posizioni estreme di totale inserzione o disinserzione della resistenza, è prevista una posizione intermedia con la metà delle resistenze inserite. È pure possibile un controllo a temperatura costante, adatto ad es., per i vagoni-letto, comandando le valvole di strozzamento dell'aria calda mediante termostati. I dispositivi possono essere adottati per la ventilazione durante la stagione estiva, anche perfezionandoli, con l'aggiunta di un frigorifero o di un refrigerante. Il sistema è pure compatibile col riscaldamento a vapore. L'impianto elettrico è previsto per alimentazione con corrente monofase a 1000 V, 16 2/3 Hz, corrente monofase a 1000 V, 50 Hz, corrente continua a 1500 V e corrente continua a 3000 V. Il dispositivo di commutazione per le diverse alimentazioni è comandato automaticamente appena il cavo di accoppiamento è allacciato e l'interruttore è comandato dalla cabina di manovra della motrice. *V. D. Ma.*

E. Schroeder — **Veicoli a motore Brown Boveri.** (Revue B. B., N. 4, aprile 1934, pag. 69-76, con 5 fig.). **41 v**

La rassegna delle motrici Brown Boveri — locomotori ed automotrici — costruite a tutto il marzo 1934, è preceduta da un cenno interessante sulle quattro automotrici trifasi da 15 kW, 400 V, 40 Hz costruite per i tram di Lugano e sui locomotori trifasi da 2 × 110 kW, 750 V, 40 Hz della Berthoud-Thoune, che furono i primi locomotori costruiti in Europa per linee a scartamento normale. L'A. riporta in una tabella il prospetto delle motrici costruite ed equipaggiate elettricamente dal Consorzio Brown Boveri fino al marzo 1934. *V. D. Ma.*

N. W. Storer — **Automotrici e locomotive Diesel-elettriche.** (Elec. Eng., novembre 1934, pag. 1461-1456, con 4 fig.). **41 g**

Riassumendo i rapidi progressi compiuti dal motore a combustione interna applicato alla trazione, l'A. cita come l'esempio più cospicuo una locomotiva della Canadian National, composta di due elementi articolati, ciascuno con un motore Diesel veloce da 1000 kW. Molte questioni particolari devono ancora essere soddisfacentemente risolte: costruzione di motori potenti, di piccole dimensioni, e sicuri; miglioramento nei sistemi di trasmissione del movimento delle ruote; sistemi di regolazione che permettano la massima utilizzazione del motore; perfezionamento di molti dispositivi ausiliari. Dal confronto di due curve caratteristiche (sforzo di trazione in funzione della velocità) l'A. illustra i vantaggi presentati dai sistemi elettrici di trasmissione in confronto a quelli meccanici. Il confronto fra locomotive a vapore e Diesel-eettriche dimostra che queste ultime sono specialmente utili per corse brevi o per servizi con fermate frequenti. Nei riguardi della trazione elettrica vera e propria il sistema Diesel-elettrico non può considerarsi un vero concorrente in quanto i due sistemi hanno campi propri di maggior convenienza in funzione delle velocità, degli sforzi di trazione, ecc. Viene poi brevemente discussa la questione del proporzionamento dei motori Diesel e dei motori elettrici di collegamento dimostrando come questi debbano essere proporzionati molto largamente rispetto alla potenza media che essi sono chiamati a sviluppare. Così il generatore collegato al Diesel deve avere una potenza che è di circa il 20 % in più di quella che esso è chiamato narmalmente a sviluppare. Quanto ai sistemi di regolazione l'A.

illustra brevemente le proprietà di quelli che si basano esclusivamente sulle caratteristiche proprie del generatore e della sua eccitatrice e quelli che utilizzano piccole variazioni nella velocità del motore per rendere la coppia del generatore eguale a quella del motore. Questo ultimo sistema è assai più opportuno per quanto riguarda anche i servizi ausiliari. L'A. prevede un grande sviluppo della trazione Diesel-elettrica in relazione alla costruzione di grandi motori da 2000 a 3000 kW che pesino da 6 a 12 kg per kW. *N.*

E. SEEFEHLNER — **L'importanza della elettrificazione in Austria; in particolare, della elettrificazione delle Ferrovie Federali.** (E. u. M., N. 21-22, 27 maggio-3 giugno 1934, pag. 237-243 e 254-257). **41 a**

Le difficoltà avanzate dai critici della elettrificazione ferroviaria non reggono, di fronte ai vantaggi di indole tecnica ed economica della elettrificazione. Individuata la natura della concorrenza alla ferrovia, l'A. afferma che il dominio di quest'ultima può essere mantenuto elevando in primo luogo il livello della velocità di convogli ferroviari. Sulle linee principali, questo risultato può essere raggiunto soltanto con la elettrificazione. A conclusione dell'articolo, è esaminato il problema dell'elettrificazione della ferrovia Vienna-Salisburgo. *V. D. Ma.*

E. ARIMONDI — **Criteri economici per l'impiego delle vetture rimorchiate nell'esercizio tranviario urbano.** (L'Elettrot. 5 aprile 1934, pag. 219-221, con 3 fig.). **41 a**

L'A. discute l'opportunità della odierna tendenza dell'abolizione delle vetture rimorchiate nelle linee tramviarie urbane. Confrontando l'impiego di grandi vetture con quello di vetture a 2 assi integrate da rimorchi nelle ore di punta, dimostra come quest'ultima soluzione possa essere in qualche caso preferibile. *Ri.*

R. VALLAURI — **Di alcuni aspetti del fenomeno dell'aderenza nel problema della trazione.** (L'Elettrot., 15 aprile 1934, pag. 233-244, con 7 fig.). **41 a**

Viene anzitutto esaminato il complesso delle forze che si manifestano durante il fenomeno della trazione, dimostrando come esse diano origine a coppie per le quali vengono alterate le distribuzioni dei pesi sui singoli assi motori. Questo fenomeno viene poi in particolar modo esaminato e discusso nel caso riguardante una automotrice tramviaria e in quello di un locomotore elettrico. Viene dimostrato come tali fatti perturbatori possano acquistare notevole importanza pratica. *Ri.*

MOREL — **Le istallazioni automatiche della linea Orleans-Tours.** (R. G. E., 14 luglio 1934, pag. 61-77). **41 b**

La linea da Orleans a Tours (118 km) a doppio binario, alimentata a corrente continua 1500 V è stata resa di funzionamento completamente automatico attraverso cinque sottostazioni e sei posti di sezionamento. La partenza e l'arresto dei gruppi, la richiusura dei sezionatori dei feeders, o dei posti di sezionamento non dipendono che dalle condizioni della linea senza alcun intervento del personale. La linea è tenuta sotto tensione alle due estremità da due sottostazioni pilota che funzionano continuamente. L'A. nel suo articolo illustrativo segue con schemi e diagrammi il funzionamento dell'impianto, dall'avviamento della commutatrice a quello del gruppo e all'accoppiamento sulle sbarre omnibus. Le sottostazioni sono a 2 gruppi da 2000 kW e mentre il primo gruppo si avvia per una caduta di tensione sulla linea e si arresta per la caduta del carico, il secondo parte solo in caso di avaria o sovraccarico del primo gruppo. È indicato pure come avviene la protezione dei gruppi e la selezione dei guasti, e sono riportati i risultati di alcuni esperimenti di corto circuito con il funzionamento degli elementi protettivi. Notevoli le soluzioni adottate per alcuni dispositivi accessori, come la sorgente ausiliaria di energia per i circuiti di comando. *G. Cc.*

R. H. SJOBERG — **La vettura filoviaria di oggi.** (Gen. Elec. Rev., agosto 1934, pag. 387-389). **41 e**

In servizio urbano con le vetture filoviarie si possono realizzare velocità commerciali dal 10 al 15 % superiori a quelle degli autobus e dal 10 al 25 % superiori a quelle dei tram. Queste elevate velocità commerciali delle filovie (20 ÷ 25 km/h) sono principalmente dovute alle alte accelerazioni di avviamento e alle alte decelerazioni di frenatura che si ottengono senza alcun fastidio per i passeggeri.

Le vetture filoviarie oggidì raggiungono velocità di regime dai 56 ai 64 km/h, a seconda del peso delle vetture e dei rapporti di trasmissione adottabili. Se il servizio lo richiede, queste velocità possono anche essere aumentate.

La vettura filoviaria ha un costo di esercizio più basso dei tram e degli autobus.

Secondo una analisi dell'A. la vettura filoviaria viene a costare al km da 1,9 a 3,1 cent. di dollaro meno dell'autobus di pari capacità. La filovia è economicamente adatta in generale per servizi con una frequenza da 3 a 15 minuti.

Le vetture filoviarie americane sono solitamente del tipo da 40 posti a sedere e pesano in ordine di marcia sulle 8 tonnellate, equipaggiate con due motori da 37 kW, comando automatico multiposizioni e freno ad aria. La vettura da 30 posti, con un motore da 37 kW, comando non automatico e freno ad aria, pesa circa 6,4 tonn. Il motore GE-1154 da 35 kW, usato nelle vetture filoviarie equipaggiate dalla G. E. Co., è autoventilato, con poli di commutazione, quattro portaspazzole, carcassa in lamiera saldata e pesa solo 30 kg. Il comando automatico multiposizioni è ad accelerazione variabile con comando a pedale. Ha 18 posizioni che assicurano un avviamento dolce, senza scosse. Tutte le apparecchiature, comprese le resistenze extraleggere, non pesano più di 260 kg. Il comando non automatico per le vetture (a 30 posti) ad un motore è pure assai leggero. Il motocompressore ha una capacità di aria aspirata di 280 litri al minuto. Le prese di corrente sono indifferentemente del tipo a rotella o a scarpetta; queste ultime sono solitamente preferite. Sono impiegate spesso sulle vetture filoviarie anche bobine di induzione contro i disturbi alle radioaudizioni. *C. G. E.*

Lo stato attuale del problema dell'elettrificazione delle grandi strade ferrate francesi. (Trac. Elect., N. 3, marzo 1934, pag. 40). **41 a**

Il progetto di elettrificazione, in un ventennio, di 8000 km di linea, approvato in Francia immediatamente dopo la guerra, sotto l'impressione delle gravi difficoltà incontrate durante le ostilità per l'approvvigionamento del carbone, è stato molto parzialmente realizzato (3377 km). Soltanto le reti del Midi e della Paris- Orléans hanno visto proseguire i lavori con metodo e continuità. La questione è stata ripresa nel 1931 dalle autorità competenti, le quali sono state indotte a proporre, nel 1932, l'elettrificazione di 1600 km di linee a grande traffico, interessanti le reti dello Stato, della P. O. e del Midi ed a consigliare l'elettrificazione di alcune linee settentrionali della Paris-Lyon-Mediterranée (L. L. M.). Per l'esecuzione di tali lavori è stato fissato un periodo di otto anni. Le linee della P. O. e del Midi comprese in questo programma di elettrificazione saranno elettrificate quando saranno terminati i lavori in corso sulla Vierzon-Brive e sulla Montauban-Sète. Le Ferrovie dello Stato stanno studiando l'elettrificazione delle due linee Paris-Le Havre e Paris-Le Mous. La Compagnia dell'Est esamina in dettaglio la possibilità di elettrificare le sue linee suburbane. *V. D. Ma.*

VARIE.

L. MUSIL — **Compiti delle industrie elettriche in Germania.** (E. T. Z., N. 10, dell'8 marzo 1934, pag. 241-243; N. 11, del 15 marzo 1934, pagine 271-274, con 3 fig.). **42**

L'A. mostra come l'industria elettrica germanica debba orientarsi verso una maggiore interconnessione delle reti, pur tenendo presente però che, qualora l'energia debba essere trasmessa a distanze eccessive, viene a mancare la convenienza del trasporto. Nello stesso articolo sono poi date dalle curve per mostrare i limiti economici delle applicazioni elettrotermiche e l'A. mostra come questo ramo delle applicazioni elettriche potrebbe essere con vantaggio ulteriormente sviluppato. Nella seconda parte viene trattato dell'opportunità di addivenire in Germania alla costituzione di un controllo statale della produzione e distribuzione dell'energia elettrica collo scopo principale di poter giungere ad una riduzione e modificazione delle tariffe in tutto il Reich e quindi a una maggior diffusione delle applicazioni elettriche. *Tt.*

BUFFET, MARUELLE, LE MOIGNE, ROUSSEL — **È possibile irrorare i conduttori sotto tensione durante un incendio?** (R. G. E., 1 settembre 1934, pag. 305-316). **42**

Per rispondere a questa domanda gli AA., dopo aver accennato a qualche considerazione teorica elementare assimilando il getto a un'asta liquida rettilinea, riferiscono gli sviluppi e l'esito delle esperienze compiute presso Parigi. Le ricerche riguardavano l'influenza della natura dell'acqua, del tipo di corrente (continua e alternata), dello stato dell'aria circostante, della pressione del getto, della sezione dell'orificio della lancia. Con l'ausilio del confronto con esperienze compiute da tecnici tedeschi e inglesi gli AA. raccomandano l'uso da parte dei pompieri di stivali isolanti (in sostituzione di guanti di gomma, fili di terra, ricoprimenti della lancia con bachelite, soggetti a deterioramento tutti) e l'adozione di getti piatti, divisi, quasi polverizzati. Stabiliscono poi una tabella che, in funzione delle tensioni e dei diametri dell'orificio della lancia, dà le distanze minime da rispettarsi tra l'estremità della lancia e il conduttore da irrorare. Per tali distanze l'operatore può essere al più raggiunto da una corrente di 1 mA, tale cioè da produrre soltanto un leggero solletico. Non appena si avverte questo sarebbe però pericoloso fare anche un solo passo avanti. *G. Cc.*

CRONACA TECNICA

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

3 d Gli **scaricatori autovalvolari** devono essere ben protetti contro l'umidità e contro gli agenti atmosferici, sulla loro costruzione riferisce *The El. J.* (giugno 1934, pagg. 251-253, con 7 figure). La parte attiva dell'apparecchio è chiusa in un tubo di porcellana verniciata a caldo ed impermeabile all'acqua; alle due estemità del tubo si applica una vernice metallizzata sulla quale può aderire fortemente la saldatura allo stagno. Il tubo viene ermeticamente chiuso mediante due coperchietti metallici che vengono saldati alle estremità previa essicazione accurata dell'interno. Gli scaricatori per bassa tensione (fino a 3000 volt) sono invece sigillati applicando un dischetto di sughero fra il bordo del tubo ed il coperchietto che viene applicato a freddo. È previsto uno speciale dispositivo per interrompere la linea di terra dello scaricatore quando questo dovesse guastarsi e lasciasse passare una corrente permanente verso terra a spese dell'energia di linea. *I. L.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

5 c **Sulla esecuzione dei giunti per rotaie saldati all'arco elettrico** sono esposte notizie in *Arcos* luglio 1934, pag. 1081. L'esame di parecchi casi di rottura avvenuti nei primi giunti eseguiti con saldatura hanno dimostrato che le rotture avvenivano in punti tali da non poter essere giustificate dalla considerazione di semplici sollecitazioni di urto o di flessione. In base a tali studi ed a ricerche sperimentali di cui viene reso conto e che hanno messo in evidenza la perniciosa influenza della presenza di intagli o di bruschi cambiamenti di sezione, sono stati studiati perfezionamenti ai tipi di giunti saldati per rotaia. Il giunto saldato del tipo a piastra appare il più indicato per le sollecitazioni di carattere essenzialmente statico, mentre per gli sforzi ripetuti si presta assai più opportunamente la saldatura del tipo testa a testa. L'esecuzione di questo giunto, che era difficile coi vecchi sistemi, può oggi essere soddisfacentemente eseguita coi nuovi progressi della tecnica. *Ri.*

APPLICAZIONI VARIE.

6 c **I motori shunt trifasi a collettore in collegamento Schrage** hanno trovato nell'industria tessile un vasto campo di applicazione. Essi vengono di preferenza eseguiti come motori blindati con ventilazione artificiale e trovano impiego nelle più svariate branche della industria tessile. Alcuni esempi di applicazione sono illustrati nella *Revue B. B.* del gennaio-febbraio 1934, pagg. 6-7). *V. D. Ma.*

6 c I sacchetti di carta destinati a contenere oggetti di piccole dimensioni o derrate alimentari portano di solito delle illustrazioni o delle diciture che vengono stampate sulla striscia di carta prima che il sacchetto sia stato confezionato. Bisogna naturalmente garantire che durante la confezione del sacchetto la dicitura capiti nella posizione voluta in modo perfettamente automatico. Lo scopo viene raggiunto regolando la velocità della macchina che taglia la carta a mezzo di un **rélais a cella fotoelettrica** (*The El. J.* maggio 1934, pagg. 203-204 con 5 figure); sul bordo della carta si traccia un segno nero durante la stampatura fra una dicitura e l'altra; questo segno serve ad impressionare la cellula fotoelettrica che normalmente è illuminata da una lampada elettrica posta sotto la striscia di carta. Con una velocità della carta di 15 m/sec basta un segno di 5×12 mm per comandare con sicurezza il rélais. *I. L.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 a Nelle *Tr. Ill. Eng. S.* dell'aprile 1934 si accenna ad alcune **esperienze sul potere penetrante della luce gialla attraverso la nebbia** che sono state fatte al Nela Park. In due cassette furono collocate due lampade, una a vapori di sodio e l'altra ad incandescenza, scelte in modo tale che il vetro opalino di chiusura delle cassette presentasse la stessa luminosità. Nelle osservazioni, fatte a 4 km di distanza di nottetempo e con diverse condizioni atmosferiche (con nebbia, con pioggia, con neve, ecc.), non fu dato di riscontrare la più piccola differenza di visibilità fra la luce della lampada a vapori di sodio e la luce della lampada ad incandescenza. *G. Co.*

19 b Nel numero 22 del 1933 di *L. u. L.* A. Pahl si occupa degli **impianti d'illuminazione degli stadi.** Dopo aver illustrati alcuni esempi di impianti del genere, fornisce poi alcune indicazioni sugli apparecchi d'illuminazione più adatti, sul sistema ed altezza di sospensione più consigliabili per essi, sulla intensità d'illuminazione necessaria, sul più favorevole angolo d'incidenza della luce, sui mezzi per evitare i fenomeni di abbagliamento, ecc. *G. Co.*

19 v **L'influenza della pubblicità luminosa sull'aspetto notturno delle città** viene messo in evidenza in un articolo di *J. G. Light* del febbraio 1934. Le disposizioni che si intendono dare a questa forma pubblicitaria devono, da un lato, evitare l'effetto deturpante che spesso assumono alla luce diurna le armature di sostegno e, d'altro canto ,armonizzare con l'estetica dell'edificio sul quale sorgono, durante la notte. Si accenna a regolamentazioni in proposito e si illustrano numerosi esempi di insegne luminose esteticamente soddisfacenti. *G. Co.*

19 a Nei numeri 24, 25 e 26 del 1933 di *L. u. L.* H. Bertling tratta della **distorsione di colore provocata dall'illuminazione con lampade a luminescenza.** Sono considerati i colori ultramarino, verde-cromo, giallo-cromo e vermiglione e le lampade a vapori di sodio, di mercurio, di cadmio, di zinco, di magnesio, di tallio e quelle al neon. La studio è riassunto notando nel triangolo dei colori la diversa posizione che occupa, sotto la luce di ciascuna delle lampade enumerate, ciascuno dei suddetti colori rispetto a quella occupata sotto l'irradiazione del corpo nero a 5.000° K. *G. Co.*

MECCANICA.

27 **L'influenza del peso morto sul diagramma di potenza nelle macchine d'estrazione per miniere** (gabbie, benne, cavi) è studiata da Schwob in *R. G. E.* (16 giugno 1934, pagg. 803-809) il quale conclude che la riduzione di tale peso è di scarso effetto nelle macchine a tamburo troncoconico, a bobine con cavo piatto, ma è di grandissima efficacia in qualle a tamburo cilindrico e a puleggia Koepe. La punta di accelerazione si trova sempre diminuita, e così pure la potenza media di regime. Per contro l'energia recuperata nei periodi di accelerazione sarà meno intensa, ma il bilancio totale risulta sempre largamente beneficiato. *G. Co.*

27 Un esempio tipico di applicazione delle **soffianti assiali** è quallo del tunnel aerodinamico del Politecnico di Zurigo. Il vento provocato dalla soffiante percorre un ciclo chiuso e può raggiungere una velocità massima di 680 m/sec. La soffiante ha una portata di 55 m³/sec con rapporto di compressione di 2,3 alla velocità di 3400 giri/min; aumentando la velocità fino a 3800 giri/min si può ottenere un rapporto di compressione eguale a 3. Essa è comandata da un motore a corrente continua in collegamento Léonard, con regolazione della velocità tra 1200 e 100 giri/min. La potenza del motore è di 1000 kW a 500 V. (*Revue B. B.* gennaio-febbraio 1934). *V. D. Ma.*

MISURE.

28 e **Per misurare le correnti di grande intensità a radio frequenza** è stato costruito un riduttore di corrente nel quale il nucleo di forma circolare è composto di dischetti di ferro al silicio a piccole perdite dello spessore di 0,05 mm smaltati, (*The El. J.* giugno 1934, pagg. 237-238 con 3 figure). Il riduttore è del tipo a passante ed è previsto per una corrente primaria di 200 ampere e secondaria di 1 ampere: aumentando il numero dei passaggi del conduttore primario attraverso il nucleo la portata primaria si riduce in proporzione. L'isolamento fra primario e secondario è assicurato mediante un tubo di micarta fissato nell'interno del nucleo e sostenuto mediante due sopporti dello stesso materiale che permettono di fissare il riduttore dove si desidera. Il rapporto fra corrente primaria e secondaria è maggiore del rapporto teorico (risultante dal numero delle spire primarie e secondarie) quando la frequenza è minore di 500 periodi/secondo e diventa leggermente minore al disopra di 1000 periodi/secondo. Il riduttore può essere usato in servizio continuo anche per valori della frequenza che raggiungono gli 800.000 periodi/secondo con soddisfacenti garanzie di esattezza. *I. L.*

28 c **Un apparecchio molto sensibile per la misura della permeabilità della carta** e di altri materiali analoghi è descritto in *Bur. St. Journ. Res* maggio 1934, pag. 566. Il campione in esame viene fermato fra 2 morsetti che contengono una cavità in cui può essere fatto il vuoto. Il flusso dell'aria è misurato con apparecchio a tubi capillari. Uno speciale regolatore di pressione mantiene costante la caduta di pressione nell'apparecchio. Appositi dispositivi eliminano l'errore comune ai soliti apparechi in seguito alle perdite sugli orli. L'apparecchio ha un campo di applicazione estesissimo, che permette di misurare valori di permeabilità variabili nel rapporto di 1 a 1.000.000. L'errore di misura è dell'ordine di pochi decimi di percento. L'apparecchio si presta per materiali laminari dello spessore fino a mm 15 circa e non richiede per la prova la distruzione del materiale. *Ri.*

MOTORI PRIMI.

30 d La *Revue B. B.* del gennaio-febbraio 1934 riassume i primi risultati di esercizio ottenuti durante lo scorso anno con le **caldaie Velox** installate (cfr. *L'Elettrotecnica,* 15 ottobre 1933). Sono notevoli i risultati delle prove di collaudo eseguite sopra due caldaie, una da 34 t/h e l'altra da 28 t/h. Sulla prima è stato misurato un rendimento termico variabile dal 86,8 al 93,8 % al variare del carico da 1/5 ad 1/1; sulla seconda un rendimento globale, comprese le macchine ausiliarie, variabile dal 86,3 al 91,4 % al variare del carico fra 1/4 ed 1/1. I risultati delle prove sono riassunti in una tabella. *V. D. Ma.*

30 d L'impiego delle **caldaie Velox nella marina** risulta particolarmente favorevole da uno studio compartivo riportato nella *Revue B. B.* del gennaio-febbraio 1934. Si tratta del confronto fra l'impianto di caldaie tubolari del transatlantico « Conte di Savoia » e l'impianto di generatori di vapore Velox capaci di fornire una quantità di vapore leggermente superiore. Gli elementi più importanti del confronto sono i seguenti:

		tubolare	velox
Tipo di caldaia		tubolare	velox
Numero di caldaie		10	8
Qantità di vapore in servizio continuo	t/h	362	450
Temperatura del vapore vivo	°C	385	385
Pressione del vapore vivo	kg/cm²	32	32
Superficie riscaldante	m²	10 × 1250	8 × 110
Superficie surriscaldante	m²	10 × 660	8 × 132
Rendimento in servizio continuo	%	85	92
Peso delle caldaie con tutte le macchine ausiliarie e le tubazioni piene d'acqua	t.	2470	630
Volume del compartimento delle caldaie	m³	9750	4950

V. D. Ma.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

40 g **Esperienze relative agli effetti fisiologici della corrente** alle intensità pericolose, e alla resistenza minima del corpo umano sono state compiute da Freiberger. Di esse dà notizia Ornson in *R. G. E.* (9 giugno 1934, pagg. 779-84) riferendo dei risultati ottenuti sui cadaveri e sui corpi viventi, in merito alle caratteristiche della resistenza con o senza epidermide, alla variazione della resistenza con la temperatura, all'influenza delle superfici di contatto. Quando le tensioni sono deboli lo stato delle superfici (grandezza, pressione, temperatura, umidità) è un fatto dominante. Se invece la tensione è sufficiente a provocare la rottura dell'epidermide entrano in gioco la costituzione fisica e la dimensione delle articolazioni. *G. Cc.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 i **Un gruppo di esperienze sulla sicurezza degli impianti di bordo** è stata compiuta da Kahn che ne riferisce in *R. G. E.* (19 maggio 1934, pagg. 689-95). Le esperienze riguardavano la possibilità di degradazione dell'isolante con relativa corrente di fuga sino a bruciatura del cavo senza intervento degli apparecchi di protezione, e le condizioni in cui l'isolante tende a degradarsi. La prevenzione di tali incidenti può essere affidata unicamente agli indicatori di isolamento o a un rigoroso, continuo controllo della rigidità dielettrica dell'impianto. *G. Cc.*

41 e I tipi più recenti di **automotrici monofasi** (C.F.F., Reichsbahn) sono sprovvisti di interruttore in olio a monte del trasformatore. La protezione contro i corti circuiti ed i sovraccarichi è realizzata mediante valvole sul primario e contattori a comando elettromagnetico sul lato secondario. (*Revue B. B.* gennaio-febbraio 1934). *V. D. Ma.*

41 e Le nuove **automotrici leggere** delle Ferrovie Federali Svizzere, destinate a circolare lungo le linee elettrificate con corrente monofase, comportano innovazioni notevoli per tale tipo di veicolo. Una delle più interessanti consiste nell'impianto di riscaldamento ad aria calda. Questo sistema, che comporta corpi di riscaldamento centrali, presenterebbe vantaggi tecnici importanti ed, in particolare, una durata di riscaldamento preliminare assai corta. (*Revue B. B.* gennaio-febbraio 1934). *V. D. Ma.*

41 a Il programma di **elettrificazione ferroviaria in Bulgaria** contempla in primo luogo l'introduzione della trazione elettrica sulle linee dello Stato: Sofia-Pernik e Sofia-Mesdra. L'energia elettrica sarà fornita dalle centrali di Orion e dalla costruendo centrale di Pernik. L'inizio dei lavori di elettrificazione è differito a causa delle attuali difficoltà finanziarie del Paese. (*El. Bahnen* 1934, pag. 32). *V. D. Ma.*

41 g **Un'interessante modificazione di locomotiva ad accumulatori** è descritta in *Bull. Oerlikon* luglio 1934, pag. 866. La locomotiva in servizio alla stazione di Zurigo era stata costruita nel 1909, e possedeva una batteria di 112 elementi con una capacità di 399 Ah per una scarica in 2 ore. Si è dovuto aumentare la potenza della locomotiva, aggiungendo altri 48 elementi. L'incastellatura della macchina è stata prolungata di m 0,5 ad ogni estremità. La locomotiva è stata munita di un freno ad aria compressa e di apparecchi automatici di lubrificazione dei bordini delle ruote per ridurre l'attrito nelle curve. L'equipaggiamento elettrico è stato completamente rinnovato. I due motori di trazione, autoventilanti, comandano gli assi con un doppio gruppo di ingranaggi. Il controller ha 6 posizioni di marcia in serie, 5 in parallelo e 6 posizioni di frenatura elettrica. La potenza è di 120 kW con sforzo di trazione di 4840 kg e velocità di 9 km/h. All'avviamento lo sforzo di trazione è di kg 8800. Il peso totale è di kg 35.600. Prima della trasformazione la locomotiva aveva una potenza di 37 kW con velocità di 7 km/h. *Ri.*

VARIE.

42 Sulla costruzione della **città di Rockefeller** riferisce diffusamente il *The El. J.* (maggio 1934, pagg. 177-196 con 27 figure); essa si compone di un gruppo di fabbricati dei quali il più importante è la Radio City con 70 piani e 270 m di altezza. Sulla sommità di questo grattacielo è posta una passeggiata di 48 m di lunghezza per 6 di larghezza dalla quale si può osservare il panorama di New-York con un raggio di 80 km. Le altre costruzioni hanno da 6 a 31 piani e circondano il fabbricato centrale; sul tetto di queste sono sistemati dei giardini pensili. L'area complessivamente occupata è di 62.000 m²; la potenza installata per tutti i servizi interni è di 11.000 kW ciò che corrisponde a circa 10 volte la potenza media installata per unità d'area nella città di New-York. L'energia viene fornita a 15.800 volt dalla rete esterna ed è ridotta a 120-208 volt per la distribuzione interna. La trasformazione è ottenuta attraverso gruppi di 3 trasformatori monofasi della potenza di 500 oppure di 1000 kVA per gruppo, installati in punti diversi del fabbricato. La distribuzione dell'energia elettrica è fatta mediante cavi racchiusi entro cunicoli o condotti verticali ricavati nei pavimenti e nei muri; ad ogni gruppo di trasformatori corrisponde un quadro di distribuzione con gli interuttori e gli apparecchi di segnalazione annessi. Al 55° piano è installata una cabina di trasformazione blindata con 4 gruppi di trasformatori. Soltanto per l'illuminazione la capacità dell'impianto è di 8000 kW, per la forza motrice è di 8.800 kW e per la conversione da c. a. in c. c. è di 3.750 kW; la tariffa di vendita dell'energia tiene conto di un massimo consumo totale corrispondente a 4.300 kW per 30 minuti consecutivi.

La conversione della corrente da alternata in continua è ottenuta con 5 gruppi motore sincrono-dinamo della potenza di 750 kW; la tensione della c. c. è di 250 volt, la tensione della c. a. di alimentazione è di 208 volt. I gruppi sono sistemati su basamenti sopraelevati sul pavimento in modo da impedire la penetrazione dell'acqua; ogni basamento riposa su uno strato di sughero per impedire la propagazione delle vibrazioni al fabbricato. Tutte le macchine sono state rigorosamente equilibrate così da ridurre al minimo le vibrazioni quando sono in movimento. L'impianto radiotrasmittente è stato studiato in modo da amplificare la corrente microfonica 10 miliardi di volte; inoltre tutti i contatti degli apparecchi di manovra sono argentati così da garantire una perfetta costanza alla resistenza dei circuiti che portano la corrente continua alle valvole.

I locali destinati ad uffici hanno un'altezza media di 3,30 m; l'impianto di illuminazione è stato progettato sulla base di un consumo medio di 16 watt per m² di superficie illuminata. Le lampade hanno una potenza di 150 watt e sono montate a 2,70 m dal pavimento entro diffusori opalini. Al presente sono stati montati 10.000 apparecchi di illuminazione che verranno raddoppiati ad impianto ultimato. Il grattacielo può contenere 16.500 impiegati e può accogliere circa 30.000 persone al giorno di passaggio; gli ascensori sono previsti con una certa larghezza sia come numero che come velocità; in media gli ascensori hanno una velocità in verticale di 6,5 m/sec salvo uno che ha una velocità di 7 m/sec destinato a servire i piani più alti. Gli ascensori ed i montacarichi sono comandati da motori elettrici a c. c.; ogni motore riceve la corrente attraverso un apposito gruppo di conversione. Il comando delle porte degli ascensori è automatico e per evitare danni alle persone vi sono dei rélais fotoelettrici montati all'entrata degli ascensori e che segnalano quando un passeggero stà per entrare o per uscire e regolano quindi il movimento dell'ascensore. *I. L.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI BOLOGNA

La sera del 19 novembre nell'Aula di Elettrotecnica della R. Scuola di Ingegneria, il Dott. Prof. **Giorgio Todesco**, dell'Istituto Fisico A. Righi della R. Università, ha tenuto la sua attesa Conferenza sull'**Ottica dell'Elettrone**. Presiedeva il Comm. Dott. Ing. Spani.

Il Conferenziere inizia il suo dire ricordando come l'elettrone fosse sempre stato, dalla sua introduzione nella Fisica, considerato come un ente di natura essenzialmente corpuscolare e come con ben determinate caratteristiche in tale senso si fosse sempre presentato nei molti fatti sperimentali nei quali lo si era osservato. Per contro, negli ultimi anni del secolo scorso e nei primi del pre-

sente, il fenomeno luminoso si considerava come positivamente appartenente alle manifestazioni di carattere ondulatorio.

La Fisica moderna ha tuttavia messo in evidenza in questi ultimi anni, una natura corpuscolare per le radiazioni ed una natura ondulatoria per gli elettroni. In altre parole, ciascuno dei due fenomeni possederebbe ambedue le proprietà, essendo la natura particolare dell'esperienza quella che metterebbe in evidenza, volta per volta, l'uno e l'altro degli aspetti stessi.

Fra gli svariati fenomeni appartenenti al campo dell'ottica (rifrazione, riflessione, dispersione, interferenza, diffrazione, polarizzazione), fu per mezzo della diffrazione che, casualmente, Davisson e Germer accertarono sperimentalmente quel carattere ondulatorio che forma oggetto della conferenza; è da notare, peraltro che tale natura era stata in certo modo prevista da De Broglie, come meglio verrà illustrato oltre.

A questo punto il Conferenziere, allo scopo di rendere immediatamente intelligibili i fenomeni ottici dell'elettrone, ed in particolare quello della diffrazione, si riporta a chiarire ed illustrare il meccanismo mediante il quale si formano le frangie di diffrazione della luce, accennando ai relativi reticoli ed alla loro teoria; passa poi, come introduzione vera e propria al nodo dell'argomento a parlare della diffrazione dei raggi X i quali, fra le radiazioni, hanno lunghezza d'onda comparabile a quella dell'elettrone.

È noto che, per molto tempo, non fu possibile eseguire con i raggi X le classiche esperienze di interferenza e diffrazione, per mancanza di possibilità di costruire reticoli le cui distanze fossero dello stesso ordine di grandezza della lunghezza d'onda dei raggi stessi; condizione questa necessaria per l'ottenimento dei fenomeni di cui sopra. Fu soltanto quando il Laue pensò di servirsi di quei reticoli naturali che sono i cristalli, che la diffrazione potè ottenarsi. L'Oratore accenna a questo punto alla teoria dei reticoli spaziali, che illustra e chiarisce nel modo più efficace ed accessibile con l'aiuto di opportune proiezioni, dopo di che passa a mostrare gli effetti ottenuti da Laue usando appunto reticoli cristallini; dalle figure del Laue è possibile ricavare, note le distanze reticolari, la lunghezza d'onda dei raggi X.

Accenna poi alle figure di diffrazione che si ottengono coi raggi usando come reticoli, in luogo di cristalli, polveri cristalline nel quale caso, essendo presenti tutte le possibili orientazioni, si formano attorno al raggio incidente tanti coni di diffrazione e le figure a punti del caso dei cristalli, si mutano in figure ad anelli (di Debye); analogo risultato, come è facile prevedere, si ottiene usando liquidi in luogo delle polveri.

Nel 1924 il De Broglie emise quale ipotesi «di lavoro» (tale cioè da non essere necessaria la sua verità assoluta, ma da servire per la comoda interpretazione di altri fatti reali), che ad ogni punto di massa materiale m moventisi con velocità V andasse associata un'onda la cui frequenza fosse data dalla relazione ottica del quanto; vale a dire, tenendo conto della teoria della relatività, $\lambda = h/m\,v$.

Tale ipotesi, non per allora suffragata da esperienza alcuna, costituiva un puro artificio matematico e serviva a rendere meno artificiose alcune delle ipotesi introdotte da Bohr nella sua teoria. Nel 1925 Davisson e Germer, mentre si preoccupavano di studiare l'intensità del fascio di elettroni riflessi secondi i vari azimut, per parte di uno specchio di nichel bombardato nel vuoto di un flusso catodico primario, in seguito ad un incidente che li obbligò alla ricottura della piastra che serviva da specchio, si accorsero che la variazione azimutale di intensità degli elettroni riflessi dalla piastra stessa, avente ora una marcata struttura monocristallina, presentava dei massimi e minimi regolarmente spaziati, tali da non potere essere interpretati che come dovuti a fenomeni interferenziali. Eseguiti i calcoli essi si trovarono d'accordo, in prima approssimazione con l'ipotesi di De Broglie.

Ripresi gli esperimenti si ottennero, con varie disposizioni che il Conferenziere illustra a mezzo di proiezioni, risultati del tutto analoghi a quelli ottenuti con i raggi X e cioè le figure di Laue o gli anelli di Debye-Scherrer, a seconda che si usavano come pellicole diffrangenti sostanze costituite da un unico monocristallo oppure da microcristalli orientati in tutti i sensi. Le lunghezze di onda misurate a partire dalle figure di diffrazione risultano in perfetto accordo con quelle che si ricavano dalla formula $\lambda = h/m\,v$ e la precisione della determinazione si può spingere a tal segno da dover tenere conto nella formula della correzione relativistica, che si rende necessaria data l'elevata velocità con cui si muovono gli elettroni che danno luogo al fenomeno di diffrazione.

Finalmente il Conferenziere, dopo avere accennato alla grande importanza teorica e pratica del fenomeno scoperto da Davisson e Germer, specie per ciò che concerne «l'analisi elettronica» delle varie sostanze, viene a parlare dei probabili attributi fisici delle onde associate agli elettroni e mostra come, per la natura stessa del problema, essenzialmente indeterministica, riesca impossibile quando anche si conosca esattamente la posizione in un certo momento del «pacchetto di onde» associate, stabilire con altrettanta esattezza quale sarà la sua posizione in un istante successivo; e ciò tanto meno quanto più certa è la posizione iniziale, e proprio per questo. Concludendo il Conferenziare accenna all'indeterminismo inerente ai nuovi indirizzi della Fisica mentre peraltro, riallacciandosi alle idee di Jeans, pone in rilievo la necessità di usare cautela nelle conclusioni in tale senso, in quanto può non sembrare fuori dalla realtà chi pensi che quei fatti che a noi appaiono regolati dalla cosidetta legge del caso, non siano che proiezioni nella sfera di nostra comprensione di fatti che, al di fuori di essa, abbiano precisa determinazione di genesi e di destinazione.

La fine della Conferenza è salutata dal vivo applauso degli intervenuti che, dalla brillante parola dell'Oratore hanno avuto modo di formarsi una visione piana e sintetica di quel dualismo corpuscolare-ondulatorio che tanta imporanza ha assunto nella interpretazione dei nuovi fenomeni fisici e nella loro coordinazione con quelli da tempo noti.

* *

SEZIONE DI ROMA

Domenica 19 novembre, per gentile concessione del Presidente della Società delle Tranvie e Ferrovie Elettriche di Roma, Gr. Uff. Ing. Vittorio Mariani, la Sezione di Roma dell'A. E. I., con treno tranviario speciale messo a disposizione dalla Società stessa, si è recata presso Marino a visitare la **sottostazione di conversione a vapore di mercurio, completamente automatica, montata su carro tranviario,** di recente entrata in servizio sulla rete della Società. (Vedi in questo stesso numero del giornale a pag. 145).

I partecipanti, sono stati ricevuti dall'Ing. Giacomo De Luca, Direttore dell'Esercizio della Società, dall'Ing. Mario Urbinati, Direttore delle Costruzioni e dall'Ing. Mario Faloci, anch'egli della Società stessa.

Dopo la illustrazione generale, fatta dall'Ing. Urbinati, i soci hanno visitato con interesse la sottostazione (la prima del genere in Italia) ascoltando le spiegazioni che venivano fornite dall'Ing. Faloci sui complessi dell'automatismo.

La sottostazione, della potenza di kW 500, a 725, 675 e 625 volt in corrente continua, può essere alimentata sull'alta tensione tanto a 20 quanto a 10 kV: essa, una volta che sia stato provveduto all'allacciamento tra linee ad alta tensione e isolatori passanti d'ingresso, nonchè all'allacciamento dei circuiti a corrente continua (positivo al filo di contatto, negativo alla rotaia), è in grado di inserirsi o disinserirsi, secondo necessità, di erogare corrente, e di proteggersi contro perturbazioni di origine interna od esterna.

Nel fabbricato vicino i soci hanno potuto vedere un altro raddrizzatore a mercurio (tra i primissimi d'Italia) impiantati nel 1925, e da allora regolarmente funzionante.

Al termine della visita, prima di iniziare il viaggio di ritorno, la Società delle Tranvie ha offerto ai partecipanti un vermouth.

* *

SEZIONE DI TORINO

La sera di mercoledì 19 dicembre u. s. con numeroso concorso di soci tra i quali si notavano i componenti del Consiglio della Sezione, si è tenuta l'**Assemblea ordinaria.**

Il Presidente, Prof. Ing. Dalla Verde, espone una diffusa e dettagliata relazione sull'andamento e sull'attività della Sezione.

Nel 1934 si sono avute pure delle dimissioni le quali tuttavia sono compensate buona parte da nuove iscrizioni, sia di soci individuali che collettivi.

Il numero dei soci morosi si mantiene all'incirca costante. Con vero compiacimento ha notato lo slancio col quale parecchi soci hanno risposto all'appello della presidenza Generale circa l'istituzione dei Soci sostenitori e rileva che la Sezione di Torino finora è alla testa per maggior numero di soci collettivi sostenitori.

Fa caldo appello a tutti i soci che sono nella possibilità di farlo di volersi anch'essi inscrivere in tale categoria per dimostrare il loro attaccamento all'A. E. I. e la loro comprensione delle sue alte finalità morali.

Il Presidente passa quindi alle numerose conferenze e visite svolte nel 1934 e dà notizie sommarie del programma per la stagione invernale e primaverile 1935.

Dà inoltre notizia, che in seguito alla proposta del Consigliere Cav. Uff. Ing. Col. Zampini-Salazar, la nostra Sezione ha preso l'iniziativa per fondare una Scuola operai saldatori elettricisti.

Questa iniziativa che corrisponde alle direttive tracciate dal Regime, intese a formare una nuova massa di operai specializzati, ha trovato larghe adesioni tra gli industriali. La nuova scuola avrà sede in corso S. Maurizio, 8, e sarà diretta dal R. Istituto Industriale di Torino. Ai migliori allievi la Sezione ha destinato un premio di incoraggiamento.

Comitato per le Comunicazioni. — In ottemperanza al voto espresso a Gardone di instensificare sempre più l'attività dell'A.E.I. nel campo delle «correnti deboli», ed in seguito ad invito della Presidenza Generale, è sato costituito nella nostra Sezione un *Comitato per le Comunicazioni* composto di cinque soci specialmente competenti nel ramo: Soleri, Banfi, Oglietti, Sacerdote, Tocchetti. Questo Comitato, tenendosi a contatto con la Presidenza, dovrà coordinare l'interessamento della Sezione su questo campo, promuovendo comunicazioni, conferenze, discussioni, visite tecniche, ecc.

IL LIBRO D'ORO DELL'A. E. I.

Secondo elenco dei Soci Sostenitori dal 10 gennaio al 25 febbraio 1935
(Vedasi elenco precedente nel N. 1)

Sezione di GENOVA
CARLI Carlo
DE MICHELI Ing. Carlo

Sezione di MILANO
LOCATELLI Ing. Giuseppe
ALESSANDRI Ing. Eugenio

Sezione di NAPOLI
**Soc. Generale Elettrica Napoletana

Sezione PUGLIESE
MARINACCI Vincenzo
**Società Generale Pugliese di Elettricità

Sezione di ROMA
THURLOW Giuseppe
**Soc. Italiana «Italo Radio»
**Ministero della Guerra, Direz. Gener. del Genio Militare
**Azienda Tranvie e Autobus del Governatorato di Roma

Sezione SARDA
SILVA Ing. Cav. Silvio

Sezione di TORINO
ANDREONI Ing. Carlo
**Azienda Tranvie Municipali
LUTZ Ing. Carlo

Sezione di TRIESTE
PEDROTTI Ing. Felice
**Azienda Comunale Elettricità e Gas

Sezione VENETA
REVESSI Ing. Prof. Giuseppe
DE FASSI Dott. Giovanni

** *Socio collettivo*

Cariche sociali: al 31 dicembre 1934 scadono i seguenti Consiglieri di Sezione: Prof. Ing. Ferraris, Dott. Ing. Stanzani, Dott. Ing. Zampini-Salazar; i Consiglieri delegati: Dott. Ing. Brunetti, Comm. Formica, Dott. Ing. Rocca; i Revisori dei Conti: Dott. Ing. Dumontel, Dott. Ing. Foschini, Dott. Ing. Giordana.

Nel mentre ringrazia i predetti colleghi uscenti per la loro collaborazione, il Presidente prega l'Assemblea di procedere alle nuove elezioni. Su proposta del Prof. Ing. Palestrino, l'Assemblea per acclamazione approva i nomi che un numeroso gruppo di soci presenta su una lista.

Vengono eletti i seguenti soci: *Consiglieri della Sede*: Dott. Ing. Brunetti, Prof. Ing. Silva, Prof. Ing. Soleri; *Consiglieri delegati*: Prof. Ing. Ferraris, Dott. Ing. Stanzani, Dott. Ing. Zampini-Salazar; *Revisori dei conti*: Dott. Ing. Dumontel, Dott. Ing. Foschini, Dott. Ing. Giordana.

Ai nuovi eletti il Presidente rivolge parole di benvenuto.

Commemorazione del cinquantenario del trasformatore. — Il Presidente prima di dare la parola all'Ing. Oglietti ricorda che quest'anno 1934 si compie il cinquantenario della pratica realizzazione dei trasformatori a corrente alternata e della loro applicazione alla trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Torino è doppiamente legata a questo avvenimento; infatti esperienze decisive sugli apparecchi che si chiamavano allora «generatori secondari» di Gaulard e Gibbs (presentate da una Società inglese che ne deteneva il brevetto), furono appunte eseguite alla esposizione di Torino del 1884.

L'inventore *Luciano Gaulard* ebbe poi la fortuna di trovare in *Galileo Ferraris* la mente divinatrice dell'importanza dei nuovi apparecchi: le Memorie del Ferraris sul «Generatore secondario» nelle quali egli descrive le sue ricerche teoriche ed esperimentali, e getta nuova luce sui fenomeni fino allora soggetto di discussioni «acerbe ed ostinate», costituiscono per la sua gloria, un monumento imperituro.

Il successo delle esperienze e le parole del Ferraris, cui si associava con giovanile e profetico fervore il milanese Prof. *Giuseppe Colombo* facendosene assertore entusiasta in Italia e all'estero, segnarono veramente una tappa nell'evoluzione dell'industria elettrica, la quale, da quell'anno abbandonava la imperante corrente continua e si orientava decisamente verso la corrente alternata.

Per la cronaca può essere interessante ricordare che nei «generatori secondari» del Gaulard le spire primarie e secondarie erano costituite da corone di lamiere di rame verniciate e con interposti dei cartoncini isolanti. Esse venivano connesse in modo da formare due avvolgimenti continui, mediante la saldatura di apposite linguette sporgenti. Un piccolo nucleo cilindrico di fili di ferro — aperto agli estremi — riempiva la cavità centrale e serviva ad aumentare il flusso di induzione; però data la conformazione del circuito magnetico non si potevano realizzare flussi elevati e inoltre il debole isolamento fra le spire non era atto, per tensioni notevoli.

Le esperienze del 1884 furono svolte fra il Palazzo dell'Esposizione a Torino e la Stazione ferroviaria di Lanzo, distante 40 km circa, attraverso una linea di filo bronzo da 3,7 mm; la macchina generatrice, della Siemens, faceva 670 giri al minuto, e produceva corrente alla frequenza di 134 periodi al minuto secondo e a 2000 volt, mentre la tensione secondaria dei trasformatori era di 100 volt. Il circuito utilizzatore era costituito da lampade ad incandescenza (Swan) e ad arco.

È doloroso dover ricordare che il Gaulard, ingegno tanto promettente, si lasciò superare da altri — ad esempio la Ganz, la Westinghouse e la Ferranti — nelle applicazioni di quanto egli aveva ideato.

«Lo sconforto, difficoltà materiali e finanziarie finirono per portare il povero inventore ad uno stato di sovraeccitazione di mente che lo conduceva al manicomio» e poi — nel 1888 — alla tomba, nella giovane età di 38 anni.

Il Ferraris, che gli aveva già fatto assegnare dalla Giuria dell'Esposizione di Torino, la medaglia d'oro e due terzi del premio di 15.000 lire, ne tessè l'elogio funebre con accorate parole.

E così i nomi del Gaulard e del Ferraris, sono indissolubilmente uniti, nella mente degli elettrotecnici, al ricordo dei primi esperimenti di Torino, in quella primavera gloriosa dell'elettrotecnica nella quale — l'anno successivo — doveva sbocciare il miracolo del «campo rotante».

Al termine della commemorazione il Presidente è calorosamente applaudito dall'uditorio.

Il Presidente dà quindi la parola all'Ing. **Oglietti**, Direttore tecnico della STIPEL, il quale svolge la comunicazione sul tema: «**Telefonia automatica integrale**», illustrando i moderni sistemi applicati in Italia ed all'estero, mediante i quali la telefonia interurbana si svolge in modo completamente automatico a comando dell'abbonato.

Alla conferenza, vivamente applaudita, segue una interessante discussione.

NECROLOGIO

Il 24 gennaio 1935 si è spento a Milano il noto editore

ULRICO HOEPLI

Nato in Svizzera nel 1847, si era stabilito a Milano nel 1870 iniziando quella attività editrice che doveva renderlo tanto noto specialmente fra i tecnici.

Lavoratore instancabile e appassionato Egli ha ben meritato della cultura del nostro Paese contribuendo anche efficacemente alla diffusione all'estero delle pubblicazioni italiane.

Era socio dell'A.E.I. fino dal 1898 e in ripetute occasioni aveva dimostrato la sua simpatia per la nostra Associazione concedendo agevolazioni e facilitazioni diverse nel campo librario.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza de' Celestini, 4).
14 Febbraio - ore 21. — FICAI Dott. Prof. Celestino: «Distillazione elettrica dei combustibili solidi».
21 Febbraio - ore 21. — SOBRERO Dott. Ing. Prof. Luigi: «Sopra alle funzioni analoghe al potenziale che intervengono nella fisica matematica».
27 Febbraio - ore 21. — IMMIRZI Dott. Ing. Prof. Vittorio: «L'autovettura nuova concorrente dell'automotrice elettrica».

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).
20 Febbraio - ore 21,15. — RIMINI Dott. Ing. Prof. Cesare: «Resistenze negative».

SEZIONE DI NAPOLI (Via Tarsia, 39).
20 Febbraio - ore 21,30. — ELLER VAINICHER Dott. Ing. Luigi: «Connessioni elettriche e resistenza meccanica dei giunti delle rotaie».

SEZIONE PUGLIESE (Via Suppa, 5 - Bari).
16 Febbraio - ore 21. — LUCIFERO Dott. Ing. Carlo: «Le applicazioni domestiche dell'energia elettrica».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).
22 Febbraio - ore 21. — GORI Dott. Ing. Vittorio: «Gli aerei direttivi e le loro applicazioni alla tecnica radiotelegrafica».

SEZIONE DI TORINO (Piazzetta Madonna degli Angeli, 2)
13 Febbraio - ore 21,15. — RANZI Prof. Dott. Ivo: «Nei domini dell'alta stratosfera».

SEZIONE DI TRIESTE (Via C. Battisti, 22).
13 Febbraio - ore 19. — *Assemblea Generale Ordinaria dei soci.*

SEZIONE VENETA (Padova - Via S. Francesco, 27).
15 Febbraio - ore 17. — SOLERI Ing. Prof. Gr. Uff. Elvio: «Uno sguardo ai recenti progressi della telegrafia e della telefonia». Seguirà l'*Assemblea Generale Ordinaria dei soci.*

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

Ind. Graf. It. STUCCHI - Milano.

VOL. XXII (XXXIX degli Atti). 10 Marzo 1935 - ANNO XIII N. 5

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

SOMMARIO

I Rendiconti della XXXIX Riunione.

Si inizia in questi giorni la distribuzione (ai partecipanti alla XXXIX Riunione) e la vendita dei Rendiconti del congresso di Gardone. Si tratta di un volume di 500 pagine del formato eguale a quello de *L'Elettrotecnica* e che contiene il testo di tutte le Memorie presentate e delle discussioni a cui hanno dato luogo.

Il tema delle *perturbazioni negli impianti elettrici* è così vasto e molteplice che non si poteva pretendere di esaurirlo completamente in tutti i suoi aspetti. Tuttavia per molti dei problemi praticamente più importanti, i Rendiconti costituiscono una vera messa a punto di grande utilità, in grazia della collaborazione di numerosi specialisti. E questo sia per la tecnica delle così dette correnti forti, sia per le telecomunicazioni su filo o via radio.

Il volume è messo in vendita a L. 40 (più L. 5 per spese postali) per i non Soci. Pei Soci dell'A.E.I., il prezzo è ridotto a L. 32; sottoscrivendo entro il 30 aprile 1935 i Soci potranno anzi ricevere il volume senza alcuna aggiunta per le spese postali.

L'importanza intrinseca del volume e le condizioni di favore alle quali viene offerto dovrebbero indurre tutti i consoci a procurarselo, come necessario complemento del giornale.

Il giornale anche per i "distruttori".

I lettori ricorderanno forse ciò che scrivemmo qualche anno addietro sui diversi desideri che il Giornale dovrebbe soddisfare. Definimmo allora due grandi categorie di lettori, i cui bisogni sono talvolta reciprocamente incompatibili:

i *rilegatori*, cioè coloro che rilegano il Giornale in ben ordinate annate complete,

i *distruttori*, che strappano dal Giornale gli articoli di particolare interesse e li classificano poi metodicamente.

Il nostro Giornale, e quasi tutte le altre Riviste consimili, si sono finora preoccupate dei soli rilegatori. Ben poche Riviste hanno cercato di favorire i distruttori (cominciando per esempio tutti gli articoli colla facciata dispari), anche perchè questa categoria è la meno numerosa e la meno simpatica agli occhi di tutte le redazioni.

È un fatto che il poter permettere la separazione di ciascun articolo dalla Rivista involge problemi non lievi di impaginazione, risolvibili solo rinunziando a quell'economia di spazio che altre esigenze impongono strettamente. Anche la nostra Redazione deve confermare che le dette necessità di impaginazione non hanno concesso di dare alla Rivista quella presentazione che sarebbe stata più gradita ai « distruttori »; ciò nonostante essa non ha mancato di preoccuparsi delle richieste di questi Colleghi e si sforza oggi di soddisfarle nel modo che è sembrato più pratico.

Uno speciale abbonamento supplementare, alla quota annua di L. 20, valevole per il 1935 a titolo di esperimento, consentirà di far pervenire a ciascun Socio sottoscrittore gli *estratti* degli articoli del Giornale. L'invio comincerà dalla data della sottoscrizione, non potendo almeno per questo primo anno di prova, tenere una scorta indeterminata di estratti di articoli già pubblicati.

La collezione degli estratti costituirà per il « distruttore » un materiale già pronto per la classificazione, evitandogli addirittura il brutale scompaginamento del Giornale.

Il « distruttore » sarà allora soltanto un classificatore di estratti e potrà conservare intatta la collezione della Rivista.

Vi è fra questa soluzione che oggi proponiamo e quella da tempo adottata per i Sunti e Sommari, una analogia che non sfuggirà ai nostri Lettori. Come per i Sunti e Sommari, la iniziativa trovò largo consenso, così speriamo che anche la distribuzione degli estratti incontri favore presso i nostri Lettori.

Si è anzi ritenuto opportuno offrire ai sottoscrittori una ulteriore facilitazione offrendo un abbonamento cumulativo agli « estratti » e ai Sunti e Sommari al prezzo complessivo di sole L. 30.

Rielaborazione ed unificazione delle Norme per gli attraversamenti.

I lettori troveranno fra le pagine di questo fascicolo una nuova importante pubblicazione del Comitato Elettrotecnico. Si tratta del testo riveduto della parte delle Norme impianti concernente le linee aeree esterne e più specialmente l'importante e grave problema degli incroci e dei parallelismi. Come fu comunicato ufficialmente nel Consiglio Generale e nell'Assemblea di Gardone, e già più volte ricordato su *L'Elettrotecnica*, nella seduta del *Consiglio Superiore dei LL. PP.* in cui fu deciso di poter riconoscere forza e valore di legge alla maggior parte delle Norme del C.E.I., fu pure proposto di affidare al Sottocomitato impianti dello stesso C.E.I. il compito di rielaborare le Norme per gli attraversamenti, con la collaborazione dei rappresentanti dei vari Ministeri ed Enti pubblici interessati, in modo da arrivare ad una sorta di « testo unico » che fondesse tutte le varie disposizioni già in vigore. Il testo allegato al presente fascicolo è appunto lo

schema di tale « testo unico » che viene sottoposto al consueto pubblico esame in modo di poter tener conto delle eventuali osservazioni e proposte pervenute nei tre mesi regolamentari, nella compilazione del testo definitivo che dovrà poi essere approvato dal Ministero dei LL. PP.

Stando così le cose è superfluo aggiungere che più che mai è desiderata la collaborazione di tutti i competenti e di tutti gli interessati ai quali è dato tempo tre mesi da oggi per trasmettere alla Segreteria del C.E.I. le loro eventuali osservazioni.

Scienza e filosofia.

Non per nulla gli antichi comprendevano sotto il nome di philosophia naturalis, tutto il corpo delle scienze fisiche e naturali. Infatti il corretto studio della natura non può non condurre necessariamente alla considerazione della interpretazione ultima delle cose e delle nostre conoscenze, nè deve esser scompagnato da un esame e da una critica dei nostri mezzi intellettuali e materiali di indagine e dei principi logici sui quali le nostre conoscenze stesse si basano, cioè dalla filosofia vera e propria.

Poichè inizialmente lo sviluppo delle indagini filosofiche ha proceduto di gran lunga più rapidamente che non le indagini strettamente scientifiche, si formò abbastanza presto un certo bagaglio di cognizioni filosofiche e di impostazioni mentali che furono giudicate bastevoli pei successivi progressi scientifici e quindi a poco a poco si affermarono come principi assoluti ed indiscutibili.

Nè si può dare del tutto torto ai nostri predecessori, perchè non solo tali concetti rispondono bene alle naturali inclinazioni della mente umana, ma si dimostrarono in realtà per molti secoli in soddisfacente corrispondenza colle conquiste del sapere umano.

Il rapidissimo, vorremmo dire fulmineo, progresso delle scienze negli ultimi decenni, ha, da prima timidamente poi in modo sempre più aperto e risoluto, messo in forse la validità o per meglio dire l'esattezza delle abitudini mentali fino allora ritenute intangibili e posto come problema imprescindibile la revisione e l'aggiornamento dei principi fondamentali delle nostre conoscenze e delle nostre costruzioni intellettuali. La scienza ha preso, in un certo senso, la mano alla filosofia.

Ne è venuto tutto quel rivolgimento, in parte rivoluzionario, di idee e di concetti di cui si è fatta banditrice la fisica moderna. Movimento che in parte risente senza dubbio le conseguenze di una certa improvvisazione, di una costruzione eccessivamente frettolosa sotto il pungolo dell'incessante progresso scientifico; rivoluzione che esige una revisione, che manifesta talvolta qualche eccesso di zelo e un certo ingiustificato dispregio di ogni precedente impostazione intellettuale. Ma pur tuttavia, indubbiamente, movimento fecondissimo che ha promosso una evoluzione la quale, sia pure attraverso una lunga elaborazione, non potrà a meno di condurre alla conquista di grandi progressi nella faticosa e interminabile marcia di avvicinamento alla verità.

Di tutto questo lavorio, così ristretto nel tempo ma così vasto nella sua portata, cerca oggi di dare un quadro riassuntivo il collega Cuzzer. Compito senza dubbio arduo per la stessa difficoltà di adattare il linguaggio comune all'espressione di concetti assolutamente nuovi ed elaborati quasi esclusivamente in via matematica. Onde non poche delle difficoltà, che affiorano si può dire ad ogni passo, meglio si potrebbero interpretare, e, fino ad un certo punto chiarire, a chi volesse affrontare le questioni per la via, che ad esse meglio si adatta, della impostazione matematica. La situazione in cui oggi ci troviamo nel progressivo chiarimento delle idee è ancora tale che difficile riesce definire fin dove si possa seguire l'adesione della rappresentazione matematica alla realtà fisica, se pur non si voglia, come tende a fare una larga schiera di « estremisti », negare alla realtà fisica ogni significato e solo attribuire valore alla elaborazione matematica dei fenomeni.

Non è qui naturalmente il luogo di entrare nella disamina di tali correnti di idee. Solo abbiamo voluto accennare alla necessaria prudenza che ci pare si imponga allo studioso di scienze fisiche, e più ancora al tecnico, nell'aderire senz'altro a forme mentali e a costruzioni intellettuali che, indipendentemente dalla loro fecondità come « ipotesi da lavoro », meritano ancora accurato studio e profonda discussione.

Siamo grati al collega Cuzzer per aver affrontato coraggiosamente l'arduo compito, certi che l'esposizione da lui fatta sarà seguita con grande interesse dai nostri lettori.

Rifacendo la via.

La prospettiva di un ritorno più o meno prossimo all'impiego della corrente continua per le grandi trasmissioni di energia elettrica, ha richiamato naturalmente l'attenzione dei tecnici su una quantità di problemi che erano stati finora piuttosto trascurati.

La tecnica, in quanto ha carattere essenzialmente applicativo, tende sempre ad occuparsi in modo particolare dei problemi di immediata importanza pratica e procede perciò spesso quasi esclusivamente in certe direzioni trascurandone altre, portando il suo studio su determinati settori a preferenza di altri.

Ma il tempo si incarica quasi sempre di correggere questa tendenza dimostrando che anche nella tecnica, come in ogni campo del sapere umano, non esistono problemi trascurabili. Così è avvenuto per lo studio di una quantità di fenomeni comuni alle correnti continue e a quelle alternate, dei quali per il passato si sono considerati soltanto gli aspetti relativi a queste ultime.

Un esempio è costituito dal fenomeno corona. Noto dagli inizi della tecnica delle alte tensioni, esso è stato oggetto di numerosissime ricerche teoriche e sperimentali. La bibliografia ne è ricchissima, ma quando si provi a scorrerla si rileva, non senza qualche sorpresa, che, mentre abbondanti e praticamente importanti sono i progressi compiuti nello studio della corona nel caso di correnti alternate, ben poco invece si è fatto nei riguardi dello studio di tale fenomeno nel caso della corrente continua.

Occorre dunque tutto un lavoro di messa a punto, teorica e sperimentale, se si vuole attrezzare anche sotto questo aspetto, la tecnica per l'impiego della corrente continua ad altissima tensione.

Questo lavoro è tanto più utile in quanto anche per le correnti alternate le nostre conoscenze dei vari aspetti del fenomeno corona non sono ancora pienamente soddisfacenti. Come tutti i fenomeni sui quali hanno influenza notevole le condizioni ambientali (stato dell'atmosfera, grado di pulizia e di regolarità superficiale dei conduttori, ecc.) anche quello corona male si adatta ad una trattazione matematica precisa, ed è inevitabile ricorrere a ipotesi semplificative che non sempre trovano sufficiente rispondenza nella realtà degli impianti. Occorre dunque far largo uso di controlli sperimentali e moltiplicare i dati di osservazione; solo dal confronto di questi coi risultati delle elaborazioni teoriche i tecnici possono trarre conclusioni applicative abbastanza soddisfacenti e sicure.

Un contributo interessante è portato oggi del collega De Fassi che prospetta appunto un complesso di considerazioni teoriche e di ricerche sperimentali sul fenomeno corona con corrente continua. È augurabile che l'argomento venga ulteriormente ripreso in considerazione nei laboratori attrezzati per le altissime tensioni.

Problemi di illuminazione.

Le esigenze estetiche dei nostri giorni impongono al tecnico problemi particolari anche nel campo della illuminazione stradale. Si considererebbero oggi intollerabili condizioni di illuminazione pubblica che soltanto una decina di anni addietro sarebbero sembrate più che soddisfacenti.

Il problema è complesso specialmente per le strade delle città, poichè non si tratta soltanto di aumentare il grado di illuminazione ma anche di rispondere a speciali requisiti di distribuzione e di uniformità, e di eliminare quanto più possibile ogni fenomeno di abbagliamento e di fastidio per l'occhio.

La soluzione non può essere trovata che attraverso uno studio accurato di tutti i dettagli e di tutte le risorse che la moderna tecnica dell'illuminazione fornisce. Un buon esempio dei risultati che per tale via possono essere raggiunti è offerto da alcuni recenti impianti eseguiti a Torino e dei quali parla oggi sul giornale l'Ing. Peri.

LA REDAZIONE.

"EFFETTO CORONA" IN TENSIONE CONTINUA

G. DE FASSI

Ricordati succintamente i caratteri generali dell'effetto corona, si passa alla deduzione della formula che fornisce il gradiente e conseguentemente la tensione di innesco del fenomeno. Una breve esposizione delle equazioni finora escogitate per rappresentare la « caratteristica » di corrente, precede la soluzione teorica che viene qui determinata per il caso di un filo ed un cilindro coassiali. Questa soluzione viene discussa sul confronto di risultati sperimentalmente ottenuti ed al fine di stabilire valori presumibili per le mobilità ioniche positiva e negativa. Viene quindi proposta una relazione per calcolare la corrente nel caso di due fili paralleli.

La nota dà infine una formula per il calcolo approssimato della dissipazione di potenza per effetto corona in tensione continua: i risultati con essa ottenuti sono in buon accordo con quelli delle numerose esperienze eseguite.

Introduzione.

Il rapido e promettente sviluppo degli studi sui problemi di conversione e di inversione di corrente giustificano l'interesse che va ora diffondendosi anche intorno ai problemi connessi con il trasporto di energia elettrica mediante elevate tensioni continue (1).

Tra questi il fenomeno comunemente chiamato « effetto corona » viene ad assumere particolare importanza in relazione al dimensionamento dei conduttori costituenti la linea di trasmissione.

E. Marx in una recente nota pubblicata in E. T. Z. (2) in collaborazione con H. Göschel portava i risultati di qualche prova eseguita nel Laboratorio di ricerche di Braunschweig con tensioni raddrizzate fino a 160 kV: il confronto di tali risultati con gli analoghi ottenuti in tensione alternativa indicherebbe che, in linea generale, per il calcolo delle tensioni di innesco o delle potenze dissipate per effetto corona in corrente continua non sono valide le formule d'uso per il caso della corrente alternata.

Sembra pertanto non inutile, anche dal punto di vista tecnico, raccogliere qui alcuni fra i risultati che ho ottenuto in una lunga serie di esperienze e dedurne qualche considerazione sia nei confronti delle prove in sè, sia nei riguardi delle condizioni che le caratteristiche del fenomeno impongono alle sezioni dei conduttori e alla loro mutua distanza.

Generalità.

Se fra due elettrodi affacciati nell'aria, ad esempio fra una punta ed un piatto metallici, si applica una differenza di potenziale crescente, per valori determinati di questa, e notevolmente minori di quello necessario per provocare la scarica disruttiva, si osservano due fatti caratteristici quasi concomitanti: la comparsa di un lieve crepitio, proveniente dallo spazio interelettrodico, e la formazione di una luminosità in corrispondenza alla punta. Tale luminosità ha la forma di una piccola sfera localizzata intorno alla punta stessa, se questa costituisce il catodo; assume invece l'aspetto di un fiocco irregolare, se essa costituisce l'anodo.

Un ulteriore aumento della tensione fra gli elettrodi esalta ad un tempo rumore e luminosità: una striscia di colore azzurro pallido, dai contorni indefiniti, si estende dall'anodo al catodo, dando luogo ad una vera e propria corrente nello strato d'aria compreso fra gli elettrodi.

Il fenomeno è ordinariamente chiamato « effluvio » e la sua natura ionica fu posta in luce specialmente dal Righi (3) con le sue investigazioni sulle scariche elettriche tra punte.

Il fenomeno di effluvio nel caso in cui i due elettrodi siano cilindri coassiali o ad assi paralleli, prende il nome di « effetto corona », per quanto taluni autori estendano questa denominazione anche all'effluvio fra elettrodi qualunque.

L'effetto corona si manifesta sui conduttori ad elevata tensione, tanto se questa è alternata quanto se è continua, e la corrente di convezione ionica cui esso dà origine è causa di una dissipazione di energia, che può divenire assai notevole su linee di considerevole lunghezza. Da ciò l'interesse pratico di conoscere i limiti minimi di tensione ai quali sui vari fili l'effetto comincia a manifestarsi e l'ordine di grandezza della potenza perduta per unità di lunghezza di una linea di trasmissione.

Prove sperimentali in proposito furono eseguite in gran numero, specialmente in questi ultimi anni (4), ma il fatto che a tutt'oggi le linee di grande trasmissione furono, si può dire esclusivamente, esercitate in corrente alternata, ha rivolto l'attenzione dei tecnici a fissare delle leggi, più spesso empiriche che razionali, sull'effetto corona in tensione alternativa, limitandosi, per quanto concerne la tensione continua, ad affermare che valgono per questa, con buona approssimazione, le leggi stesse, quando si tenga conto che la frequenza è nulla e si tenga presente che nella tensione continua il valore efficace coincide col massimo.

La letteratura tecnica sul fenomeno corona è di conseguenza quenza è nulla e che, nella tensione continua, il valore efficace coincide col massimo.

L'effetto corona in corrente continua forma invece oggetto di ricerche di carattere più strettamente fisico, rivolte alla determinazione o delle mobilità ioniche in gas di varia natura e a diverse pressioni, o delle deformazioni di un campo elettrico per effetto di cariche spaziali in esso distribuite.

L'innesco del fenomeno corona.

La manifestazione più appariscente dell'effetto corona intorno a un filo portato ad elevato potenziale è, come si è già accennato, la comparsa di una luminosità di colore azzurro pallido, ben visibile nell'oscurità, che riveste il filo di una guaina a contorno regolare, se esso ha potenziale positivo, e che è formata da granuli e fiocchi di luce più intensa, se esso ha potenziale negativo.

Ammesso quindi che la corona sia dovuta a ionizzazione delle molecole dell'aria per urto con gli ioni in essa esistenti, la manifestazione esteriore del fenomeno porta a ritenere che tale ionizzazione abbia luogo nella regione immediatamente vicina al filo, compresa fra la superficie di questo e la superficie dell'anzidetta guaina luminosa.

Limitando perciò la nostra considerazione al caso di un filo sottile di raggio r_0, coassiale ad un cilindro di raggio R molto maggiore di r_0, potremo dividere lo spazio compreso fra i due cilindri di raggi r_0 ed R in due distinte regioni: l'una di raggio interno r_0, quello del filo, e di raggio esterno r, quello della guaina; l'altra di raggio interno r, di raggio esterno R: la zona di intensa ionizzazione è la prima.

Ciò posto sembrerebbe logico definire « gradiente di innesco » g_i dell'effetto corona intorno a un filo nell'ordinaria atmosfera quello necessario affinchè gli ioni normalmente contenuti nella regione prossima al filo creino, in virtù della velocità acquisita, nuovi ioni per collisione.

Non è tuttavia da credere che tale definizione non abbia dato origine a qualche controversia. Taluni (5) affermano che la natura stessa del processo di ionizzazione per urto rende assai indefiniti i valori di intensità di campo e di tensione cui esso comincia ad avere effetti rivelabili. Sarebbe quindi preferibile, secondo tali autori, ritenere gradiente di innesco quello per cui gli ioni sono talmente moltiplicati che la corrente attraverso il gas diviene misurabile con un sensibile galvanometro.

Secondo altri invece sarebbe anche meglio riferirsi, per la definizione di gradiente d'innesco, agli effetti luminosi del fenomeno, notando che questi diventano apprezzabili per un valore del gradiente generalmente un po' più elevato di quello sufficiente a determinare una corrente misurabile attraverso il gas.

Si è così condotti al concetto di « gradiente di effetto corona visivo » g_v, la cui introduzione è sostanzialmente dovuta a Whitehead (6) e a Peek (7).

Per filo coassiale a cilindro o per fili paralleli (8) la relazione che esprime il gradiente di effetto corona visivo è del tipo:

$$g_v = \delta \left(A + \frac{B}{\sqrt{\delta\, r_0}} \right) \tag{1}$$

nella quale r_0 esprime il raggio del filo, δ è il rapporto fra la densità del gas alla temperatura e alla pressione d'ambiente e quella alla temperatura e alla pressione normali, A e B sono costanti che dipendono dalla natura del gas e dalla polarità del filo.

Della determinazione per via sperimentale di queste costanti si occuparono molti ricercatori, tra cui Farwell (9), Lee (10), Davis (11).

A quest'ultimo è anzi dovuta anche un'impostazione analitica del problema d'innesco della corona fondata sulla teoria dell'ionizzazione per urto di Townsend.

La soluzione approssimata di Davis fornisce per l'aria:

$$g_v = 32 \left(1 + \frac{0.297}{\sqrt{r_0}}\right) \quad \text{kV/cm}$$

in perfetto accordo con il gradiente di corona visiva per filo coassiale a cilindro dato da Whitehead e sufficientemente prossima all'espressione:

$$g_v = 29.8 \left(1 + \frac{0.301}{\sqrt{r_0}}\right) \quad \text{kV/cm}$$

data da Peek per il gradiente critico relativo a fili paralleli, sempre in condizioni normali di pressione e di temperatura.

In entrambi i casi la costante di secondo membro fuori di parentesi va interpretata come il valore attribuito alla rigidità dielettrica dell'atmosfera; quella entro parentesi come un coefficiente numerico dipendente dallo spessore di ionizzazione intorno al filo. Infatti, riassumendo le due precedenti relazioni nell'espressione più generica:

$$(2) \qquad g_v = g_r \left(1 + \frac{\text{cost}}{\sqrt{r_0}}\right) \quad \text{kV/cm}$$

nella quale con g_r si intende indicare la rigidità dielettrica dell'aria, si ha subito:

$$\frac{g_v}{g_r} = \frac{\sqrt{r_0} + \text{cost}}{\sqrt{r_0}} = \frac{r_0 + \text{cost} \times \sqrt{r_0}}{r_0}.$$

Quando d'altronde si tenga conto che il campo elettrostatico, ove si ritenga trascurabile l'effetto della carica spaziale, è di tipo cilindrico e che l'intensità di campo al margine esterno della guaina luminosa deve essere dell'ordine del minimo gradiente di rottura per l'atmosfera è cioè della rigidità g_r, si ha pure:

$$\frac{g_v}{g_r} = \frac{r}{r_0}$$

e quindi $r = r_0 + \text{cost} \times \sqrt{r_0}$ in conformità a quanto prima si è detto.

Townsend (12), indipendentemente da qualunque considerazione sull'effetto visivo del fenomeno e basandosi invece sui risultati numerici di Baille (13) relativi alla scarica disruttiva nell'aria su varie distanze dell'ordine del mm, ha anche dato una deduzione elementare della (2) per il caso della corona tra filo e cilindro coassiale, ottenendo per il gradiente d'innesco g_i il valore:

$$g_i = 30\,\delta \left(1 + \frac{0.3}{\sqrt{\delta\, r_0}}\right)$$

dove δ è il «fattore di densità» definito dalla:

$$\delta = \frac{3.92\, p}{T}$$

alla temperatura assoluta T e alla pressione p in cm di mercurio.

I risultati ottenuti da Townsend con il valore 0,3 a numeratore della frazione di secondo membro nelle precedenti relazioni sono in buon accordo con quelli sperimentalmente dedotti da Watson (14); da parte nostra tuttavia, pur assumendo per il gradiente d'innesco l'espressione:

$$(3) \qquad g_i = g_r \left(1 + \frac{\text{cost}}{\sqrt{\delta\, r_0}}\right) \quad \text{kV/cm}$$

lascieremo per ora la costante indeterminata, ripromettendoci di vedere nel seguito il valore più opportuno da attribuire ad essa per le tensioni di innesco sperimentalmente determinate su fili di vario diametro coassiali ad un cilindro metallico e portati ad elevati potenziali continui positivi e negativi.

Supponendo sempre trascurabile l'effetto della carica spaziale, le formule ben note del campo elettrostatico cilindrico permettono poi non soltanto di esprimere il raggio r della superficie che delimita la zona di intensa ionizzazione mediante la

$$(4) \qquad r = \frac{g_i}{g_r} r_0,$$

ma ancora di dedurre per ogni gradiente superficiale g_i la tensione E_i corrispondente fra filo e cilindro; si avrà per essa:

$$(5) \qquad E_i = r_0 \ln \left(\frac{R}{r_0}\right) g_i \quad \text{kV}$$

La «caratteristica» dell'effetto corona e le sue rappresentazioni.

Si suol chiamare «caratteristica» dell'effetto corona una curva i cui punti abbiano per ascisse le tensioni applicate fra gli elettrodi, per ordinate le intensità di corrente dovuta alla corona. L'esperienza dimostra che tale curva ha la forma non molto dissimile da quella di un ramo di parabola con la concavità rivolta verso l'alto.

Per rappresentarla analiticamente furono successivamente proposte parecchie espressioni, alcune delle quali di tipo totalmente empirico, altre dedotte teoricamente in base a ipotesi determinate.

Tra queste equazioni la prima in ordine di tempo è quella dovuta ad Almy (15), data dalla relazione:

$$i = \frac{C}{R^2} E\,(E - E_i)$$

e fondata sulle sue esperienze, eseguite in ambiente d'aria o d'idrogeno a varie pressioni su fili in cilindri coassiali.

In essa E_i designa la tensione d'innesco, R rappresenta il raggio del cilindro esterno e C è una costante il cui valore dipende dalla natura e dalla pressione del gas nonchè dalla polarità del filo.

Più tardi, mentre Watson (14) si limitò a dare delle espressioni per la tensione critica in funzione, nel caso di cilindri coassiali e fili paralleli, del gradiente elettrico di rottura, Townsend (12), sulla base della sua teoria di ionizzazione dei gas per collisione, dedusse un'altra rappresentazione per la corrente di corona nel caso di un filo coassiale a un cilindro, e la espresse mediante la formula:

$$i = \frac{2\,k}{R^2 \ln \dfrac{R}{r_0}} E\,(E - E_i)$$

nella quale k designa la mobilità, r_0 ed R sono i raggi rispettivamente del filo e del cilindro esterno, E è la differenza di potenziale fra gli elettrodi ed E_i indica, come precedentemente, la tensione di innesco.

Allo stesso Townsend (16) è dovuta anche la:

$$\frac{E - E_i}{E_i} \ln \frac{R}{r_0} = (1 + \Theta)^{1/2} - 1 + \ln \frac{2}{1 + (1 + \Theta)^{1/2}}$$

con

$$\Theta = \frac{2\, i\, R^2}{k\, r_0^2\, g_i^2}$$

e g_i valore del gradiente d'innesco.

Quest'ultima si adatta assai meglio della precedente per valori di corrente abbastanza elevati, ma offre l'inconveniente di definire la i come funzione intrinseca della tensione critica e della differenza di potenziale applicata.

Con ipotesi non grandemente diverse da quelle di Townsend e sempre limitatamente al caso di cilindri coassiali, pure lo Schaffers (17) pervenne per via teorica e fondandosi su di una soluzione dell'equazione di Poisson dovuta a J. J. Thomson a rappresentare analiticamente la caratteristica dell'effetto corona con la relazione:

$$i = \frac{k}{2} \left[\frac{E - E_i}{R \ln R/r}\right]^n$$

nella quale l'esponente n assume valori eguali a $\log R/r$ o a 2 secondo che il rapporto R/r è minore o maggiore di 100.

L'equazione di Schaffers risultò nel complesso in sufficiente buon accordo con l'esperienza, ma per essa le mobilità degli ioni gassosi partecipanti al fenomeno sarebbero considerevolmente maggiori di quelle che si ottengono con le ordinarie misurazioni.

Soltanto da due a quattro volte superiori alle normali risultano invece i valori delle stesse mobilità quando si deducano dalla formula:

$$i = C\, \frac{E\,(E - E_i)}{E_1 - E}$$

proposta quale espressione della corrente di corona da Fazel e Parsons (18) e nella quale:

$$C = \frac{2\, k\, r_0}{R^2\, \beta}$$

$$E_1 = \frac{r_0}{\beta} \ln \frac{R}{r_0} + E_i$$

con $\beta = \frac{r - r_0}{E - E_i}$ rapporto fra lo spessore della guaina che costituisce la zona di ionizzazione intorno al filo e la differenza di potenziale applicata fra la superficie della guaina stessa e il cilindro esterno. Il valore numerico di questo coefficiente β varia, secondo i dati sperimentali di Fazel e Parsons, da $1{,}53 \times 10^{-6}$ a $3{,}48 \times 10^{-6}$ cm/volt.

Per quanto riguarda gli indici relativamente elevati di mobilità ionica da essi determinati, gli autori ne danno una giustificazione fondata su due cause: il non avere tenuto completamente conto dell'effetto di carica spaziale; l'essere sempre presenti, oltre ad ioni anche elettroni.

Si può anche aggiungere, giusta un'osservazione di Darrow, che confronti diretti con i valori normali delle mobilità ioniche non sono possibili sui risultati delle esperienze di Fazel e Parsons, in quanto questi usarono corrente alternata in luogo di continua ed ottennero quindi, presumibilmente, una specie di valor medio fra le mobilità degli ioni dei due segni.

Impostazione e risoluzione dell'equazione differenziale del problema.

Sempre limitandoci a considerare per ora il caso di un filo sottile di raggio r_0, coassiale ad un cilindro di raggio notevolmente maggiore R, supporremo che la corrente di convezione ionica dovuta all'effetto corona consista essenzialmente in un trasporto di ioni che, all'esterno della superficie cilindrica di raggio r che delimita la zona di intensa ionizzazione in vicinanza del filo, sono tutti di un unico segno: precisamente di segno eguale a quello del potenziale del filo.

Ciò equivale a dire che nello spazio anulare di raggio interno r, raggio esterno R l'ionizzazione per urto è trascurabile e che gli ioni ivi presenti hanno una mobilità costante k.

È ovvio d'altra parte che tali ioni costituiranno una carica spaziale la quale sarà causa, al crescere della corrente, di una deformazione del campo elettrostatico.

Così, mentre il problema della tensione di innesco si riduceva alla ricerca del gradiente atto a provocare la ionizzazione per collisione nell'immediata adiacenza del filo, la determinazione della corrente si ridurrà alla ricerca di questa modificazione del campo per effetto della distribuzione ionica.

È pertanto prevedibile che, mentre il diametro del cilindro esterno non aveva — purchè fosse sufficientemente maggiore di quello del filo — importanza nei riguardi del gradiente di innesco, non sarà un elemento trascurabile, ma bensì fondamentale, nella espressione della corrente.

La densità ρ di carica spaziale in un punto P situato alla distanza x dall'asse del filo con $r < x < R$ sarà una funzione di x determinabile risolvendo l'equazione di Poisson in coordinate cilindriche, e cioè la:

$$\frac{d^2 V}{d x^2} + \frac{1}{x}\frac{d V}{d x} + 4\pi\rho = 0$$

nella quale V indica la funzione potenziale del campo.

Ora, indicando con i la corrente per unità di lunghezza del filo, si ha, in condizioni di regime,

$$2\pi\rho x\, d x = i\, d t$$

e poichè:

$$\frac{d x}{d t} = v = k f$$

con v velocità ionica, f valore del campo, si ha pure:

$$\rho = \frac{i}{2\pi x}\frac{1}{k f} = -\frac{1}{x\frac{d V}{d x}}\frac{i}{2\pi k}.$$

L'equazione differenziale da risolvere è pertanto la

$$\frac{d^2 V}{d x^2} + \frac{1}{x}\frac{d V}{d x} - \frac{1}{x\frac{d V}{d x}}\frac{2i}{k} = 0$$

ossia la

$$x\frac{d^2 V}{d x^2}\frac{d V}{d x} + \left(\frac{d V}{d x}\right)^2 - \frac{2i}{k} = 0.$$

Espressa in funzione del gradiente g essa diviene:

$$x\frac{d g}{d x} g + g^2 - \frac{2i}{k} = 0$$

o, moltiplicando tutto per x,

$$x^2\frac{d g}{d x} g + x g^2 - \frac{2i}{k} x = 0$$

Si ha, quindi:

$$d(x^2 g^2) = \frac{4i}{k} x$$

da cui:

$$x^2 g^2 = \frac{2i}{k} x^2 + C$$

con C costante d'integrazione.

Rendendo esplicita la g si ha, infine:

$$g = \frac{d V}{d x} = \sqrt{\frac{2i}{k} + \frac{C}{x^2}}$$

La funzione $\sqrt{\frac{2i}{k} + \frac{C}{x^2}}$ sarebbe, com'è noto, direttamente integrabile rispetto a x, ma converrà al nostro scopo svilupparla in serie binomiale prima di passare all'integrazione.

Si potrà allora scrivere:

$$g = \sqrt{\frac{2i}{k}}\left[1 + \frac{1}{2}\frac{C}{2\frac{i}{k}x^2} - \frac{1}{8}\left(\frac{C}{2\frac{i}{k}x^2}\right)^2 + \ldots\right]$$

la costante C restando determinata dalla condizione che, per $x = r$ sia $g = g_r$. Se nello sviluppo della serie alterna del secondo membro ci arrestiamo al secondo termine, otterremo:

$$g = \sqrt{\frac{2i}{k}}\left[1 + \frac{1}{2}\frac{C}{2\frac{i}{k}x^2}\right]$$

e poichè:

$$g_r = \sqrt{\frac{2i}{k}}\left[1 + \frac{1}{2}\frac{C}{2\frac{i}{k}r^2}\right]$$

$$C = 2\sqrt{\frac{2i}{k}}\, r^2\left(g_r - \sqrt{\frac{2i}{k}}\right)$$

avremo anche, in definitiva:

$$g = \frac{d V}{d x} = \sqrt{\frac{2i}{k}}\left[1 + \frac{g_r - \sqrt{2i/k}}{\sqrt{2i/k}}\frac{r^2}{x^2}\right] \tag{6}$$

Questa espressione approssimata del gradiente di potenziale g nello spazio tra r ed R è particolarmente interessante, in quanto si presta a rappresentare con sufficiente precisione la deformazione del classico campo elettrostatico fra cilindri coassiali dovuta alla distribuzione delle cariche spaziali per effetto corona. Misure di campo eseguite da Pauthenier e Mallard (19) fra un filo di raggio $r = 0{,}015$ cm portato al potenziale negativo di 42,2 kV e un cilindro coassiale di raggio $R = 20$ cm messo a terra, con una intensità di corrente di 1,15 μA per cm di lunghezza, risultarono in accordo praticamente perfetto con i valori previsti dalla formula anzidetta.

Dall'espressione del gradiente (6) non è difficile risalire a una espressione esplicita della corrente in funzione della differenza di potenziale applicata. Basterà infatti integrare fra i limiti R ed r, ricordando che i valori del potenziale in corrispondenza a queste due ascisse radiali sono rispettivamente o ed $E - E_i$, ove E designi la totale tensione fra il filo ed il cilindro di raggio R, ed E_i rappresenti la tensione di innesco della corona.

Si avrà subito:

$$\int_R^r dV = E - E_i = \left[\sqrt{\frac{2i}{k}x}\right]_R^r - \left[\left(g_r - \sqrt{\frac{2i}{k}}\right)\frac{r^2}{x}\right]_R^r =$$

$$= \sqrt{\frac{2i}{k}}(r - R) - \left(g_r - \sqrt{\frac{2i}{k}}\right) r^2 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)$$

e da questa, con semplici operazioni,

$$E - E_i + g_r r \frac{R - r}{R} = \sqrt{\frac{2i}{k}}(R - r)\left(\frac{r}{R} - 1\right).$$

Sostituendo infine a g_r la sua espressione $\frac{E - E_i}{r \ln R/r}$ (20) e quadrando dopo aver diviso tutto per $(R - r)\left(\frac{r}{R} - 1\right)\sqrt{\frac{2}{k}}$, si ha:

$$i = \frac{k}{2}\frac{(E - E_i)^2 [1 + (1 - r/R)\ 1/\ln R/r]^2}{(R - r)^2 (1 - r/R)^2}.$$

Nei casi in cui il raggio del cilindro esterno è molto superiore al raggio r della corona, la quantità r/R diviene trascurabile, e la relazione precedente assume la forma più semplice:

$$i = \frac{k}{2}\frac{(E - E_i)^2\left(1 + \frac{1}{\ln R/r}\right)^2}{(R - r)^2}$$

ossia, passando dalle unità elettrostatiche C.G.S. alle unità pratiche ed osservando che $(R - r)^2 \backsimeq R^2$:

(7) $$i = \frac{k}{2}\frac{(E - E_i)^2\left(1 + \frac{1}{\ln R/r}\right)^2}{R^2}\frac{10^{-5}}{9}\ \text{A}$$

quando si esprimano le tensioni in kV, le lunghezze in cm e la k in $\frac{\text{cm/sec.}}{\text{volt/cm}}$.

Verifiche sperimentali per le tensioni d'innesco.

Le verifiche furono in parte eseguite nella sala d'alta tensione del Laboratorio, in parte compiute all'aperto su di una linea sperimentale di breve lunghezza tesa attraverso un cortile adiacente alla sala anzidetta.

Nella serie di prove in ambiente chiuso la differenza di potenziale continua era data da un circuito rettificatore termoelettronico montato secondo il solito schema di Liebenow rappresentato nella fig. 1. Il trasformatore di alimentazione T può fornire tensioni fino

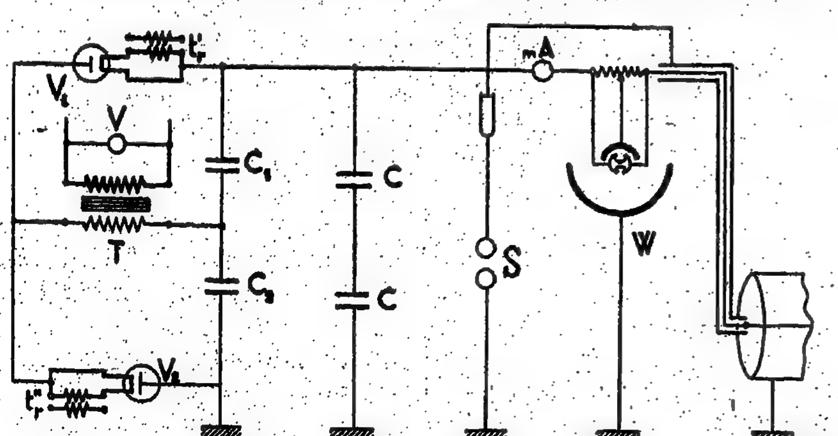


Fig. 1.

a 200 kV fra i poli di uscita; i condensatori C_1, C_2 ciascuno di 6 10^{-3} μF sono isolati per una tensione massima di 125 kV. La tensione rettificata veniva livellata ulteriormente mediante due condensatori C, C in serie della capacità complessiva di 3 10^{-3} μF; l'oscillazione di tensione attorno al valor medio con un carico di 1 mA ed una tensione media di 100 kV raggiungeva appena il 2 % com'è stato rilevato a mezzo di oscillogrammi eseguiti con l'oscillografo catodico.

L'inversione di polarità era ottenuta molto agevolmente cambiando le connessioni tra le valvole e i condensatori.

La misura dell'alta tensione veniva eseguita mediante lo spinterometro a sfere S, a valle del quale erano disposti un milliamperometro mA ed un wattmetro elettrostatico W. A quest'ultimo era collegato, attraverso ad una connessione schermata, un estremo del filo in esame, l'altro estremo del quale finiva su di un secondo schermo, pur esso in tensione.

Ciascun filo, della lunghezza di m 3,50, era teso lungo l'asse di un cilindro metallico (realizzato mediante una gabbia di rete metallica) del diametro di m 1, della lunghezza di m 5, messo costantemente a terra.

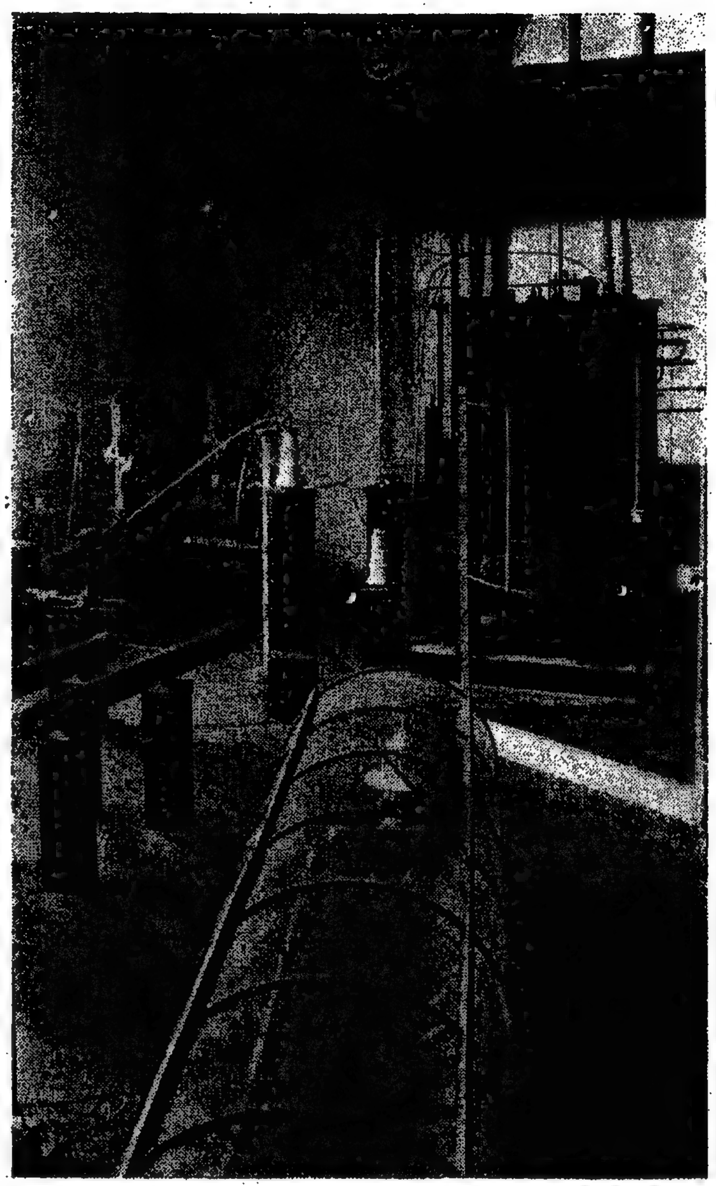


Fig. 2.

La fig. 2 rappresenta una fotografia del complesso. Una prima serie di prove tendeva a stabilire i valori da attribuire alla costante in parentesi della relazione (3):

$$g_i = g_r\left(1 + \frac{\text{cost}}{\sqrt{\delta r_0}}\right)$$

che esprime il gradiente superficiale di innesco del fenomeno corona. I fili usati, di rame nudo, erano di raggi crescenti da cm 0,02 a cm 0,15.

Il wattmetro elettrostatico, del tipo a binanti già descritto su questo giornale (21), adatto a sopportare tensioni fino a 200 kV, veniva regolato per una sensibilità di 0,38 watt/div. ed era, in questa serie di prove, usato come semplice indicatore, servendo a determinare la tensione d'innesco come quella sufficiente a produrre una corrente (e quindi a dissipare una potenza) con esso rivelabile.

I punti rappresentativi delle tensioni d'innesco positive e negative così determinate sono tracciati nella fig. 3, in funzione del raggio dei fili; nella successiva fig. 4 sono invece rappresentati, pure in funzione del raggio, i punti corrispondenti ai gradienti g_i per tensioni positive e negative. Le linee rappresentano gli stessi valori, calcolati come si vedrà in appresso.

Ove per la rigidità dielettrica dell'aria a 25° C e 76 cm di mercurio si assuma il valore di 30 kV/cm si ha:

$$g_i = 30\,\delta\left(1 + \frac{\text{cost}}{\sqrt{\delta r_0}}\right)\ \text{kV/cm}$$

e, noti che siano i dati di temperatura e di pressione, si può, per ogni r_0, calcolare la costante del secondo membro.

I risultati in corrispondenza ai vari raggi sono raccolti nella tabella che segue:

r_0	cm	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15
δ	—	1.05	1.018	1.05	1.005	1.016	1.005	1	1.015
g_{ip}	kV/cm	121.8	85.7	75.4	69.0	64.5	60.8	58.1	57.4
g_{in}	kV/cm	96.1	71.7	65.5	62.3	58.0	55.2	51.2	51.7
$cost_p$	—	0.415	0.367	0.348	0.365	0.354	0.337	0.353	0.354
$cost_n$	—	0.297	0.274	0.269	0.293	0.285	0.277	0.264	0.279

La media delle costanti per gradienti positivi è 0.362; quella per gradienti negativi è invece 0.279.

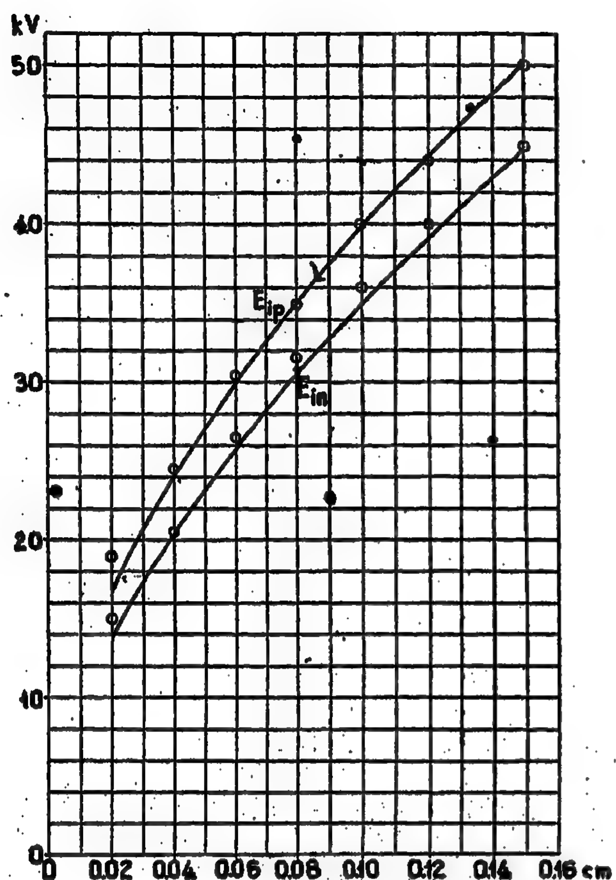


Fig. 3.

Il rapporto tra l'una e l'altra media è pari a 1.29 e cioè è dell'ordine di grandezza di quello tra la mobilità ionica negativa (1.75) e quella positiva (1.34).

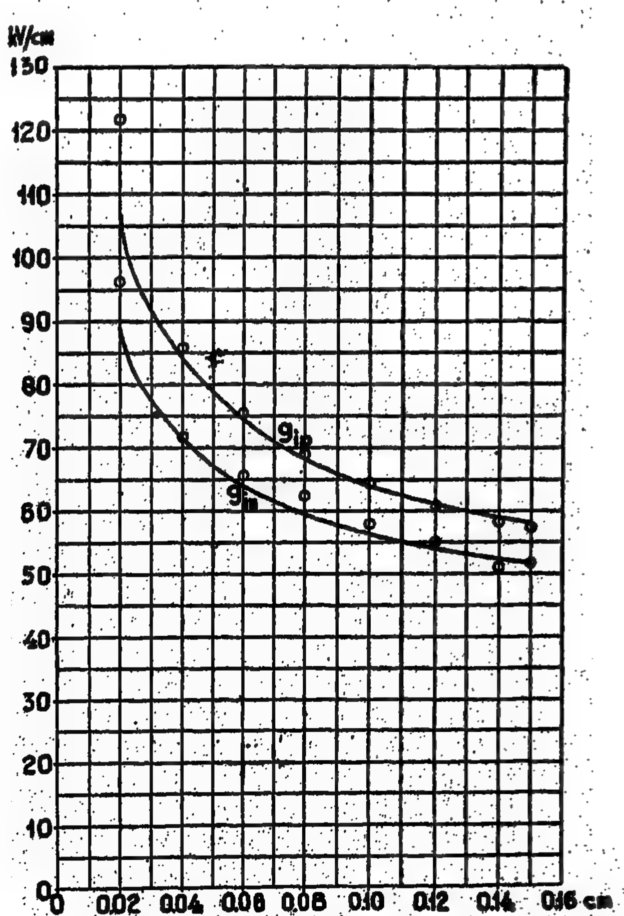


Fig. 4.

Per mostrare il grado di approssimazione raggiungibile con le formule (3) e (5) quando si assumano i due anzidetti valori per le costanti, ho, in base a questi, calcolato i gradienti g_i e le corrispondenti tensioni E_i. I risultati ottenuti, riportati nel quadro che segue,

r_0	cm	.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15
g_{ip}	kV/cm	111	85.2	77.2	68.7	65.5	61.8	59.1	58.8
g_{in}	kV/cm	92.6	72.7	66.8	60.3	75.3	54.6	52.5	52.4
E_{ip}	k V	17.3	26.5	31.1	35.3	40.7	44.7	48.5	51.1
E_{in}	k V	14.5	21	26.9	30.8	35.6	39.5	43.1	45.5

sono anche compendiati nelle curve a tratto pieno delle precedenti figg. 3 e 4.

Verifica della caratteristica di corrente.

La conoscenza della tensione d'innesco E_i, del gradiente critico g_i (che permette di calcolare r) e la determinazione sperimentale delle E e delle corrispondenti i consente di vagliare il grado di attendibilità della (7):

$$i = \frac{k}{2} \frac{(E - E_i)^2 \left(1 + \frac{1}{\ln R/r}\right)^2}{R^2} \frac{10^{-5}}{9} \quad \text{A}$$

proposta quale rappresentazione della caratteristica di corona nel caso di filo coassiale a cilindro, utilizzandola per determinare le mobilità ioniche k.

Raggi di corona, tensioni di prova e valori delle correnti sperimentalmente determinati per centimetro di filo sono raccolti nella tabella seguente, le ultime righe della quale contengono i valori che, in base all'equazione (7), discendono per le mobilità degli ioni positivi e negativi.

Si ha:

r_0	cm	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15
r_p	cm	0.074	0.114	0.154	0.183	0.218	0.247	0.276	0.294
r_n	cm	0.062	0.097	0.134	0.160	0.191	0.218	0.245	0.262
E_p	k V	70.0	82.5	76.2	78.0	81.0	84.0	84.5	86.0
E_n	k V	68.5	86.0	75.8	74.0	78.0	83.0	83.9	86.0
i_p	μA	1.43	2.05	1.43	1.485	1.43	1.43	1.43	1.43
i_n	μA	1.485	2.28	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.485
k_p	$\frac{\text{cm/sec}}{\text{V/cm}}$	1.74	2.18	2.29	2.64	2.82	2.93	3.49	3.7
k_n	$\frac{\text{cm/sec}}{\text{V/cm}}$	1.74	1.79	1.97	2.5	2.56	2.42	2.74	2.88

Alla stregua della (7) le mobilità ioniche tanto per gli ioni positivi che per i negativi risulterebbero pertanto funzioni delle condizioni sperimentali e, in linea generale, maggiori di quelle ordinarie: inoltre quelle degli ioni negativi sarebbero, se pur di poco, inferiori a quelle dei positivi.

Nè varrebbe riferirsi ai valori di k relativi al moto di ioni in campi intensi (che, a detta di Franck ([22]), possono ritenersi uguali a 3 per gli ioni positivi, a 12 per i negativi), giacchè, come si è osservato, dai dati di esperienza le mobilità appaiono variare con il raggio del filo.

In realtà, più che da questo, sembra logico ammettere che esse dipendano dal rapporto tra il raggio di corona e quello del filo, ed una legge di dipendenza che fornisce, dal punto di vista dei valori da attribuire alle mobilità, risultati abbastanza soddisfacenti è quella che si deduce accettando l'ipotesi che la velocità degli ioni alla superficie della guaina che delimita la zona di intensa ionizzazione sia uguale a quella che gli ioni stessi acquisterebbero alla superficie del filo qualora, in assenza di corona, fossero sollecitati dal gradiente di innesco g_i.

Ciò comporta appunto, ove si indichi con k_0 la mobilità in corrispondenza a r_0 nelle anzidette condizioni:

$$k = k_0 \frac{r \log R/r}{r_0 \log R/r_0} \frac{E_i}{E - E_i}.$$

Sostituendo in (7) si ha allora, immediatamente:

$$(8) \qquad i = \frac{k_0}{2} \frac{E_i (E - E_i)}{R^2} \frac{r \log R/r}{r_0 \log R/r_0} \left(1 + \frac{1}{\ln R/r}\right)^2 \frac{10^{-5}}{9} \quad \text{A}$$

la verifica della quale, fatta come dianzi, dà, in corrispondenza ai vari raggi dei fili usati, i valori k_{0p} e k_{0n}:

r_0	cm	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15
k_{0p}	$\frac{\text{cm/sec}}{\text{V/cm}}$	1.72	1.99	1.5	1.59	1.47	1.43	1.48	1.46
k_{0n}	$\frac{\text{cm/sec}}{\text{V/cm}}$	2.44	2.62	1.82	1.96	1.78	1.63	1.64	1.62

ed i rapporti $\dfrac{k_{on}}{k_{op}}$:

r_0	cm	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15
$\frac{k_{on}}{k_{op}}$	—	1.42	1.31	1.21	1.32	1.22	1.14	1.11	1.11

È interessante notare che valori di questo rapporto furono calcolati anche da Townsend [16] verificando con la sua espressione di corrente corona i dati sperimentali di Watson [14]: il medio rapporto risultava di 1.185 con un medio valore di k_{0n} pari a 1.47 ed un medio valore di k_{0p} uguale a 1.24.

Nel nostro caso la media dei valori k_{0n}/k_{0p} è data da 1.22 con un valor medio di k_{0n} pari a 1.93 ed un valore medio di k_{0p} uguale a 1.58.

Per quanto si riferisce poi all'ipotesi assunta nei riguardi delle velocità ioniche in corrispondenza alla superficie ideale della guaina di corona, si può ancora osservare che, qualora si designino con v_0 e v_r le velocità effettive degli ioni sulle superfici cilindriche di raggi rispettivamente r_0 ed r, da essa discende subito:

$$v_0 = v_r \left(1 + \frac{\ln R/r}{\ln r/r_0} \right)^{(23)}.$$

Critica dei risultati conseguiti.

La relazione (3) che fornisce il gradiente d'innesco dà, con i valori della costante del secondo membro uguali rispettivamente a 0.362 e 0.279 secondo che si tratti di filo a potenziale positivo o a potenziale negativo, risultati quasi sempre nettamente in difetto per raggi da 0.01 cm a 0.05 cm; in generale lievemente in eccesso per raggi maggiori di 0.05 cm.

Risultati più prossimi a quelli sperimentalmente determinati si possono ottenere apportando alla formula precedente una correzione del tipo di quella che Peek adotta per il gradiente disruttivo g_d, ch'egli distingue da quello visivo g_v, definendo g_d come il gradiente cui ha inizio la vera perdita per effetto corona.

Mentre infatti l'espressione data dal Peek per g_v è, nel caso di cilindri coassiali, la:

$$g_v = 31\,\delta \left(1 + \frac{0.308}{\sqrt{\delta r_0}} \right) \text{kV/cm}$$

quella assunta per g_d è la:

$$g_d = 31\,\delta \left(1 + \frac{0.30}{\sqrt{\delta r_0}} \frac{1}{1 + 230\,r_0^2} \right) \text{kV/cm}$$

nella quale

$$\frac{0.30}{(1 + 230\,r_0^2)\sqrt{\delta r_0}}$$

diventa trascurabile per valori di $r_0 >$ cm 0.2.

Nel caso della corona in corrente continua, il coefficiente correttivo sembra potersi ritenere $1 + \dfrac{1}{1 + 10^4 r_0^2}$ per modo che, con $r_0 = 0.01$ cm esso ha il valore di 1.5, con $r_0 = 0.05$ cm diviene uguale a 1.04. Per $r_0 > 0.05$ presenta differenze da 1 del tutto trascurabili.

Il gradiente d'innesco risulterebbe in conseguenza dato da:

$$g_i = 30\,\delta \left[1 + \frac{\text{cost}}{\sqrt{\delta r_0}} \left(1 + \frac{1}{1 + 10^4 r_0^2} \right) \right] \text{kV/cm}$$

per valori di $r_0 <$ cm 0.05; da:

$$g_i = 30\,\delta \left(1 + \frac{\text{cost}}{\sqrt{\delta r_0}} \right) \text{kV/cm}$$

per valori di $r_0 >$ cm 0.05.

Procedendo poi alla determinazione dei nuovi valori da attribuire alla costante del secondo membro si ottengono, in corrispondenza ai vari raggi, i risultati della tabella che segue:

r_0	cm	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15
cost_p	—	0.345	0.345	0.348	0.365	0.354	0.337	0.353	0.354
cost_n	—	0.247	0.258	0.269	0.293	0.285	0.277	0.264	0.279

La formula del gradiente d'innesco così corretta sembra essere più appropriata nel caso di gradienti positivi che in quello di gradienti negativi: è certo tuttavia che soltanto mediante un grandissimo numero di prove eseguite nelle più diverse condizioni di temperatura, pressione e umidità si potrebbero stabilire valori delle costanti di sufficiente precisione.

Nei riguardi poi della caratteristica di corrente (8) si può osservare che da essa la i apparirebbe funzione lineare della $E - E_i$: essa dà risultati relativamente prossimi agli sperimentali per valori della E intorno alla tensione d'innesco E_i; nettamente inferiori ai reali per valori elevati della E.

In condizione di regime la soluzione, se pur approssimata, della equazione:

$$\frac{d^2 V}{d x^2} + \frac{1}{x} \frac{d V}{d x} + 4 \pi \varrho = 0$$

fornisce certamente la i come funzione della $E - E_i$ di grado superiore al primo; ma la forma lineare (8) è stata adottata solo per determinare un rapporto medio tra i valori di mobilità negativa e positiva all'esterno della zona di intensa ionizzazione che successive ricerche sembrerebbero confermare. Per il calcolo della corrente questa approssimazione può valere unicamente in un piccolo intervallo iniziale.

Tensioni d'innesco e caratteristica di corrente nel caso di due fili paralleli.

Nel caso di due fili paralleli, l'uno portato a un potenziale E, l'altro messo a terra, il fenomeno assume un aspetto assai più complesso: la formazione della corona di determinato segno intorno al filo in tensione è infatti accompagnata dalla formazione della corona di segno opposto sul filo parallelo.

Per quanto riguarda i gradienti critici, essi non sembrano grandemente mutati rispetto a quelli che valgono per il filo coassiale a un cilindro; le tensioni d'innesco presentano invece qualche differenza dovuta alla diversa espressione del gradiente in questo caso.

È infatti noto che, mentre la tensione nel caso di cilindri coassiali è data in funzione del gradiente per ogni distanza radiale x della relazione esatta:

$$V = g\,x \ln \frac{R}{r_0}$$

nel caso di cilindri ad assi paralleli si può assumere come suo valore approssimato l'espressione:

$$V = g\,x \ln \frac{d}{r_0} \quad (28)$$

nella quale d designa la distanza fra gli assi dei due cilindri, r_0 il loro raggio, supposto eguale per entrambi.

Determinati pertanto i gradienti critici positivi e negativi in base alle:

$$g_i = 30\,\delta \left(1 + \frac{0.362}{\sqrt{\delta r_0}} \right)$$

$$g_i = 30\,\delta \left(1 + \frac{0.279}{\sqrt{\delta r_0}} \right)$$

rispettivamente, se ne traggono le tensioni d'innesco sotto indicate per fili di diametro variabile da 1 mm a 5 mm:

r_0	cm	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
E_{ip}	kV	30.6	45.2	57.2	68.5	78.5
E_{in}	kV	26.3	40	52.4	61.4	71
E_{in}	kV	24.9	37.6	49.2	57.3	66.1
E_{in}	kV	22.5	33.6	43.5	50.4	57.7

Nella seconda e terza riga sono riporte le tensioni critiche positive e negative per fili paralleli spaziati l'uno rispetto all'altro

di cm 100; nella quarta e quinta riga sono invece quelle, soltanto negative, relative a fili situati alla distanza di 66 cm e 33 cm rispettivamente.

La determinazione della corrente e cioè della densità di carica nello spazio esterno alle due guaine di corona è poi ricondotta ancora alla integrazione dell'equazione di Poisson:

$$\Delta^2 V + 4\pi \varrho = 0 \,,$$

nella quale tuttavia si intenda ora per ρ la differenza fra la densità di carica negativa e quella di carica positiva. Ma tale soluzione, oltre ad offrire notevoli difficoltà dal punto di vista strettamente matematico, impone, quando si voglia dedurne un'espressione esplicita della corrente, tali approssimazioni da rendere il risultato pressochè illusorio.

Conviene quindi, per determinare una formula di semplice e pratica applicazione, affidarsi alla soluzione ottenuta nel caso più schematico della corona fra filo e cilindro coassiali, apportando a quel risultato le modificazioni suggerite dalla diretta osservazione delle differenze che sussistono fra il fenomeno fisico che si ha in quel caso e quello che si verifica invece nel caso dei due fili paralleli.

Le quali si possono compendiare nel modo che segue:

quale tensione d'innesco per l'effetto corona tra due fili paralleli di ugual diametro si deve assumere quella che compete al filo a potenziale negativo;

nell'intervallo di tensioni fra la E_{in} e la E_{ip} la corrente è paragonabile a quella che si ha nel caso di filo e cilindro coassiali;

per valori di tensioni maggiori di E_{ip} la stessa i si può ritenere somma di una corrente dovuta al passaggio di ioni negativi (parzialmente neutralizzati dalle cariche positive) e di una corrente dovuta al passaggio in senso opposto di ioni positivi (parzialmente neutralizzati dalle cariche negative).

Di ciascuna di queste si può dare un'espressione approssimata mediante una relazione del tipo:

$$j = \frac{k_n - k_p}{2} \frac{(E - E_i)^2}{d^2} \left(1 + \frac{1}{\ln d/r}\right)^2 \frac{10^{-5}}{9} \ \text{A}$$

dedotta dalla (7), che è relativa a dei cilindri coassiali, notando che la densità di carica ρ pari, con quella disposizione, a:

$$-\frac{1}{x\dfrac{dV}{dx}} \frac{1}{2\pi k}$$

diventa in questo caso:

$$-\frac{1}{x\dfrac{dV}{dx}} \frac{1}{2\pi} \left(\frac{1}{k_p} - \frac{1}{k_n}\right)$$

e che il gradiente sulla guaina è approssimativamente dato da $\dfrac{E - E_i}{r \ln d/r}$ anzichè da $\dfrac{E - E_i}{r \ln R/r}$.

Se infine le due correnti parziali si ammettono, come è probabile, di uguale valore, si ha la corrente totale fornita da:

$$(9) \quad i = (k_n - k_p) \frac{(E - E_i)^2}{d^2} \left(1 + \frac{1}{\ln d/r}\right) \frac{10^{-5}}{9} \ \text{A}\,.$$

Verifiche sperimentali per l'espressione della corrente tra due fili.

Per le verifiche su linea sperimentale, costituita da una campata di 45 m di lunghezza tesa all'aperto, dopo aver usato la tensione raddrizzata fornita dal circuito di fig. 5, vi si sostituì, col vantaggio di un più adeguato livellamento di tensione, il circuito di Liebenow prima descritto.

Il filo in tensione, avente in serie un milliamperometro e il wattmetro elettrostatico, era portato all'esterno mediante una connessione schermata, e l'isolamento verso parete era convenientemente assicurato da un passante a condensatore cui l'anzidetta connessione faceva capo.

Il filo in esame, partendo dall'estremità di tale passante, finiva ad un palo in legno e l'isolamento era quivi ottenuto facendo il collegamento a mezzo di un bastone di ebanite della lunghezza di un metro.

Il filo di terra, parallelo al precedente, era anch'esso schermato verso l'interno a mezzo di un cavetto in piombo e la connessione a terra era fatta attraverso un milliamperometro.

Le prove in ambiente esterno furono eseguite in buon numero su fili di rame nudo di diametri variabili da 1 mm a 5 mm.

I risultati di una prova eseguita su di una coppia di fili di 3 mm di diametro, spaziati l'uno rispetto all'altro di 100 cm, sono riportati nel quadro che segue, l'ultima colonna del quale contiene i valori di corrente totale prevedibili con la relazione:

$$(10) \qquad I = (k_n - k_p) \frac{(E - E_i)^2}{d^2} \left(1 + \frac{1}{\ln d/r}\right)^2 l \frac{10^{-5}}{9} \ \text{A}$$

nella quale l designa la lunghezza dell'intera linea (in cm).

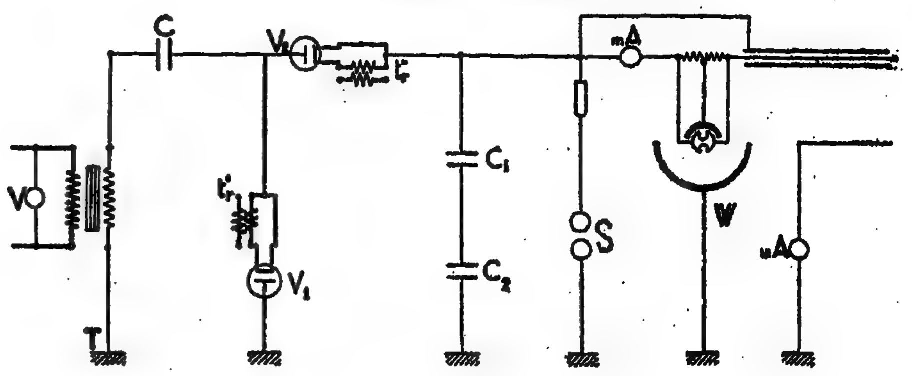


Fig. 5.

Quale tensione d'innesco si è adottato il valore $E_i = 52.5$ kV; il raggio di corona si è calcolato sulla media $r = 0.266$ cm; la differenza $k_n - k_p$ si è calcolata, in base ai valori 1.93 e 1.58 dianzi determinati per k_n e k_p rispettivamente, pari a 0.35.

Si ha allora:

E (kV)	I_{oss} (mA)	I_{oss} (mA)	I_{prev} (mA)
	letture al mA in tensione	letture al mA a terra	
70	0.1	0.095	0.14
89.3	0.25	0.18	0.33
99.5	0.5	0.33	0.53
109.4	0.85	0.67	0.78
118.4	1.35	1.1	1.04
126.8	1.9	1.6	1.33
133.5	2.5	2.22	1.58
140.8	3.15	2.9	1.87

Tenuto conto del grado di approssimazione richiesto e possibile in questo genere di prove, dell'ordine di errore nella determinazione della tensione mediante lo spinterometro e delle stesse imprecisioni di lettura, i risultati di confronto sembrerebbero abbastanza soddisfacenti.

A giustificare i valori in difetto previsti per le tensioni più elevate può valere l'osservazione che, quando il campo è molto intenso, una parte della corrente che percorre il filo in tensione chiude direttamente a terra, anzichè tornare per il filo di terra. Ed infatti il milliamperometro in serie su questo segnala valori di I più prossimi a quelli teoricamente previsti.

Senonchè, nell'applicare la (10), non si è tenuto conto di parecchi elementi: la $E_i = 52.5$ kV è una tensione d'innesco che si può ritenere precisa per fili perfettamente lisci, privi di qualunque asperità, mentre per fili ruvidi la tensione stessa va moltiplicata per un coefficiente correttivo, il cui valore generalmente accettato dagli autori che hanno studiato il fenomeno corona varia da 0.88 a 0.98; inoltre, quando la I assumeva nelle mie esperienze valori al di sopra di 1 mA, non era più lecito trascurare l'oscillazione che la tensione subiva attorno al suo valore medio.

In realtà la relazione proposta, applicata nel caso di una coppia di fili sempre di 3 mm di diametro, ma situati successivamente alla reciproca distanza di cm 66 e di cm 33, con il filo in tensione caricato negativamente, se dà risultati ancora accettabili per il valore $d = 66$ cm, per il quale si ha:

E (kV)	I_{oss} (mA)	I_{oss} (mA)	I_{prev} (mA)
	letture al mA in tensione	letture al mA a terra	
73	0.1	0.09	0.31
85.8	0.34	0.21	0.74
95.3	0.65	0.53	1.17
105.8	1.3	1.16	1.76
116.3	2.15	1.89	2.48
124.9	3.1	2.95	3.15
136.7	4.5	4.22	4.21

li fornisce troppo in eccesso rispetto agli sperimentali per il valore $d = 33$ cm, per il quale è:

E (kV)	I_{oss} (mA)	I_{oss} (mA)	I_{prev} (mA)
	letture al mA in tensione	letture al mA a terra	
63.9	0.28	0.17	0.96
75.3	0.9	0.8	2.34
85.7	1.94	1.84	4.11
98.2	3.65	3.25	6.91
114.1	6.7	6.4	11.48

La legge quadratica non può dunque essere valida in questi casi e risultati molto più appropriati si ottengono quando all'esponente 2 si sostituisca l'esponente log $(E - E_i)$. Le tabelle seguenti, sempre per una coppia di fili di 3 mm di diametro, spaziati successivamente di 33, 66, 100 cm furono calcolate con tale sostituzione e tenendo conto sia delle oscillazioni di tensione, sia dell'abbassamento della tensione d'innesco per effetto di ruvidità o deformazioni dei fili.

$r_0 = 0.15$ cm ; $d = 33$ cm ; $E_i = 43$ kV

E (kV)	I_{oss} (mA)	I_{oss} (mA)	I_{prev} (mA)
	letture al mA in tensione	letture al mA a terra	
63.5	0.28	0.17	0.28
74	0.9	0.8	0.91
82.5	1.94	1.84	1.91
91.5	3.65	3.25	3.75
100.5	6.7	6.4	6.73

$r_0 = 0.15$ cm ; $d = 66$ cm ; $E_i = 49.2$ kV

E (kV)	I_{oss} (mA)	I_{oss} (mA)	I_{prev} (mA)
	letture al mA in tensione	letture al mA a terra	
72.8	0.1	0.09	0.09
85.2	0.34	0.21	0.34
94.1	0.65	0.53	0.69
103.1	1.3	1.16	1.29
111.5	2.15	1.89	2.15
117.6	3.1	2.95	3.01
125.4	4.5	4.22	4.50

$r_0 = 0.15$ cm ; $d = 100$ cm ; $E_i = 46.1$ kV

E (kV)	I_{oss} (mA)	I_{oss} (mA)	I_{prev} (mA)
	letture al mA in tensione	letture al mA a terra	
76.8	0.1	0.095	0.09
88.9	0.25	0.18	0.26
98.5	0.5	0.33	0.51
107.4	0.85	0.67	0.88
115.3	1.35	1.1	1.37
122.2	1.9	1.6	1.95
127.1	2.5	2.22	2.47
132.5	3.15	2.9	3.16

Espressione della potenza.

La formula:

$$(11)\quad I = (k_n - k_p)\frac{(E - E_i)^{\log(E - E_i)}}{d^2}\left(1 + \frac{1}{2.3 \log d/r}\right)^2 l \frac{10^{-5}}{9} \quad \text{A}$$

ha evidentemente una giustificazione del tutto sperimentale: ma non è priva di significato fisico la sostituzione adottata dell'esponente 2 con l'esponente log $(E - E_i)$.

Nella (11) due sono le quantità che, ammesse «a priori» costanti onde ottenere un'esplicita espressione analitica per la corrente, si possono invece presumere funzioni della differenza di potenziale $E - E_i$: il raggio della guaina di corona r e la differenza $k_n - k_p$ fra le mobilità ioniche negativa e positiva.

Nei riguardi del primo si è già precedentemente osservato come fosse arbitrario ritenerlo costante ed uguale, per la (4), ad $r_0\, g_i/g_r$, mentre per ogni $E - E_i$ dovrebbe esser tale da soddisfare la:

$$\frac{E - E_i}{r \ln d/r} = g_r \ ,$$

con g_r costante.

Ma è anche ovvio che gli incrementi che la r può assumere rispetto al valore che possiede all'innesco del fenomeno non sono tali da recare variazioni fortemente sensibili nel termine $\left(1 + \frac{1}{2.3 \log d/r}\right)^2$ a mezzo del quale la I dipende da r [26].

Ammettendo quindi quest'ultimo costante ed uguale al valore iniziale, l'aver introdotto per la corrente, al posto della formula quadratica (10), quella ad esponente logaritmico (11), significa allora aver fissato una legge di variazione per la differenza fra le mobilità ioniche negativa e positiva esprimibile mediante la:

$$K_n - K_p = (k_n - k_p)\ (E - E_i)^{\log \frac{E - E_i}{100}} \quad (27)$$

nella quale k_p e k_n designano i valori normali delle mobilità, K_p e K_n i valori dalle medesime assunti in corrispondenza alla tensione $E - E_i$.

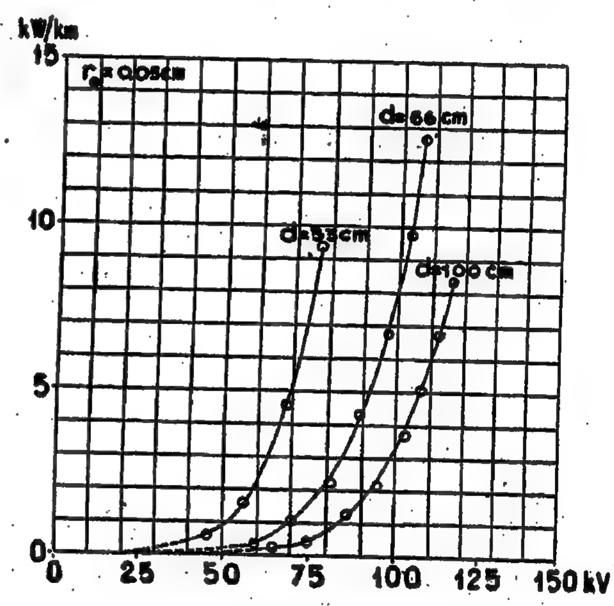


Fig. 6.

L'asserire che questa è la vera legge di variazione della differenza fra la mobilità ionica negativa e quella positiva nel fenomeno corona senza nessuna dimostrazione e con numero relativamente limitato di controlli sperimentali sarebbe certamente fuor di luogo, ma è innegabile che l'espressione della corrente a mezzo di un esponenziale logaritmico fornisce risultati assai prossimi agli sperimentali per tutti i valori della tensione applicata.

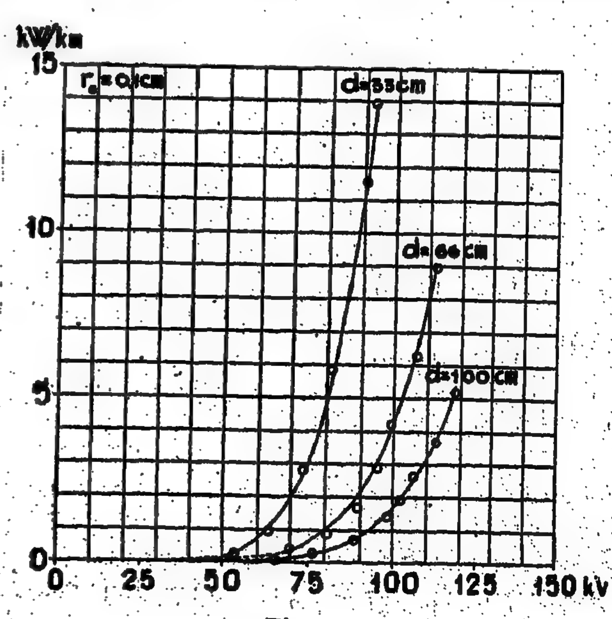


Fig. 7.

Accettata pertanto per la corrente totale la relazione (11), si può immediatamente ottenere l'espressione della potenza. Molti-

plicando la I in mA per la E in kV si avrà la potenza totale in watt; dividendo per l in m si avrà la potenza in W/m o in kW/km.

Risulterà quindi in definitiva:

$$(12)\quad W = 0.5\,\frac{E\,(E-E_i)^{\log (E-E_i)}}{d^2}\left(1+\frac{1}{2.3\log d/r}\right)^2\frac{10^{-5}}{9}\ \text{kW/km}$$

nella quale si è sostituito alla differenza $k_n - k_p$ il valore 0,5 dovuto a Chattock (28) e che si dimostrò, nel caso delle esperienze fra due

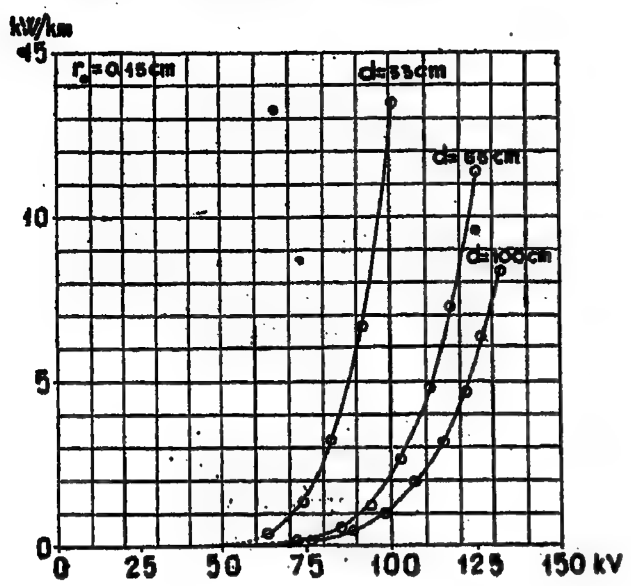


Fig. 8.

fili, più conveniente dell'altro, pari a 0.35, precedentemente determinato in base ai risultati delle prove su cilindri coassiali.

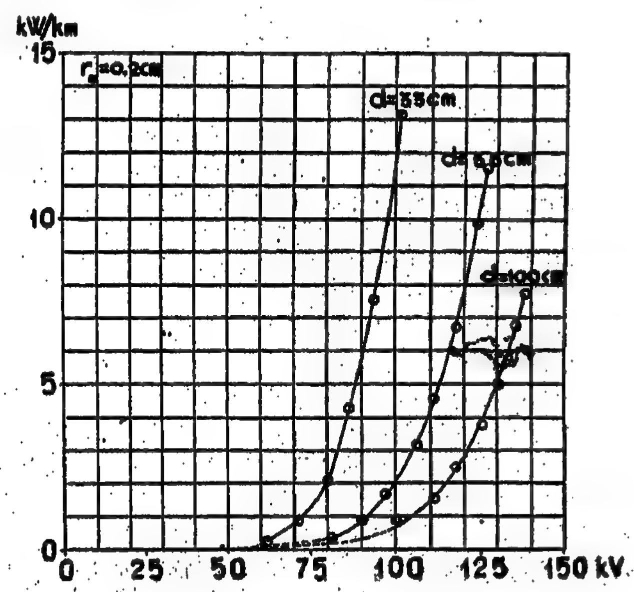


Fig. 9.

I grafici delle figg. 6, 7, 8, 9, 10 segnano l'andamento delle potenze dissipate su coppie di fili di diametri crescenti da 1 mm a

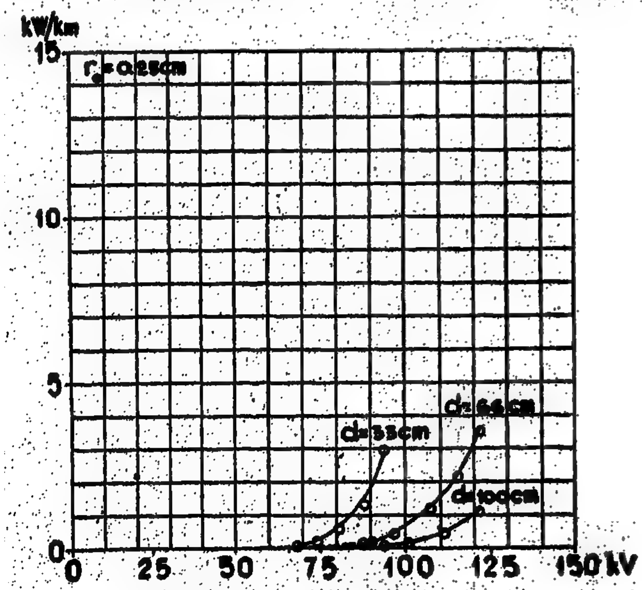


Fig. 10.

5 mm e posti successivamente alla mutua distanza di 100 cm, 66 cm, 33 cm.

Le curve in tratto pieno sono tracciate mediante i risultati ottenuti dalla (12), mentre i punti danno le indicazioni fornite dal wattmetro elettrostatico regolato ad una sensibilità di 1.4 watt/div e generalmente in buon accordo con le indicazioni voltamperometriche: le differenze in eccesso per queste riscontrabili ad elevate tensioni erano in parte da attribuire alla estrema difficoltà di leggere un valore esatto della corrente sui milliamperometri, i cui indici erano soggetti a fortissime oscillazioni. I raccordi delle curve a tratteggio rappresentano poi ancora le potenze dissipate per chilometro a norma della (12), ma non sperimentalmente controllate.

I valori delle tensioni d'innesco usati per i calcoli furono generalmente minori di quelli teoricamente previsti: sempre tuttavia nell'ordine compatibile con il coefficiente di correzione 0.88 - 0.98 giustificato dalle considerazioni esposte nel precedente paragrafo.

*

Non mi consta che sia stata finora tentata una trattazione generale del fenomeno corona in corrente continua: i risultati da me conconseguiti sia per quanto concerne la legge di formazione e quindi l'espressione delle tensioni di innesco [formule (3), (5)], sia per quanto si riferisce alla deduzione della caratteristica di corrente [formule (7), (11)] e della potenza dissipata [formula (12)] vanno quindi giudicati alla stregua di soluzioni approssimate del problema, di valore indicativo abbastanza preciso. Confido di poter in avvenire chiarire in modo migliore alcune fra le considerazioni esposte in questa nota, come pure di poter valutare in modo più esauriente il valore delle formule da me proposte quando vengano applicate al caso di correnti alternate di bassa o alta frequenza e confrontate con quelle ben note di Peek (20) e di Holm (30).

Tengo infine a manifestare la mia riconoscenza al chiarissimo Prof. Enzo Pugno Vanoni, Direttore di questo Laboratorio di Elettrotecnica, per i numerosi consigli e gli incoraggiamenti avutine.

Laboratorio di Elettrotecnica
del R. Istituto Superiore di Ingegneria - Padova.

NOTE E BIBLIOGRAFIA.

(1) E. Santuari: Della trasmissione a distanza mediante corrente continua ad alta tensione. - *L'Energia Elettrica*, 1932, pp. 616-620.

G. Revessi: Appunti per una migliore utilizzazione dei materiali. - Rendiconti A.E.I., II, S, vol. VI, 1933, pp. 513-516.

A. Cecconi: La corrente continua ad altissima tensione ed il grande trasporto di energia. - *L'Elettrotecnica*, 1933, pp. 598-603.

Negli articoli citati trovasi una ricca Bibliografia della letturatura straniera relativa all'argomento.

(2) E. Marx - H. Göschel: Koronaverluste bei hoher Gleichspannung. - Elektrotechnische Zeitschrift, 1933, pp. 1112-1113.

(3) A. Righi: Sulla ionizzazione dell'aria prodotta da una punta elettrizzata. - Mem. della R. Accademia di Bologna, 11 gennaio 1903.

(4) Una Bibliografia sufficientemente completa sul fenomeno « corona » per gli anni dal 1910 al 1924 trovasi nell'articolo, citato alla nota (10), di F. W. Lee e B. Kurrelmeyer.

Fra i lavori più recenti:

C. T. Hesselmeyer - J. K. Kostko: Nature of Corona Loss. - A.I.E.E., Journ., 1925, pp. 1068-1075.

H. Yagi - K. Unno: Wave form of the Corona Current in Air and solid Dielectrics. - Inst. El. Eng. Japan - Journ., 1926, pp. 267-272.

C. H. Willis: Space Charge and Current in alternating Corona. - A.I.E.E., Journ., 1927, pp. 272-281, Disc. pp. 504-505.

F. W. Peek Jr.: Law of Corona and dielectric Strength of Air. - A.I.E.E., Journ., 1927, pp. 1390-1398, Disc. 1457-1461.

G. Crivellari - C. Palestrino: Considerazioni teoriche ed esperienze pratiche sulla determinazione delle perdite per effetto corona. - *L'Elettrotecnica*, 1928, pp. 422-499.

S. K. Waldorf: High voltage Corona in Air. - A.I.E.E., Journ., 1930, pp. 272-276.

J. S. Carroll - L. H. Brown - D. P. Dinapoli: Corona Loss measurements on a 220 kV, 60 ∿, 3 phase experimental Line. - A.I.E.E., Journ., 1930, pp. 987-992.

W. D. Weidlein: Corona Energy Loss. - Elect. Engineering, 1931, pp. 898-899.

C. Palestrino: Le perdite per effetto corona sulle linee ad altissima tensione. - *L'Energia Elettrica*, 1932, pp. 690-702.

J. S. Carroll - B. Cozzens: Corona Loss at 220-330 kV. - Elect. Engineering, 1933, pp. 178-183.

(5) J. Zelený: On discharges from points in gases, with special regard to so-called Dark-discharges. - Phys. Rev., 1924, pp. 255-271.

(6) J. B. Whitehead: Electric Strength of Air. - A.I.E.E., Proc. 1910, pp. 1059-1087.

(7) F. W. Peek Jr.: The electric Strength of Air. - A.I.E.E., Proc. 1911, pp. 1485-1561.

(8) La relazione $g_i = \delta\left(A + \dfrac{B}{\sqrt{\delta\, r_0}}\right)$ ha carattere del tutto generale e si adatta anche a tipi di elettrodi diversi da quelli sopra nominati, quando con A e B si intendano funzioni della forma degli elettrodi.

Vedasi ad esempio in proposito: Darrow: « Electrical phenomena in gases ». - The Williams & Wilkins Company, Baltimore, 1932.

(9) S. P. Farwell: Corona produced by continuous potentials. - A.I.E.E., Proc. 1914, pp. 1693-1728.

(10) F. W. Lee - B. Kurrelmeyer: A Study of Direct-current corona in various gases. - A.I.E.E., Journ., 1925, pp. 16-23.

(11) B. Davis: Theory of the corona. - A.I.E.E., Proc. 1914, pp. 529-546.

(12) J. S. Townsend: A theory of the Glow-discharge from wires. - The Electrician, 1913, pp. 348-350.

(13) J. B. Baille: Mesure des potentiels correspondant à des distances explosives déterminées. - Annales de Chimie et de Physique, 1882, pp. 486-532.

(14) E. A. Watson: Atmospheric Loss off wires under Direct-current pressures. - The Electrician, 1909, pp. 828-832.

Losses off Transmission lines due to brush discharge, with special reference to the case of Direct-current. - The Electrician, 1910, pp. 707-710, Disc. pp. 766-768.

(15) J. E. Almy: Discharge Current from a Surface of large Curvature. - Amer. Journ. Sci., 1901, pp. 175-179.

(16) J. S. Townsend - P. J. Edmunds: Discharge of Electricity from Cylinders and Points. - Phil. Mag., 1914, pp. 789-801.

(17) V. Schaffers: La conduction électrique dans les champs cylindriques sous la pressione atmosphérique. - Comptes Rendus de l'Ac. des Sciences, 1913, pp. 203-205.

La loi des courants de lueur dans les champs cylindriques. - Comptes Rendus de l'Ac. des Sciences, 1913, pp. 1417-1419.

(18) C. S. Fazel - S. R. Parsons: The Current-Voltage Relation in the Corona. - Phys. Rev., 1924, pp. 598-607.

(19) M. Pauthenier - P. Mallard: Contribution à l'étude du champ cylindrique dans l'air ionisée à la pression ordinaire. - Comptes Rendus de l'Ac. des Sciences, 1929, pp. 635-637.

M. Pauthenier - M. Moreau Hanot: La charge des particules sphériques dans un champ ionisé. - Le Journ. de Physique et le Radium, 1932, pp. 591-613.

(20) Accettare questa sostituzione con r costante equivale ad ammettere che il gradiente alla superficie di raggio r, eguale a quello della corona all'innesco, cresca al crescere di E, come se lo spessore della zona ionizzata rimanesse inalterato. Tale supposizione non risponde alla realtà, perchè la guaina si espande e la g_r si mantiene costante alla sua superficie, ma le due interpretazioni, pur non coincidendo dal punto di vista fisico, dànno del fenomeno andamenti non contrastanti.

(21) E. Pugno Vanoni - G. De Fassi: Wattmetro elettrostatico per misure di potenza in alta tensione. - *L'Elettrotecnica*, 1933, pp. 575-578.

(22) J. Franck: Handbuch der Physik. - Zw. Aufl., Band XXII/I, pagina 351 e segg.

(23) Infatti, quando si tenga conto che la v_0 è fornita da $k_0 \dfrac{E_i}{r_0 \ln r/r_0}$ e la v_r è invece data da $k \dfrac{E - E_i}{r \ln R/r}$, la precedente relazione si scrive:

$$k_0 \frac{E_i}{r_0 \ln r/r_0} = k \frac{E - E_i}{r \ln R/r} \frac{\ln R/r_0}{\ln r/r_0}$$

la quale coincide appunto con la condizione:

$$k = k_0 \frac{r \log R/r}{r_0 \log R/r_0} \frac{E_i}{E - E_i}.$$

(24) F. W. Peek Jr.: The electric Strength of Air and the Law of the Corona. - A.I.E.E., Proc. 1912, pp. 1085-1126.

(25) L'esatta espressione sarebbe notoriamente:

$$V = g\, x \left(\frac{d}{2\,x} - 1\right) \frac{\ln \left[\dfrac{d}{2\,r_0} + \sqrt{\left(\dfrac{d}{2\,r_0}\right)^2 - 1}\right]}{\sqrt{\left(\dfrac{d}{2\,x}\right)^2 - 1}}$$

la quale praticamente coincide con quella da noi adottata quando sia d molto maggiore di x.

(26) Si osservi, a titolo d'esempio, che, con una differenza $E - E_i = 100$ kV e con $g_r = 30$ kV/cm, risulterebbe $r \ln d/r = 3.33$, per cui se $d = 100$ cm, $r \cong 0.62$ cm.

(27) La $(E - E_i)^{\log (E - E_i) - 2} = (E - E_i)^{\log \frac{E - E_i}{100}}$ altro non è, evidentemente, che il rapporto tra l'espressione di corrente (11) e l'espressione di corrente (10).

(28) A. P. Chattock: Handbuch der Physik. - Zw. Aufl., Band XXII/I, pp. 354-355.

(29) F. W. Peek Jr.: Comparison of calculated and measured Corona Loss Curves. - A.I.E.E., Proc. 1915, pp. 169-176.

(30) R. Holm: Die Theorie der Korona an Hochspannungsleitungen. - Aus dem Forschungslaboratorium des Siemens-Konzerns in Siemens-stadt.

EVOLUZIONE E RIVOLUZIONE DEL PENSIERO SCIENTIFICO (DALLE GEOMETRIE NON EUCLIDEE ALL'INDETERMINISMO)

O. CUZZER

AEI *Conferenza tenuta alla Sezione di Bologna il 1° dicembre 1934*

Dopo un cenno dell'opera di precursori svolta dai geometri fondatori delle geometrie non euclidee, son considerate le teorie della relatività speciale e generale dal punto di vista della evoluzione dei principî base della conoscenza scientifica. Successivamente è considerato, secondo lo stesso criterio, lo svolgimento della teoria dei quanta, dalla prima impostazione del Bohr del 1913, alle recenti meccaniche quantiche. Brevemente è accennato alla relazione di indeterminazione di Heisemberg ed alle sue conseguenze nei riguardi del problema del determinismo.

Nel parlare dell'evoluzione del pensiero scientifico si deve riconoscere l'influenza che vi ha esercitato l'opera dei grandi matematici del secolo scorso. Influenza in parte diretta ed in parte nel senso di formazione della nuova mentalità scientifica. Perchè anche nella scienza il 900 si differenzia profondamente dall'800. Per il fisico dell'800 la realtà ultima delle cose era meccanica, spiegare un fenomeno significava rappresentarlo a mezzo di un modello meccanico; per quello del 900, invece, la realtà non può più essere espressa e compresa altro che nella relazione matematica.

È a tutti noto che la teoria della relatività generale estende al campo della fisica le costruzioni delle geometrie non euclidee. Questa estensione è opera del genio di Einstein, ma egli ha avuto il grande ausilio delle costruzioni geometriche non euclidee, e sopratutto della geometria del Riemann. Invece nella critica del concetto di contemporaneità ed in tutte le costruzioni che ne sono derivate Einstein è stato profondamente originale. Ha demolito un concetto in noi radicato da un lunghissimo atavismo, ed il suo lavoro mentale può paragonarsi a quello dei fondatori delle geometrie non euclidee: Lobacefski, Gauss, Bolyai. Perchè essi sono stati i primi che hanno osato uscire dal mondo euclideo, sia pure dal solo punto di vista della possibilità logica. Con loro il pensiero ha fatto un grandissimo passo innanzi, ha superato il fossato euclideo.

La nuova fisica è sorta improvvisamente, è stata quasi una esplosione di nuove costruzioni, nuovi concetti, nuovi metodi; e ciò è potuto avvenire perchè da tempo si era andato accumulando il materiale necessario e che consiste poi in una lenta preparazione mentale del tutto matematica. Da tempo i matematici sono abituati a considerare spazi non euclidei, spazi con più di tre dimensioni, impiegando nelle loro costruzioni un simbolismo sempre più spinto, e con ciò il fisico teorico, che deve essere sempre anche un matematico, si è trovato colla formazione mentale adatta per l'applicazione alla realtà fisica dell'astrazione matematica. Il debito della nuova fisica verso la matematica è molto grande, è più che un debito, qualcosa che assomiglia a quello dei figli verso i genitori.

*

Colla relatività la fisica teorica è diventata molto difficile e con le nuove teorie quantistiche le difficoltà sono ancora aumentate. Può essere interessante indagarne la ragione. Intanto l'apparato matematico è nelle nuove teorie molto complesso, riesce arduo per gli stessi matematici e quindi terribilmente difficile per chi ha da tempo lasciato lo studio della matematica superiore. Ma v'è di più. Nella vecchia fisica la matematica era un mezzo, si partiva da qualcosa di reale per giungere, a calcoli ultimati, a qualcosa di egualmente reale e comprensibile. La realtà fisica era intuitiva e tangibile e le leggi che la regolavano, anche se espresse in forma matematica, esistevano all'infuori di essa. La matematica era un mezzo di espressione, il suo impiego una questione di economia. Invece nelle nuove teorie la matematica non è più un mezzo di espressione, ma parte integrante della loro struttura, ed in molti casi è questa stessa struttura. Così la nuova legge della gravitazione di Einstein è tutta unicamente nella sua forma matematica.

Ciò è collegato con la seguente importantissima caratteristica delle nuove teorie. L'antica fisica intendeva darci la sostanza dell'universo, l'ultima realtà con la quale l'universo fisico è costruito, mentre che la nuova fisica ha rinunziato, almeno per ora, a tale

pretesa. Al massimo ci dà la struttura dell'universo e molto spesso solamente delle relazioni fra i vari enti fisici oggetto dell'esperienza. Per questo al di là della formula matematica, la quale esprime appunto tale struttura o tali relazioni, non vi è nulla di tangibile.

Infine vi è ancora un'altra ragione. La fisica, della relatività in poi, è legata ad una critica dei principi della conoscenza. Ora, di regola, non siamo abituati a tale critica. Altro è studiare e comprendere una scienza nella sua connessione logica e nelle applicazioni, altro è studiarla e comprenderla dal puto di vista della critica dei suoi principi. Il che è confermato dalla circostanza che lo sviluppo formale della mecanica ondulatoria ha preceduto la comprensione fisica della teoria. È più facile leggere e comprendere le formule che non la realtà fisica. Per questi motivi non è possibile formarsi un'idea adeguata delle nuove teorie in breve tempo e senza una costante fatica mentale. E per questo è forse impossibile un'opera di volgarizzazione al riguardo.

*

È nota l'origine della teoria della relatività. Sorta per spiegare il risultato negativo della esperienza che doveva mettere in evidenza il movimento della terra rispetto all'etere, ha oltrepassato lo scopo di origine portando una rapidissima evoluzione nel pensiero scientifico.

Uno dei punti base della teoria è la critica del concetto di simultaneità e di tempo assoluto. Abbiamo un concetto intuitivo della simultaneità e prima della relatività esso era accettato senz'altro dalla scienza. Einstein è stato il primo a dimostrarne la sua insussistenza scientifica.

Intuitivamente ci sembra impossibile che la contemporaneità possa non esistere, ci sembra che esista una simultaneità assoluta fra il nostro istante presente e quello della più lontana stella. Ma dobbiamo ricordare che nella scienza ha cittadinanza solo ciò che è misurabile e controllabile. Pertanto per esistere scientificamente la simultaneità deve essere controllata. Qundi la frase: «istante presente e quello della più remota stella» non ha senso. Istante in questo caso non significa nulla. Scientificamente indica solo una sezione nel tempo e si deve quindi intendere simultaneità fra due avvenimenti e non fra due istanti. Se esistessero dei segnali capaci di trasmettersi con velocità infinita sarebbe facile stabilire una simultaneità fra due avvenimenti lontanissimi, ma siccome non conosciamo di tali segnali, così riesce impossibile, nel caso della stella distante milioni di anni di luce, stabilire una simultaneità.

Einstein è partito dalla critica del concetto di contemporaneità, ma non ha intrapreso una critica del concetto di tempo, egli lo ha impiegato quale è dato dal senso comune. Forse una sua critica avrebbe facilitato molto la comprensione della teoria.

Un altro dei punti base della relatività è l'unione dello spazio col tempo. Non esistono più lo spazio ed il tempo separati, ma solo esiste lo spazio-tempo. Una varietà a quattro dimensioni, e questo non quale funzione matematica utile al calcolo, ma come realtà fisica. L'unione ci riesce tutt'altro che facile e costituisce una delle non minori difficoltà della teoria. Ma ciò malgrado basta rifletterví un momento per convenire che effettivamente essa si impone.

Pensiamo un istante al tempo quale lo misuriamo e quale lo osserviamo nel campo fisico. Dovremo constatare che esso è legato alla variazione degli oggetti, anzi che è tutto in questa variazione. Senza di essa e quindi senzo lo spazio non esisterebbe. Ma viceversa senza il tempo, ossia senza la variazione degli oggetti, non esisterebbe lo spazio, in quanto non potrebbe essere da noi percepito. Anche la geometria pura è in molte parti fondata sul movimento dei suoi enti. Lo spazio solo, senza il movimento, è una astrazione inesistente. Lo spazio fisico è di necessità legato al tempo. Esiste solo lo spazio tempo.

Acceniamo adesso brevemente alla genesi della relatività generale.

La relatività speciale aveva postulata l'equivalenza delle leggi fisiche rispetto a tutti i sistemi dotati di movimento uniforme. Ma ad Einstein tale limitazione ai sistemi inerziali non soddisfaceva e pertanto ha cercato di estendere l'invarianza ai sistemi dotati di moto qualsiasi.

Il problema che egli si è posto può essere formulato nel modo seguente: le leggi della natura sono tali che la scelta di un particolare sistema di riferimento costituisca una semplificazione essenziale?

La risposta è negativa, perchè la natura non ha nulla a che vedere col nostro particolare sistema di riferimento. Quindi se è necessorio per descrivere i fenomeni di adoperare un sistema di riferimento, questo dovrà essere il più generale possibile, e le leggi dovranno essere assolutamente indipendenti dal sistema scelto. Si intende le leggi generali, quelle che danno la struttura dell'universo, e non già quelle limitate, costituenti i singoli casi particolari.

Nella ricerca di questa legge Einstein è stato guidato dalla constatazione della eguaglianza numerica fra massa inerte e massa pesante. Eguaglianza che significa la possibilità di annullare l'azione della gravità colla scelta di un particolare sistema di riferimento. È noto a tutti l'ormai classico esempio dell'ascensore. Per gli oggetti che si trovano dentro un ascensore che cade liberamente nel vuoto la gravità è annullata. Viceversa, se supponiamo uno spazio privo di campo gravitazionale ed in questo lo stesso ascensore che si muove in una direzione qualsiasi con moto uniformente accelerato, per gli oggetti che si trovano nel suo interno esiste un campo di gravitazione, poichè essi premono colla loro massa inerte contro la parete dell'ascensore posteriore alla direzione del moto. È quindi possibile con la scelta di adatti sistemi di riferimento annullare o creare dei campi di gravitazione. Il campo dipende dal sistema di riferimento. Einstein ha integrato la legge di gravitazione con quella di inerzia in questo senso. Un punto materiale libero descrive una traiettoria che è funzione del campo; se il campo è nullo il moto è uniforme e si ricade nella antica legge di inerzia. Per conseguenza esprimere la legge generale del moto del punto libero, è dare la legge di gravitazione integrata colla legge di inerzia. Dato che lo spazio è unito in maniera indissolubile col tempo, la traiettoria non è più concepita quale successione di punti nel tempo, ma quale linea di un universo a quattro dimensioni.

Si può adesso valutare la differenza fra la vecchia legge di Néwton e quella attuale. La prima cerca di penetrare nella sostanza dell'universo, riportando dei gruppi di fenomeni ad una unica causa esplicitamente espressa, la seconda non pone neppure il problema della penetrazione in profondità e si limita alla descrizione della struttura dell'universo. Descrizione compendiata in una espressione matematica generale, invariante per tutte le trasformazioni. Il movimento del punto materiale non è il medesimo per tutte le porzioni dello spazio, ma varia col variare della distribuzione della materia in esso. La struttura geometrica dello spazio-tempo non è più omogenea, e lo spazio cessa di essere una vuota forma per diventare parte integrante del fenomeno fisico.

Dato che la struttura dello spazio dipende dalla distribuzione delle masse, ne risulta come logica conseguenza il problema della distribuzione della materia nell'universo, problema a sua volta collegato a quello della sua forma e dimensioni.

Da qui le ipotesi di Einstein e De Sitter circa le possibilità per l'universo di essere finito od infinito, finito nello spazio ed infinito nel tempo, ecc.

Dapprima tali deduzioni avevano carattere esclusivamente teorico, ma recentemente il problema dell'universo infinito ha trovato nel fenomeno dell'allontanamento delle nebulose spirali una base sperimentale. Le nebulose spirali sono degli ammassi di stelle sul tipo della nostra galassia, e costituiscono i corpi celesti da noi più lontani. Ora in questi ultimi anni è stato osservato che esse si allontanano con una velocità che cresce proporzionalmente alla distanza. Il che ha dato luogo alla formulazione della teoria dell'universo in espansione, la quale soddisfa meglio delle precedenti la nostra ragione, poichè sostituisce ad universo statico un universo dinamico.

Le ipotesi circa la struttura dell'universo sono meno paradossali di quanto non sembrino a prima vista. Si deve sempre ricordare che si tratta dell'universo della nostra esperienza, entro il quale ci è dato di trasmettere e ricevere segnali, e non già di un universo assoluto. L'universo assoluto può essere oggetto della metafisica e della religione, ma non della scienza positiva. È l'universo della nostra esperienza che secondo le teorie risulta curvo, finito ed illimitato infinito oppure in espansione. Si può benissimo immaginare questo universo positivo immerso in un altro universo che lo contiene, ma questo universo metafisico è per noi inesistente dato che non possiamo avere con esso alcuna interferenza.

La relatività ha portato ad una revisione del concetto di simultaneità, alla unificazione del tempo collo spazio e della massa con l'energia, inoltre ha portato alla estensione della geometria nella fisica. Invece le nuove teorie sulla costituzione della materia portano ad una critica del concetto base della scienza, del principio di causalità. La relatività è stata una evoluzione un po' rivoluzionaria, ma non ha costituito una crisi del pensiero scientifico. Tale crisi l'hanno determinata invece le nuove teorie dei quanta.

Si vive in un periodo di meraviglioso progresso scientifico, tanto dal lato sperimentale quanto da quello teorico, ma si vive anche in un periodo di profonda crisi. La circostanza che oggi numerosi scienziati si interessano e discutono circa i principi della conoscenza,

e che le esposizioni delle nuove teorie comprendono una parte critica, conferma l'esistenza della crisi. Se non vi fosse una profonda crisi della scienza non vi sarebbe un tanto discutere sui principi. Prima della relatività e prima dei quanta gli scienziati non discutevano circa le basi della loro teoria, al contrario, tali questioni erano giudicate oziose ed estranee alla scienza. Si riteneva la scienza edificata su basi incrollabili ed indiscutibili. Per tale riguardo le nuove teorie hanno portato un beneficio grandissimo, perchè hanno ribadito il legame fra scienza e filosofia. Legame che non avrebbe mai dovuto spezzarsi.

Se la teoria della relatività generale dà la struttura e non già la sostanza dell'universo, ancora meno danno le nuove teorie dei quanta. La cosa può sembrare strana dato che esse trattano appunto della costituzione ultima della materia.

Lo scienziato del secolo XIX ha proceduto diritto per la sua via, senza dubbi, considerando gli oggetti della scienza quali realtà assolute. Inoltre egli era un meccanico, nel senso che spiegare significava riferirsi ad un modello meccanico. Ed invero all'infuori della meccanica noi non comprendiamo più. Così ad esempio, la teoria ondulatoria della luce spiega perfettamente tutti i fenomeni ottici (eccezione fatta di alcuni recentemente noti e che si riferiscono ai quanta), ma è una spiegazione puramente matematica, perchè non riusciamo a comprendere e vedere intuitivamente il meccanismo intimo della formazione e propagazione delle onde, nè sappiamo di che cosa esse siano onde. Quando invece ci troviamo innanzi ad un modello meccanico il nostro spirito resta pienamente soddisfatto.

Il fisico del XX secolo non crede più alla meccanica. Egli è un matematico. Alcuni hanno affermato che l'universo è stato costruito da una Divinità matematica. Ma si badi, la matematica non è altro che relazione, ed in fisica relazione di qualche cosa. Ed è appunto questo qualche cosa che la nuova fisica ignora. La natura non può essere matematica, essa non conosce la matematica. La matematica è solo nella nostra mente. Le nuove teorie lasciano dubbiosi scienziati di grande fama, sopratutto sulla questione del determinismo.

Il determinismo è stato abbandonato da alcuni con molta facilità. Con troppa facilità. Quasi con una specie di gioia mistica. I risultati dell'esperienza hanno messo la scienzia ad un bivio. Sopratutto sembra accertato che per i fenomeni elementari non ci è possibile fare previsioni deterministiche. Ma altro è dire non possiamo prevedere, altro è negare il determinismo ed aprire uno spiraglio scientifico al misticismo.

*

L'origine delle teorie moderne sulla costituzione della materia è in gran parte spettroscopica. È noto che ad ogni riga dello spettro di un elemento corrisponde una determinata frequenza. Ora per queste frequenze era stata trovata, da circa una cinquantina di anni, una corrispondenza detta principio di combinazione del Ritz, così espresso: per ogni corpo emittente si può formare una tabella di numeri, detti termini spettrali, tali che la frequenza di ogni riga dello spettro sia la differenza di due termini spettrali.

Questo principio di combinazione non era nulla più di una corrispondenza, esso non dava alcuna interpretazione fisica del fenomeno spettroscopico. Le varie righe dello spettro non erano spiegate, ma solamente fissate in un quadro. Poteva al massimo costituire un orientamento verso una possibile spiegazione, a mettere in evidenza le regolarità, o i ritmi, che vi erano nello spettro.

Bohr nel 1913 è riuscito ad interpretare i termini spettrali per l'atomo di idrogeno, passando così da una corrispondenza ad una spiegazione e gettando le basi delle moderne teorie atomiche.

Già la scuola del Rutherford aveva adottato il modello planetario per l'atomo. L'atomo del corpo semplice il cui rango è N nella tabella del Mendéléeff, sarebbe composto da un nucleo centrale positivo di carica N attorno al quale ruotano N elettroni. Questo modello presentava un inconveniente capitale: era instabile. Dato che per le leggi dell'elettromagnetismo un elettrone che è dotato di un movimento periodico emette energia radiante a spese dell'energia del sistema, nell'atomo l'elettrone avrebbe dovuto emettere continuamente delle radiazioni, descrivendo successivamente delle orbine di minore energia.

Bohr risolse la difficoltà applicando al modello atomico l'ipotesi dei quanta, formulata nel 1900 dal Planck, per spiegare l'irraggiamento del corpo nero.

È noto che l'ipotesi dei quanta introduce la discontinuità dell'energia, ossia l'atomismo energetico. Nel 1905 Einstein ha dato una spiegazione dell'effetto foto-elettrico (emissione di elettroni dai metalli sotto l'influenza di una radiazione di corta lunghezza d'onda), estendendo alla luce l'ipotesi dei quanta e creando così il dualismo fra onda e corpuscolo (quanto).

Il quanto di luce, o fotone, è l'atomo di luce.

Bohr suppose che nel modello planetario l'elettrone possa descrivere solamente alcune orbite privilegiate (quantificate). A tali orbite corrispondono, per l'atomo, degli stati stazionari durante i quali, contrariamente a quano prevede la teoria classica, non è emessa alcuna radiazione. L'emissione della radiazione si ha solamente quando l'elettrone salta bruscamente da uno stato stazionario di energia maggiore ad un altro di energia minore.

L'energia persa dall'atomo si trasmuta in un quanto di luce o fotone. L'energia del quanto di luce è proporzionale alla frequenza della radiazione ed eguale al prodotto di tale frequenza per la costante h di Planck. È evidente che gli stati di maggiore energia corrispondono a distanze maggiori dell'elettrone dal nucleo. L'elettrone è attratto del nucleo e quindi ci vuole un apporto di energia per allontanarlo. Bohr ha dapprima applicato la teoria all'atomo di idrogeno, il più semplice, costituito da un nucleo positivo di carica + e da un solo elettrone. La traiettoria era ritenuta circolare.

Ma questo modello si è dimostrato troppo semplice. Ad ogni riga dello spettro corrisponde una determinata frequenza e quindi un determinato salto quantico nella traiettoria. Fino a che la tecnica spettroscopica non era molto progredita si avevano nello spettro dell'idrogeno poche righe bene differenziate e pertanto queste potevano essere spiegate col numero di salti energetici possibili colle traiettorie circolari. Col progredire della tecnica aumentava il frazionamento delle righe grosse dello spettro in più righe sottili, al che doveva corrispondere nel modello un analogo frazionamento nel salto quantico. Inoltre altri fenomeni venivano scoperti, come l'effetto Zeeman, consistente nel frazionamento di una riga spettroscopica sotto l'azione di un campo magnetico.

Il modello doveva dunque seguire le complicazioni dell'esperienza e mantenere la corrispondenza con le formule e tabelle di origine empirica. Pertanto le traiettorie divennero elittiche, fu introdotta la relatività, attribuite all'elettrone delle proprietà magnetiche, ecc., in modo da frazionare il salto principale energetico in più numeri quantici.

Alla costruzione dell'edificio si dedicarono oltre al Bohr numerosi altri fisici, fra i quali principalmente il Sommerfeld. Il successo è stato prodigioso, ed in pochi anni si è costituito un edificio teorico imponente, che riuniva con gli stretti legami di una spiegazione unitaria, l'emissione delle righe spettrali, gli spettri dei raggi X, gli effetti Zeeman, il magnetismo atomico, la struttura periodica degli elementi e le loro proprietà chimiche.

La teoria di Bohr è stata rivoluzionaria nel fatto di avere introdotto di colpo l'atomismo energetico nella meccanica classica. Le orbite dell'elettrone obbediscono in tutto alla ordinaria meccanica, salvo nelle questioni del salto quantico; solamente alcune orbite privilegiate sono scelte dall'elettrone, le altre rifiutate, per un decreto arbitrario del quale non si sa trovare giustificazione. Malgrado questo arbitrario, questo effettivo salto concettuale, la teoria deve certo gran parte del successo alle sue caratteristiche unitarie ed intuitive. Essa portava nella scienza una unità ed una armonia mai prima raggiunte. L'infinitamente grande e l'infinitamente piccolo retto dalla medesima legge. Per l'atomo un modello meccanico e quindi perfettamente comprensibile. Le proprietà chimiche riportate a differenze meccaniche.

Ma con tutto ciò oggi la primitiva teoria di Bohr, assieme a tutte le successive modifiche ed integrazioni, è denominata antica teoria dei quanta.

*

Le ragioni che hanno portato ad una completa revisione dei principi della meccaniche atomica sono diverse e profonde.

Il modello meccanico non poteva seguire la ricchezza sempre crescente dei dati spettroscopici; tutte le ipotesi supplementari fatte non erano più sufficienti ad interpretarne la varietà. Il modello meccanico, se da un lato presentava il pregio grandissimo di essere semplice ed intuitivo, dall'altro costituiva un inciampo, causa la sua rigidezza. Non poteva plasmarsi secondo le necessità, la rigidezza non era superabile, mentre che il fisico aveva bisogno di un materiale più duttile, e questo non poteva essere costituito altro che dalla matematica. Inevitabilmente la fisica teorica si evolveva verso un modello puramente matematico della realtà.

Inoltre i fisici sempre più erano propensi a ritenere che il passagio dell'elettrone da un'orbita quantificata ad un'altra, dovesse avvenire per un salto brusco, senza passaggi intermedi; il che precisamente significava orientarsi verso un modello non più meccanico.

Una revisione della teoria non era più sufficiente a risolvere i vari problemi, bisognava trovare una nuova via e sopratutto creare un legame più intimo fra corpuscolo e radiazione, in modo che il trapasso dall'energia meccanica a quella della radiazione non fosse più effetto di una legge arbitraria, ma trovasse almeno una rispondenza nel legame matematico.

La nuova teoria dei quanta ha origine nel 1924 con la tesi di laurea di Luigi De Broglie, nella quale associa al movimento del punto materiale un treno d'onde.

Nel 1926 Schrödinger sviluppando le idee di De Broglie fonda la meccanica ondulatoria. Il movimento del punto materiale è rappresentato dall'equazione di propagazione di una determinata funzione d'onda, equzione nella quale entra come parametro l'energia del sistema.

Applicando questa equazione a singoli casi concreti, ad esempio l'atomo di idrogeno, si trova che essa è integrabile solamente per valori determinati del parametro energia, valori che corrispondono appunto a quelli delle orbite quantificate dalla vecchia teoria. La quantificazione dell'energia non è più dunque imposta da un decreto arbitrario, ma è contenuta implicitamente nella equazione stessa. E ciò costituisce certamente un non piccolo vantaggio rispetto alla vecchia teoria. Inoltre l'applicazione dei nuovi metodi ai casi particolari più importanti, ha dato risultati in accordo con quelli già noti, con il vantaggio dell'eliminazione di molte delle difficoltà di dettaglio inerenti alla vecchia teoria.

Si è detto che l'applicazione della nuova meccanica ai problemi concreti ha dato risultati del tutto soddisfacenti; dobbiamo aggiungere che si è verificato un fatto un po' paradossale. L'applicazione della teoria ne ha preceduta l'interpretazione. Non possiamo evidentemente esporre i vari problemi relativi a questa interpretazione; accenneremo quindi solo e brevemente a quello capitale, ossia al legame intercedente fra l'onda ed il corpuscolo. Il corpuscolo, l'elettrone, conserva la sua unità od è integrato nell'onda? e nel primo caso quale il legame intimo fra esso e l'onda? Il corpuscolo ha la caratteristica di mantenersi nel tempo e di essere sempre eguale a sè stesso, pure movendosi nello spazio, mentre l'onda ha la caratteristica contraria, quella di diffondersi nello spazio. Ora per l'onda diffusa quale relazione interviene col corpuscolo?

Born nel 1926 ha risolto la difficoltà a mezzo di una interpretazione statistica. Ha interpretato la funzione d'onda quale ampiltudine di probabilità della presenza dell'elettrone. La probabilità della presenza dell'elettrone in un determinato punto sarebbe proporzionale al valore della funzione d'onda nel punto.

Con questa intepretazione cade la possibilità di seguire il movimento dell'elettrone. La conoscenza della posizione dell'elettrone è diventato un probema di probabilità e di conseguenza un problema statistico quello relativo a più elettroni.

L'interpretazione statistica, l'abbandono delle idee classiche sul movimento rigorosamente determinato dell'elettrone, sono avvenuti nelle maccanica ondulatoria a posteriori, in seguito all'interpretazione del Born.

Invece per la meccanica delle matrici le idee classiche sono state abbandonate nell'impostazione del problema. Heisemberg ha avuto il grande merito di fare precedere la esposizione della teoria da una critica dei principi. La prima memoria è del 1925, di poco anteriore alla memoria di Schrödinger, però fra le due memorie non vi è stata interferenza.

Heisemberg ricerca le cause dell'insuccesso della prima teoria dei quanta, e ritiene che questo dipenda essenzialmente dall'avere applicato ai sistemi atomici le leggi meccaniche dei sistemi macroscopici. Il movimento dell'elettrone non può essere seguito. Non abbiamo alcun diritto di introdurre nei calcoli grandezze non misurabili ed alle quali non corrisponde nulla di reale.

Le sole grandezze dell'irraggiamento atomico accessibili all'esperienza sono: frequenza, intensità delle righe e livelli di energia; nei calcoli devono essere considerati unicamente questi elementi.

Il ragionamento di Heisemberg è giusto e la applicazione al campo della meccanica atomica ha portato la rivoluzione nella scienza, ma è anche vero che in generale costruire una teoria significa stabilire delle relazioni fa enti ipotetici non percepibili dall'esperienza diretta. La questione è che nel caso particolare, per il fatto che le dimensioni dell'elettrone trascendono quelle dei nostri mezzi di indagine, non possiamo definire e percepire il suo movimento. In ogni modo con l'impostazione data da Heisemberg la fisica si stacca dalla concezione classica per evolvere verso quella che è la sua sistemazione attuale: una sintesi o descrizione matematica dei dati di esperienza.

È naturale che la teoria non ci possa dare più di quanto sia nelle premesse. Se ci atteniamo ai soli elementi dell'esperienza e non si fa alcuna ipotesi sopra eventuali realtà al di là dell'esperienza, è evidente che queste realtà non possono ritrovarsi nella costruzione. Ma ciò non significa che la teoria non abbia un contenuto più ricco di quello dei dati bruti sperimentali, perchè il legame stabilito dalle relazioni matematiche è sempre più ricco di quello che non sia il primitivo legame sperimentale. Il simbolismo ed il calcolo matematico ci rivelano relazioni non osservabili colla esperienza diretta. Ed è appunto questa la ricchezza della teoria.

Uno dei risultati più importanti della critica di Heisemberg è il così detto principio di indeterminazione. Il suo enunciato è molto semplice. Non è possibile conoscere contemporaneamente, con una precisione grande quanto si vuole, l'ascissa q e la quantità di movimento p di una particella in moto. Il prodotto di due errori $\Delta q \cdot \Delta p$, nel caso più favorevole, è uguale alla costante h di Planck: ossia $\Delta q \cdot \Delta p \geq h$. Ricordiamo qui che secondo la concezione classica invece è possibile perfettamente il contrario, ossia con un perfezionamento adatto degli istrumenti di misura determinare con un errore piccolo quanto si vuole, ed al limite zero, le due quantità p e q. Di conseguenza conoscendo le grandezze delle forze che agiscono sul corpuscolo in moto è possibile calcolare esattamente la sua evoluzione futura.

Vediamo quindi come il principio di indeterminazione rivoluziona completamente la concezione classica. E ciò non già per una imperfezione dei nostri strumenti di misura, ma per intima natura delle cose.

Per individuare la posizione e la quantità di moto (o la velocità) della particella si deve eseguire una misura, ossia giungere ad essa con un mezzo qualsiasi, ora il mezzo più semplice ed ancora più tenue è la luce. Ma la luce sperimentalmente si compone anche di particelle, fotoni, di energia tanto maggiore quanto più piccola è la lunghezza d'onda, i quali, colpendo il corpuscolo in moto, gli fanno subire una deviazione non determinabile. Di conseguenza se prima della individuazione della posizione era nota esattamente la velocità del corpuscolo, questa risulterà al termine della esperienza tanto più indeterminata quanto maggiore è l'energia del fotone che l'ha investita.

Quanto si è visto in questo caso concreto vale in generale.

Per determinare un parametro qualsiasi del moto della particella si deve inevitabilmente giungere ad essa con uno dei mezzi a nostra disposizione e l'azione del mezzo sulla particella è dell'ordine di grandezza dei parametri del movimento; di qui la variazione non precisabile di uno di essi, ossia il principio d'indeterminazione.

Si deve rammentare che il principio vale per la conoscenza ad un medesimo istante dei due parametri del moto, perchè un solo parametro può essere determinato colla precisione voluta. Ma è appunto nella determinazione esatta dell'uno, che si altera in maniera tanto più imprecisa e grande il valore dell'altro.

Questa interazione del mezzo di misura esiste, evidentemente, anche per i sistemi macroscopici, solamente in questi casi il valore dell'errore è infinitesimo rispetto a quello della grandezza che si vuole determinare. Che poi il prodotto dei due errori abbia per limite la costante h risulta, in un certo modo, intuitivo dato che appunto h è il valore dell'atomo energetico e quindi dell'energia messa in gioco nella interazione della misura.

La relazione d'indeterminazione può essere ricavata pure direttamente dalla interpretazione statistica della meccanica ondulatoria. Invero, una volta che la posizione della particella può determinarsi solo come probabilità in relazione al valore della funzione d'onda, la conoscenza dei parametri del movimento non può essere che approssimata.

L'importanza di questo principio, che modifica profondamente i postulati base della conoscenza scientifica, è grandissima, ma partire da esso per negare in modo assoluto il determinismo, giungendo fino a proclamare il fallimento della scienza, è cosa che non può essere accettata. Gli elementi mistici hanno qui avuto buon gioco ed è naturale che ne abbiano approfittato per fare penetrare nella scienza, da questo spiraglio, il caso e molte altre cose ancora.

La questione è di una gravità eccezionale, perchè il principio di causalità era fino ad ora la base della conoscenza scientifica, costituiva la sicurezza nella uniformità e regolarità della natura, senza delle quali non può esistere conoscenza. Perchè dove regna il caso potranno avere fortuna i chiromanti e gli indovini, ma non potrà edificarsi una scienza.

Riportiamo la definizione del determinismo data da Laplace:

« Noi dobbiamo riguardare lo stato presente dell'universo come « l'effetto del suo stato anteriore e la causa del suo stato futuro. « Una intelligenza che in un dato momento conoscesse tutte le forze « da cui la natura è animata, e la posizione rispettiva degli enti che

« la compongono, qualora fosse abbastanza sagace per sottoporre « questi dati all'analisi, comprenderebbe nella stessa formula i moti « dei corpi maggiori dell'universo e quelli dell'atomo più lieve. « Nulla sarebbe incerto per essa e l'avvenire, come il passato, sa- « rebbero presenti al suo sguardo ».

Interpretando il determinismo quale conoscenza sicura dello stato futuro di un sistema meccanico in base alla conoscenza dello stato presente, il principio di indeterminazione annulla il problema in quanto fa cadere la premessa. Non potendo in modo assoluto conoscere esattamente lo stato presente del sistema non può più essere posta scientificamente la questione della sua determinazione futura.

Ma ciò non significa l'abolizione sicura del principio di causalità. Intanto la prima parte della definizione del Laplace non è infirmata. Posto il problema nel senso di regolarità e costanza nelle leggi della natura, il principio di indeterminazione non nega il determinismo. Non lo afferma e sopratutto ne vieta il controllo. Non possiamo, per il principio d'indeterminazione, conoscere lo stato presente di un sistema, ma il principio stesso non nega che il sistema abbia ad ogni istante uno stato bene definito e che la sua evoluzione futura sia determinata. Del resto a tale riguardo può essere portata la testimonianza dello stesso Heisemberg. Egli così si esprime: « osserviamo tuttavia che le relazioni di indeterminazione non si applicano evidentemente al passato; in effetto se dapprima è conosciuta la velocità dell'elettrone e se noi poi determiniamo esattamente la sua posizione, si può calcolare esattamente « le posizioni dell'elettrone per i tempi anteriori a questa misura ». Il che significa che anteriormente alla misura il movimento dell'eletrone avveniva secondo una legge perfettamente causale. Dopo la misura, per l'interazione dello strumento, resta alterato in modo indeterminato uno dei parametri, ma se dopo un certo tempo si eseguisce una seconda misura si potrà conoscere a ritroso esattamente l'evoluzione dell'elettrone fra le due misure e di conseguenza anche il parametro indeterminato della precedente misura e così via di seguito.

Ma ciò non può costituire una prova per il determinismo perchè l'evoluzione o la conoscenza, a ritroso nel tempo del sistema, non può evidentemente essere controllata. Il determinismo non può essere scientificamente provato e quindi dimostrato. Deve essere ammesso come un postulato non verificabile sperimentalmente.

Limitato alle sole conseguenze del principio di indeterminazione, il problema del determinismo sarebbe relativamente semplice, potrebbe considerarsi un problema di primo piano. Il guaio è che vi è un secondo piano e sopratutto un terzo piano.

Il secondo piano è dato dalla meccanica ondulatoria. L'onda associata all'elettrone è interpretata quale onda di probabilità, il che significa che ci è dato di conoscere esattamente solo la probabilità della presenza dell'elettrone in un determinato punto. Non è possibile seguire l'evoluzione dell'elettrone; non ha più significato parlare di traiettoria e di movimento nel senso classico, perchè l'incertezza sulla sua posizione è dell'ordine di grandezza della ipotetica traiettoria. L'indeterminazione non è più dovuta alla interazione della misura, ma è nella natura stessa delle cose, è il calcolo stesso che ci dà l'indeterminazione.

Il problema è quindi molto grave. Si passa dalla concezione rigorosamente deterministica delle leggi fisiche ad una concezione statistica. Nel fenomeno macroscopico, si ha quale media statistica, la possibilità della previsione e della conoscenza esatta, invece nel fenomeno microscopico, individuale della particella, la previsione esatta non è possibile.

Passiamo adesso al terzo piano.

La luce in alcuni fenomeni si presenta di natura ondulatoria ed in altri di natura corpuscolare. Si abbia ora una lamina semitrasparente ed un raggio di luce che la investe. Parte verrà riflessa e parte rifratta. Le leggi dell'ottica ci danno i valori α_1 ed α_2 delle quantità di luce riflessa e rifratta. Se interpretiamo la luce quale composta di fotoni avremo ancora i due valori α_1 ed α_2, ma quali media statistica.

Supponiamo adesso la lastra investita da un solo fotone. Poichè esso è indivisibile, sarà o riflesso o trasmesso, senza che si possa fare alcuna previsione circa la sua presenza al di qua o al di là della lastra. Solamente l'esperienza a posteriori potrà individuarcene la posizione. In questo caso dunque non si tratta neppure più di probabilità, ma della assoluta impossibilità di previsione fra due alternative.

Ma ciò non significa peraltro libertà di scelta per il fotone fra le due alternative. Significa solo che noi non sappiamo e cioè che siamo penetrati in un campo di fenomeni per il quale non valgono più le nostre leggi ordinarie.

Il non potere prevedere il cammino del fotone non autorizz la negazione recisa del determinismo, come egualmente non è autc rizzata l'affermazione contraria. Può darsi che il cammino sia pe il fotone predeterminato nel modo più assoluto, può darsi che fotoni non siano tutti eguali e che da tali differenze dipenda il lor comportamento; può egualmente darsi, e la cosa non è improbabil che il cammino dipenda dal punto nel quale il fotone colpisce l lastra; tutte le ipotesi sono permesse, ma sono anche tutte di egual valore o di valore nullo, non essendo possibile alcun controllo L'unico dato positivo e sicuro è che non sappiamo. Dovremm dunque non affermare nulla e dire: per i fenomeni elementari come se non esistesse il determinismo.

Causa questa situazione, la fisica dei quanta ha dovuto creare dei nuovi procedimenti di calcolo ed una propria terminologia. Così uno dei principi base è quello della sovrapposizione degli stati. Principio simbolico che introduce nel calcolo l'indeterminazione esistente, per noi, nella natura. Riprendiamo un momento l'esempio precedente. Siccome non è possibile prevedere se il fotone sarà riflesso o rifratto, così, malgrado la sua indivisibilità, cioè il fatto che effettivamente si deve trovare tutto in uno solo dei due stati, nel nel calcolo simbolico della teoria il fotone è considerato come coesistente simultaneamente nei due stati con i pesi (probabilità) α_1 ed α_2. Se a mezzo dell'esperienza individuiamo la condizione del fotone, allora improvvisamente una delle due probabilità diventa eguale ad 1 e l'altra eguale a zero. È evidente che tale modo di procedere non ha altro valore che quello di comodità di calcolo. Tale procedimento non sarebbe corretto e non potrebbe reggersi se si volesse conoscere ed interpretare la realtà effettiva delle cose. Ma tali problemi la fisica dei quanta non se li pone, per essa non esistono. Unico scopo della teoria è quello della descrizione dei fenomeni, e meglio ancora quello di permettere di fare previsioni. Previsioni sempre possibili perchè si ha sempre a che fare con innumerevoli fotoni, per i quali valgono le medie statistiche e non con un solo fotone per il quale esiste l'assoluta indeterminazione

Come si è messo più volte in rilievo la maggior parte delle difficoltà provengono dal dualismo fra onda e corpuscolo. Si è pure già detto che la luce sperimentale risulta alle volte costituita da onde ed alle volte da corpuscoli. Ma questo dualismo sperimentale si estende anche alla materia. De Broglie ebbe l'idea di associare al corpuscolo un treno d'onde. Poco dopo Schrödinger fondava la meccanica ondulatoria. Ma si era sempre nel campo teorico. Nel 1929 si ebbero le prime esperienze decisive circa la natura ondulatoria dell'elettrone. Con la diffrazione dei fasci di elettroni e di atomi che traversano una sottile lamina di metallo, la natura ondulatoria dell'elettrone e dell'atomo passava dal campo dell'ipotesi a quello della realtà.

E di conseguenza una maggiore consistenza e realtà veniva ad avere la crisi cui si dibatte attualmente la scienza.

SU DI UN NUOVO SISTEMA DI ILLUMINAZIONE STRADALE AD UNITA' DIFFONDENTI

G. PERI

AEI

Comunicazione tenuta alla Sezione di Bologna il 22 giugno 1934-XII

Si descrive un tipo di armatura per illuminazione stradale adatta ad evitare l'abbagliamento, per riflessione speculare, nelle strade a superficie lucida, e conforme alla tendenza moderna verso sorgenti nascoste o poco visibili, a luce morbida e diffusa.

Il miglioramento della illuminazione pubblica delle maggiori città conseguito in questi ultimi anni, se è ragguardevole ed effettivo come numero di lumen erogati, ossia come livello di illuminazione raggiunto, molto meno lo è, se si ha riguardo alla qualità della illuminazione fornita, ossia alle qualità fotometriche dell'installazione.

In questi ultimi dieci anni le strade cittadine hanno mutato fisionomia per l'adozione su larga scala di pavimentazioni a superficie lucida, asfaltata o bitumata, la quale, sotto l'intenso carreggio o sotto le variazioni di temperatura acquista una specie di levigatura ed oleatura caratteristica, con spiccate proprietà speculari. Il pericolo, o per lo meno la noia, che le pavimentazioni stradali lucide, massime se bagnate, possono arrecare al traffico è ben noto ai guidatori di veicoli, e dipende dall'abbagliamento che le sorgenti di luce a splen-

dore intrinseco elevato, anche se direttamente invisibili al guidatore, o fuori del suo angolo normale di visione, possono produrre attraverso la riflessione speculare della superficie stradale, o del velo d'acqua aderente.

Le pavimentazioni stradali, a superficie irregolare o scabra, come il mac-adam ordinario o catramato, il selciato, il lastricato, il legno, non possono dar luogo ad abbagliamento indiretto, cioè per riflessione regolare della strada, essendo questa, di sua natura, diffondente. Per togliere l'abbagliamento, basta togliere il radiatore di luce alla visione diretta, coll'impiego ad esempio di un semplice cappello o riflettore volto verso terra, poco importa se la superficie riflettente di questo sia lucida o scabra, speculare o diffondente. Ma nelle strade a superficie lucida, la quale fa da specchio, l'abbagliamento può solo essere evitato se non fa da specchio il riflettore, se cioè questo riflette per diffusione, e non specularmente; solo così può evitarsi che l'immagine della sorgente, impossibilitata a raggiungere la retina per tragitto diretto, venga a colpirla per traiettoria spezzata, attraverso la doppia riflessione del riflettore e della strada.

Se la superficie interna del riflettore è diffondente, ogni suo elemento colpito da *un* raggio della sorgente produce *innumerevoli* raggi in tutte le direzioni, la intensità di ognuno dei quali sarà ridotta, rispetto al raggio incidente, in ragione inversa alla sua moltiplicazione; e questa riduzione di intensità rispetto alla superficie originaria emittente sarà tanto maggiore quanto più numerosi sono i centri secondari di emissione e di moltiplicazione, cioè maggiore la dimensione del riflettore.

In definitiva lo splendore degli elementi superficiali del riflettore, l'unico che attraverso lo specchio della strada può agire sull'occhio, risulta infinitamente minore di quello della sorgente viva. Questo — trattandosi di un ordinario filamento incandescente — è di $500 \div 1000$ cand/cm^2; quello è di $0,1 \div 0,5$ cand/cm^2, a seconda della grandezza del riflettore, e non dà all'occhio disturbo di sorta.

Una installazione con la bocca dei riflettori rivolta al suolo (fig. 1) è utilitaria sì, perchè consente la illuminazione del piano stradale con

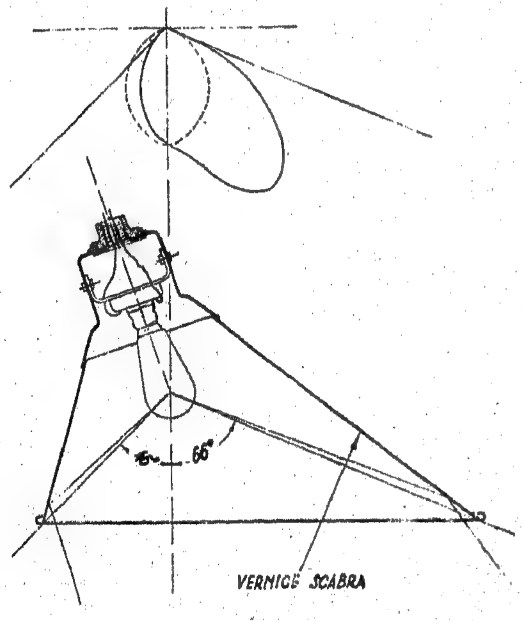


Fig. 1. — Armatura per la illuminazione di Corso Giulio Cesare in Torino.

la minore spesa d'energia, ma è di sua natura tetra, un poco soffocante, e tutt'affatto disforme dallo spirito di un viandante, solitario e romantico, od un poco novecentestista, il quale alla sera, dopo l'ufficio o l'officina, vuole vagare libero coi suoi pensieri nelle strade della sua bella città, senza l'oppressione sul suo capo di una cappa densa, uniforme di oscurità, ed aprirsi un poco d'orizzonte ed un varco di luce verso il cielo, seguendo la traccia luminosa che degrada svanendo fino ai tetti delle case.

Se si vuole che l'armatura illumini l'atmosfera tutt'intorno cioè anche le facciate degli edifici e i monumenti, ove esistono, bisogna disporne la bocca con una certa obliquità verso l'alto; la bocca dovrà allora essere chiusa da un vetro opalino di adatto spessore e densità (fig. 2). L'operazione di suddivisione, sparpagliamento, frastagliamento dei raggi iniziata dalla superficie bianca ruvida del riflettore è ripresa e perfezionata dal vetro opalino, il quale agisce sui raggi come un reticolo di diffrazione, diffondendoli da ogni punto per ogni verso. Non occorre avvertire che il vetro opalino è costituito da innumerevoli particelle opache (sali di alluminio, zinco, stagno) sparse, come in una soluzione colloidale solidificata, nella massa chiara del vetro, e che i diametri di queste particelle e le loro distanze reciproche sono dell'ordine di grandezza delle lunghezze d'onda della luce (qualche decimo di millesimo di millimetro).

Una campana, una semisfera, un tronco di piramide, una cassetta parallelepipeda o semicilindrica (poco importa la forma nel campo della pura diffusione) verniciata internamente di bianco non lucido, non splendente, cioè scabro (matto, come dicono i tedeschi, opaco come dicesi erroneamente da altri), chiusa sul davanti da un vetro opalino a pasta omogenea, densa e pur con forte coefficiente di trasmissione, costituisce il *diffusore stradale* perfetto. Supposte mate-

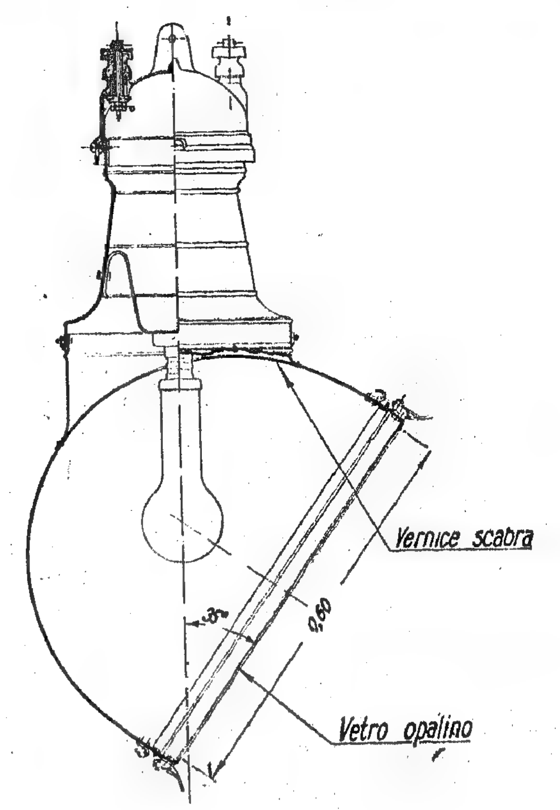


Fig. 2. — Armatura per la illuminazione di Via Garibaldi in Torino.

rializzate le intensità luminose, gli estremi dei raggi che le rappresentano giacciono tutti su di una sfera tangente al vetro frontale nel suo punto di mezzo; ciò equivale a dire che lo splendore della sorgente, ossia del vetro frontale, è eguale da qualunque delle infinite direzioni può essere visto, e di conseguenza minimo in qualunque direzione.

Proiettori e *diffusori stradali,* per quanto analoghi di forma, sono dunque antitetici come termini e come sostanza; nei primi il solido di emissione ha una forma ristretta come una freccia, un dardo, nel senso dell'asse del riflettore la intensità di luce e lo splendore sono massimi, talora enormi, e decadono rapidissimamente ai lati; nei diffusori la luce varia con la continuità ora vista e lo splendore in tutto l'emisfero illuminato è tenue e praticamente costante.

Mentre i proiettori per illuminazione di ampi spazi (per le strade non vi è luogo a parlarne), debbono essere collocati in alto, nascosti

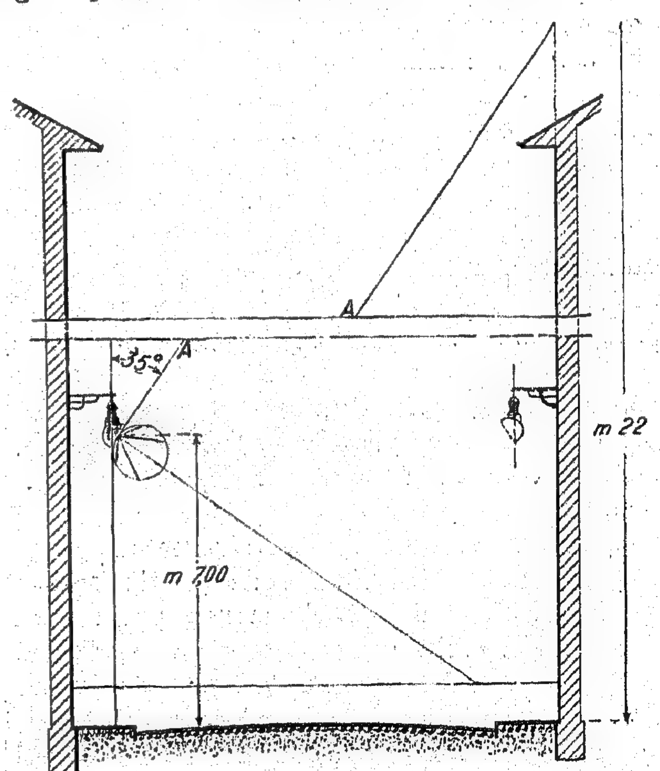


Fig. 3. — Armatura della fig. 2 in posto.

o fuori dell'angolo normale di visione, e per essi l'abbaglian
sempre temibile, i diffusori possono disporsi all'altezza dell
narie lampade (fig. 3), col risultato che, a parità di luce eme
illuminazione sarà maggiore che se la sorgente fosse all'alte
tetti; essi, nel tipo a finestra obliqua in vetro opalino, ora de
vanno disposti ai lati della strada, aderenti ai muri o fra i

piante (se trattasi di viali), colla finestra rivolta verso strada. Se si immagina la cassa o la campana del riflettore incastrata nel muro, come usa farsi in gallerie o sottopassaggi, la illuminazione stradale trova il suo anello di congiunzione con la illuminazione di ambienti chiusi, secondo le tendenze moderne: luce, se non indiretta, riverberata; elementi luminosi per diffusione, a splendore tenue, riposante; sorgenti nascoste, o poco visibili, conformi, se possibile, al sistema architettonico; e luce ovunque, con logica e aggraziata distribuzione, verso l'alto e verso il basso, con un'impressione di signorilità, di pienezza e di gaiezza.

Le armature per la illuminazione del corso Vittorio Emanuele in Torino hanno riflettore semicilindrico e vetro frontale rettangolare di m 1 × 0,5 (1). Le armature per la illuminazione di via Garibaldi hanno riflettore semisferico a vetro frontale circolare di diametro 0,60. Con lampada da 10.000 lumen (1000 candele) lo splendore massimo della lastra opalina (nella direzione ad essa perpendicolare) non arriva a 0,5 cand/cm², e nelle direzioni oblique (che sono quelle interessanti il guidatore di veicoli o il viandante) è assai minore (il solido di emissione essendo non precisamente una sfera, che è solo possibile teoricamente, ma una specie di uovo tozzo, una sfera leggermente schiacciata ai lati verso il centro e rigonfiata nella parte superiore).

La finestra luminosa può essere fissata con continuità senza la minima noia alla vista, e la luce che ne emana è incapace a produrre effetti speculari avvertibili anche sulle pavimentazioni più lucide, e sotto velo d'acqua: è la vera illuminazione a luce diffusa, morbida e riposante.

Il rendimento luminoso di queste cassette, a seconda della qualità della patina diffondente e del vetro opalino, è variabile da 0,60 a 0,75, cioè arriva ai valori più alti conseguibili con le lampade ordinarie. L'obliquità della finestra va stabilita in modo che la maggior quantità della luce cada sulla via nei punti trasversalmente più lontani dalla lampada; una frazione man mano minore cadrà sulle case sino ai tetti; variando la obliquità, il rapporto tra la luce sulla strada e quella sulle case varia di conseguenza; in ogni caso l'illuminazione delle facciate andrà degradando regolarmente dalla strada al tetto (fig. 3). Il sistema accennato è dunque flessibile; è estetico e razionale, perchè le sorgenti sono nascoste e antiabbaglianti e la luce degrada automaticamente man mano che va verso l'alto; è economico perchè la luce è tutta impiegata per gli effetti da raggiungere, e le dispersioni sono minime.

I principi ora esposti sono vecchi quanto la fisica, eppure il Comune di Torino se ha voluto un'armatura con le proprietà ora indicate ha dovuto farla costruire di propria iniziativa e su propri disegni; gli esperimenti eseguiti su strade asfaltate, asciutte e bagnate, con innumerevoli tipi di armature commerciali hanno dato risultati nemmeno lontanamente paragonabili per colore e per distribuzione di luce con quelli dell'armatura suddetta.

A questo punto le persone del mestiere avranno probabilmente pronta una domanda: come si comporta questa patina bianca e scabra sotto l'azione del calore e del pulviscolo atmosferico che, nonostante la perfezione della chiusura, può penetrare all'interno?

Anzitutto le vernici alla nitrocellulosa, caratterizzate da un buon rendimento iniziale, non reggono alla elevata temperatura di circa 100° C, che si verifica nella regione del riflettore adiacente al palloncino; esse ingialliscono rapidamente ed in capo a pochi mesi il potere riflettente dell'armatura diminuisce del 30 ÷ 35 %. Le vernici alla resina sintetica sono, per questo riguardo, preferibili, dimostrandosi praticamente inalterabili al calore, specialmente quelle a superficie leggermente lustra; se la superficie è perfettamente scabra od appannata, predomina nella vernice il pigmento, parte più delicata, a detrimento del coesivo a plastificante, parte che al calore resiste meglio, e la tendenza della vernice all'arrostimento è meno facilmente combattuta.

Trattasi quindi di adottare una vernice semiappannata o semilustra, anche per ragione di facilità della pulizia periodica. Si comprende come la soluzione del problema non possa essere netta, ma dipenda da un ragionevole compromesso tra una sufficiente diffusione della luce e una buona manutenzione dell'armatura. Appena l'industria italiana sarà in grado, e dev'esserlo fra giorni, di fornire i riflettori di alluminio ossidati con procedimento elettrolitico « Alray », a superficie ruvida od appannata, questi saranno esperimentati nel tipo di armatura descritto. Il coefficiente di riflessione dell'alluminio ossidato è dichiarato assai maggiore che per l'alluminio lucido (circa 0,85 contro 0,70) e si avvicinerebbe a quello delle vernici bianche ora dette; i riflettori in alluminio diffondente sono impiegati nelle armature per lampade a vapori di sodio; occorre rilevare però che lo splendore del tubo luminescente in queste ultime lampade è di sole 10 cand/cm².

(1) *L'Elettrotecnica*, 15 marzo c. a.

Un riflettore ideale per la pulizia sarebbe quello in ferro smaltato; lo smalto di porcellana se ha tendenza a diffondere la luce per la scabrosità datagli dalle particelle opaline sottospperficiali, ha pure tendenza a far da specchio per la presenza della superficie liscia vitrea. L'esperimento ha dimostrato la minor atttudine dello smalto ad una efficace diffusione della luce; l'esperimento sarà ripetuto con smalti di porcellana preventivamente sabbiati, o resi ruvidi.

Si deduce da quanto esposto che una soluzione soddisfacente del problema è possibile, e forse in modi diversi.

DIRETTIVE PER LA PROTEZIONE DEI CAVI TELEFONICI CONTRO LE CORROSIONI DOVUTE ALL'ELETTROLISI EMANATE DAL COMITATO CONSULTIVO INTERNAZIONALE

Si riporta in appresso la traduzione dal testo ufficiale francese delle direttive per la protezione dei cavi telefonici contro la elettrolisi emanate dal Comitato Consultivo Internazionale per le comunicazioni telefoniche a grande distanza.

Introduzione.

Il « Comitato Consultivo Internazionale per le comunicazioni telefoniche a grande distanza » (C.C.I.F.) (1) considerando che la ricerca dei guasti sui cavi sotterranei e la riparazione dei medesimi possono causare spese rilevanti, e che le interruzioni di servizio, conseguenza di tali difetti, debbono essere evitate con la più grande cura, ritenne all'unanimità che fosse necessario, nell'interesse della telefonia a grande distanza, pubblicare « Direttive » allo scopo di aiutare le Amministrazioni e le Compagnie esercenti cavi telefonici a lunga distanza a combattere l'effetto dell'elettrolisi dovuta alle correnti di ritorno dei sistemi di trazione elettrica.

Se è relativamente facile e fuori di discussione precisare il principio che sta alla base della maggior parte delle disposizioni tecniche da adottare, non è purtroppo possibile fissare con esattezza i limiti nei quali tali disposizioni debbono essere applicate: i rimedi che si deciderà di impiegare non potranno che derivare da un compromesso tra lo scopo tecnico da raggiungere e la possibilità economica della sua realizzazione.

Ciò nonostante, è sembrato utile, al fine di fissare le idee, di dare qualche precisazione numerica ai limiti entro i quali debbono essere applicate le disposizioni tecniche oggetto delle raccomandazioni, affinchè esse possano essere di qualche efficacia: è quindi solo con questo criterio che sono state determinate le condizioni numeriche esposte nel testo delle « Direttive ».

D'altra parte le raccomandazioni esposte in appresso non possono essere considerate che come l'espressione dell'opinione della maggioranza dei tecnici che hanno partecipato ai lavori del Comitato Consultivo Internazionale per le comunicazioni a grande distanza, giacchè alcune Amministrazioni e Compagnie esercenti cavi telefonici non hanno accettato integralmente i limiti numerici proposti.

In particolare il Comitato, nonostante si sia astenuto dall'entrare nei dettagli delle modalità di procedura che le Amministrazioni e le Compagnie esercenti cavi telefonici potranno seguire nei loro rapporti reciproci con i servizi di trazione e di produzione o distribuzione elettrica, ha creduto opportuno fare le seguenti raccomandazioni di ordine molto generale:

« al fine di trarre il miglior vantaggio dai rimedi che possono essere applicati per la protezione dei cavi telefonici, ed al fine di facilitare l'applicazione pratica dei rimedi stessi, è opportuno che da parte delle Società telefoniche e dei Servizi elettrici interessati sia apportato allo studio dei problemi in questione la migliore volontà di collaborazione. Le comunicazioni reciproche in un modo sistematico e regolare di tutte le notizie utili relative alla costruzione delle linee esistenti o progettate ed alle variazioni nel sistema di esercizio delle linee stesse, non possono che riuscire del più grande vantaggio per tutte le parti interessate ».

A) Considerazioni generali.

1) Secondo l'esperienza acquisita a tutt'oggi, le correnti vaganti che provengono da impianti a corrente alternata a frequenza ordinaria non esercitano alcuna influenza elettrolitica nociva sulle masse metalliche che si trovano nel suolo. Il pericolo di corrosione elettrolitica non dipende quindi che dagli impianti a corrente continua.

L'esperienza ha mostrato come una rete di tubazioni metalliche o di cavi può essere praticamente considerata non soggetta alle corrosioni provo-

(1) Comité Consultatif International des Communications Téléphoniques à Grande Distance. (Parigi XIII - Avenue de Mesine, 23).

cate dalle correnti vaganti, se non si avvicina, in alcuna delle sue parti, a meno di 200 metri circa ad un impianto a corrente continua avente un conduttore normalmente o accidentalmente messo a terra, o ad una qualsiasi struttura o tubazione che sia in collegamento metallico con il suddetto impianto. Tuttavia in alcuni casi particolari quali quelli in cui si è in presenza di suolo molto conduttore oppure di un corso d'acqua, questa distanza di 200 metri può ancora essere insufficiente.

Nella loro forma presente le raccomandazioni seguenti non riguardano che le corrosioni prodotte dagli impianti di trazione elettrica; tra questi ultimi non sono state prese in considerazione le linee di trazione su sede indipendente avente isolamento molto buono rispetto al suolo per tutta la estensione della rete (traversine in legno, isolamento speciale dei binari nei passaggi a livello, ecc.).

Per le linee di trazione su sede indipendente, e specialmente per le linee ferroviarie di interesse generale, saranno redatte speciali raccomandazioni non appena saranno completate le conoscenze che si hanno al riguardo. Così pure gli impianti di distribuzione saranno oggetto di speciali raccomandazioni.

2) Dal punto di vista dei danni ai quali sono esposte le tubazioni metalliche sotterranee, bisogna fare distinzione tra la regione nella quale i tubi o i cavi si trovano a potenziale inferiore a quello delle rotaie, e nella quale quindi la corrente entra nelle tubazioni, e la regione nella quale le tubazioni hanno invece un potenziale superiore a quello delle rotaie e nella quale quindi la corrente abbandona le tubazioni stesse.

Nel testo che segue, si usa l'espressione « zona di entrata » per indicare la zona dove le correnti vaganti entrano nei rivestimenti dei cavi e « zona di uscita » (o di corrosione anodica), per indicare la zona dove le correnti escono da questi ultimi.

3) Quando si verificano le condizioni per le quali si possono produrre corrosioni di tubi o di cavi da parte delle correnti vaganti generate da un impianto di trazione, è necessario prendere provvedimenti speciali diretti ad evitare per quanto è possibile corrosioni pericolose.

4) Tali provvedimenti protettivi debbono principalmente essere applicati alla costruzione o all'esercizio dell'impianto di trazione elettrica essendo questo la causa prima delle correnti vaganti; d'altra parte, essi risultano generalmente di più facile applicazione che non provvedimenti della stessa efficacia sui cavi. Questi ultimi provvedimenti infatti non possono in generale essere introdotti utilmente che negli impianti nuovi o in occasione di importanti riparazioni.

Quando invece si tratta di posare tubazioni metalliche nuove in prossimità di impianti di trazione elettrica esistenti o da costruire, esse dovrebbero essere protette fin dall'inizio contro le corrosioni mediante mezzi convenienti.

Si deve per di più notare che, all'infuori delle azioni elettrolitiche o chimiche che le correnti vaganti possono esercitare, queste possono anche essere dannose di per sè stesse, come ad esempio quando tali correnti vaganti, in corrispondenza dell'incrocio di ferrovie, entrano in rotaie percorse anche da correnti di segnalazione. Questa considerazione si aggiunge alle precedenti per giustificare la necessità di limitare quanto è possibile la corrente che sfugge a terra dagli impianti di energia.

5) I provvedimenti proposti in seguito risultano da un compromesso tra lo scopo tecnico da raggiungere e le possibilità economiche della sua realizzazione; per quanto questi provvedimenti non possano essere sufficienti a sopprimere ogni pericolo di corrosione, essi sono però tali da permettere di ritenere che la durata normale di funzionamento prevista per i cavi non sarà notevolmente ridotta a causa dei fenomeni di elettrolisi che ancora sussisteranno dopo l'adozione dei provvedimenti stessi.

6) Dal punto di vista tecnico è desiderabile che l'applicazione di questi provvedimenti avvenga mediante sistematica collaborazione fra tutti i servizi interessati (ferrovie elettriche, distribuzioni elettriche, gas, acqua, ecc.).

B) Provvedimenti protettivi da applicare agli impianti di trazione elettrica.

Considerazioni generali.

1) L'esperienza ha mostrato che dal punto di vista della gravità del pericolo della corrosione, occorre considerare i seguenti elementi:

a) situazione ed estensione delle reti di strutture metalliche sotterranee;

b) natura dell'armamento dell'impianto di trazione e costituzione del piano di posa del medesimo;

c) posizione dei punti di collegamento dei collettori della corrente di ritorno alle rotaie.

Nella pratica ci si trova soprattutto in presenza di due categorie ben distinte di impianti di trazione, tranvie urbane e tranvie suburbane.

Le prime sono generalmente caratterizzate dai seguenti elementi:

a) nella quasi totalità della loro estensione esse sono sovrapposte a reti di strutture sotterranee relativamente dense (tubi di acqua, gas, cavi di energia e cavi telefonici);

b) i binari sono costituiti da rotaie a gola affioranti il suolo;

c) esse sono alimentate da una centrale o da una sottostazione disposta al centro del complesso dei punti di connessione delle rotaie ai collettori di ritorno facenti capo a questa centrale o sottostazione.

Le tranvie suburbane invece presentano generalmente le seguenti caratteristiche:

a) si svolgono in regioni ove le reti di strutture metalliche sotterranee sono poco dense o anche inesistenti;

b) i binari sono costituiti da rotaie Vignole su sede indipendente;

c) esse sono alimentate da una centrale o da una sottostazione disposta fuori delle città o dei loro sobborghi immediati.

Nell'un caso come nell'altro, sia che si tratti di tranvie urbane o suburbane, il pericolo di corrosione sarà tanto minore quanto più ridotta sarà la tensione tra le rotaie e la terra in qualsiasi punto della rete, verso questa condizione debbono quindi tendere gli sforzi delle Società esercenti gli impianti di trazione elettrica. Tuttavia poichè la causa delle corrosioni elettrolitiche non è già la tensione terra-rotaia, ma la corrente provocata da questa tensione, corrente la cui intensità dipende non soltanto dal valore di questa tensione ma anche e nella stessa misura dalla resistenza di passaggio fra la rotaia e la terra, è chiaro che a parità di altre circostanze si potrà essere meno severi per una tranvia suburbana che non per una tranvia urbana essendo il binario della prima generalmente molto meglio isolato rispetto al suolo che non quello della seconda.

Per queste ragioni le presenti raccomandazioni si riferiscono alla limitazione ad un valore determinato della tensione fra le rotaie e la terra solo per le tranvie urbane.

Ciò posto, si deve osservare che gli elementi enunciati sopra in *a*) *b*) *c*) possono entrare in combinazione diversa tra loro e che si incontrano nella pratica impianti di trazione che non sono nè tranvie urbane nè tranvie suburbane nello stretto senso della definizione sopra data, ovvero impianti che possono essere considerati nello stesso tempo come appartenenti all'una e all'altra categoria. Ciascun caso particolare deve essere considerato per sè stesso e le presenti raccomandazioni devono essere interpretate in modo largo e con buon senso.

Così per esempio un impianto di trazione urbana alimentato da una centrale o da una sottostazione situata fuori della città o nei suoi sobborghi immediati, sarà assimilato ad una tranvia urbana per la parte compresa nella città e nei suoi sobborghi, e ad una tranvia suburbana per la parte esterna, e quindi in particolare, per la zona extraurbana dove si trovano i punti di connessione dei collettori della corrente di ritorno alle rotaie.

Inversamente, una tranvia suburbana alimentata da una centrale o da una sottostazione situata in città o nei suoi sobborghi sarà considerata come tranvia urbana nella zona ove abbondano le reti di strutture metalliche sotterranee alle quali i binari sono sovrapposti.

2) Per diminuire l'entità delle correnti vaganti si deve tendere a:

a) contrastare il passaggio delle correnti alla terra, sia assicurando un isolamento quanto più perfetto possibile del sistema di ritorno delle correnti di trazione, sia diminuendo le differenze di potenziale tra le rotaie e la terra;

b) facilitare il ritorno della corrente per il binario curandone la buona conducibilità.

Provvedimenti relativi alle rotaie.

3) I binari devono essere disposti su una struttura di scarsa conducibilità mantenuta asciutta mediante drenaggio.

Si deve evitare ogni contatto metallico tra le rotaie e ogni altra struttura conduttrice (ponti, discese di parafulmini, fanali, ecc.) che possono essere collegate a tubazioni o condutture metalliche sotterranee.

4) La conducibilità delle rotaie propriamente detta è determinata dalla loro forma, quindi al fine di assicurare al sistema di ritorno delle correnti buona conducibilità, occorre vigilare accuratamente alla conservazione della conducibilità di tutti i giunti.

5) La resistenza di ogni giunto non deve essere superiore a quella di tre metri di rotaia, fatta eccezione dei giunti di derivazione e di incrocio. Inoltre l'aumento della resistenza elettrica del binario dovuta ai giunti non deve superare per ogni sezione (2) di binario in media il 10 % della resistenza delle rotaie di tale sezione supposte senza giunti.

In corrispondenza delle derivazioni e degli incroci, i giunti delle rotaie a gola sono difficilmente accessibili essendo affondati nella massicciata, inoltre sono sottomessi a sforzi meccanici maggiori, specialmente nelle parti centrali o nei cuori. Non è quindi possibile applicare a questi giunti le stesse prescrizioni delle altre parti del binario.

Per queste ragioni in corrispondenza delle derivazioni e degli incroci i giunti delle rotaie a gola debbono soddisfare alle seguenti condizioni:

a) i giunti non debbono immediatamente dopo la loro costruzione o dopo una riparazione importante, avere una resistenza superiore a quella di tre metri di rotaia;

b) i giunti che all'atto di un controllo eseguito in progresso di tempo dimostrino una resistenza maggiore di quella corrispondente a 20 metri di rotaia debbono essere rimessi in buono stato nel più breve tempo possibile.

In corrispondenza degli scambi delle rotaie Vignole le rotaie interne non possono essere considerate come partecipanti al passaggio della corrente, perchè in generale le lame degli aghi mobili non sono shuntate da giunti elettrici. Del pari le parti centrali ed i cuori dei bivii e degli incroci in rotaie Vignole non possono essere shuntate che da connessioni elettriche di grande lunghezza e perciò di resistenza elevata. Perciò si chiederà che la resistenza dei giunti disposti tra le due file esterne di rotaie sia tenuta quanto più piccola possibile. Questa condizione è facile ad essere soddisfatta per il fatto che i giunti delle rotaie Vignole sono ben accessibili.

Di conseguenza in corrispondenza dei bivii e degli incroci, i giunti delle rotaie Vignole dovranno soddisfare alle seguenti condizioni:

c) la resistenza di ciascun giunto delle due rotaie esterne non dovrà mai superare la resistenza di tre metri di rotaia;

---

(2) Si chiama sezione di binario quella parte continua lungo la quale non si trova alcun incrocio nè derivazione, nè collegamento ai feeder di ritorno.

d) se le connessioni trasversali soddisfano alle condizioni del paragrafo 9, si può fare a meno di shuntare gli aghi degli scambi ed i cuori a mezzo di connessioni elettriche speciali.

Per tenere costantemente il binario nelle migliori condizioni possibili sotto il punto di vista della sua conducibilità, si raccomanda di verificare una volta all'anno tutti i giunti in corrispondenza dei bivii e degli incroci percorsi dalla corrente, e tutti i giunti delle sezioni per le quali il calcolo ha indicato una caduta di tensione media superiore a 0,0005 V per metro. (La definizione della tensione media è data al paragrafo 12 seguente).

Si raccomanda pure di misurare la resistenza di tutti gli altri giunti ad intervalli da tre a cinque anni.

I giunti dovranno essere rimessi in buono stato appena le resistenze misurate risultino superiori ai valori indicati al paragrafo 7 di questo capitolo.

Deve farsi eccezione per i giunti saldati, che saranno esaminati ogni anno nei riguardi delle possibilità di formazione di fessure. I giunti difettosi dovranno essere riparati.

7) Per egualizzare quanto possibile la densità della corrente nelle rotaie di un binario o di binari paralleli si stabiliranno connessioni trasversali.

In corrispondenza dei bivii e degli incroci si disporranno connessioni trasversali fra le file dei binari, prima e dopo il bivio e l'incrocio.

Le connessioni trasversali avranno dimensioni tali che la resistenza misurata tra due punti qualsiasi di rotaie parallele non superi per ogni metro di distanza compreso fra di esse, un milliohm se si tratta di rotaia a gola e di 1,5 milliohm se si tratta di rotaie Vignole.

Immediatamente prima e dopo un bivio od un incrocio in rotaie Vignole, questa resistenza non dovrà superare 0,25 milliohm.

Collettori della corrente di ritorno.

8) La ripartizione dei potenziali lungo le rotaie, può essere regolarizzata ricorrendo ad esempio a collettori di ritorno il cui funzionamento sarà regolato, se necessario, sia mediante resistenze addizionali, sia mediante survoltori-devoltori a regolazione automatica. Lo stesso effetto può anche essere ottenuto ripartendo il carico tra diverse stazioni generatici.

9) I conduttori di ritorno come pure le sbarre collettrici debbono essere isolati rispetto alla terra per tutta la loro lunghezza. Questa condizione deve essere verificata periodicamente. Se le rotaie sono collegate al polo negativo delle generatrici si deve per quanto è possibile scegliere per la connessione dei collettori di ritorno alle rotaie, punti dove il suolo sia secco e che siano lontani da reti importanti di tubi e di cavi, essendo in corrispondenza di questi punti di raccordo più pronunciato il pericolo di corrosioni elettrolitiche.

10) Si deve curare la manutenzione delle connessioni fra i conduttori di ritorno e le rotaie.

Polarità dei fili di contatto.

11) Si può diminuire il pericolo di corrosione agendo sulla polarità dei fili di contatto. Quando il polo positivo è collegato alla linea di contatto, le zone di corrosione anodica si trovano in prossimità dei punti di raccordo dei conduttori di ritorno, quando invece il polo negativo è collegato alla linea di contatto, le zone di corrosione anodica sono lontane da questi punti; inoltre queste zone tendono a seguire il movimento delle automotrici.

Per ridurre l'effetto nocivo delle correnti vaganti si può ricorrere sia alla inversione periodica della polarità dei fili di contatto (ciò che nel caso di una inversione quotidiana può procurare una riduzione di tale effetto di circa tre quarti) sia ad un sistema di alimentazione a tre conduttori.

Lo studio delle condizioni locali permetterà di scegliere in ogni caso la soluzione migliore. È tuttavia da osservare che la inversione periodica della polarità dei fili di contatto presenta alcune difficoltà di esercizio nelle reti alimentate da molte sottostazioni.

Inoltre, nelle grandi città dove sono installate reti distinte che presentano tra loro dei punti di incrocio, l'uso di questo provvedimento su una qualsiasi delle reti richiede l'uso di dispositivi speciali che assicurino, nei punti di incrocio, l'isolamento di questa rete rispetto alle altre.

Calcoli giustificativi.

12) Allo scopo di verificare se le disposizioni prese per assicurare il ritorno della corrente sono soddisfacenti (specialmente la scelta della località per i punti di collegamento dei collettori di ritorno e la ripartizione dei potenziali) si può procedere al calcolo dei valori teorici della *caduta di tensione media* lungo le rotaie, e delle *differenze di potenziale medie* tra le rotaie e la terra, e riconoscere se questi valori rientrano nei limiti indicati in seguito.

13) Su nessuna sezione di binario di una tranvia urbana la caduta di tensione media per metro, calcolata ammettendo un aumento di resistenza delle rotaie dovuta ai giunti del 10 %, deve essere superiore a 0,001 volt.

14) La caduta di tensione media per metro per una sezione di binario di tranvia suburbana, calcolata come è indicato al paragrafo 12, non deve essere superiore a 0,0012 V nelle sezioni su strada ordinaria, ed a 0,0014 V nelle sezioni in sede propria.

15) La caduta di tensione media tra due punti di una linea tranviaria (urbana o suburbana) non deve superare un numero di volt eguali a due volte la distanza a volo di uccello tra questi due punti, espressa in chilometri.

16) Nelle zone servite da una tranvia urbana dove le correnti vaganti escono dai tubi o dagli involucri metallici dei cavi, le differenze di potenziale medie fra le rotaie e la terra risultanti dal calcolo non debbono superare 0,8 V. Ciò si applica ai tratti nei quali le rotaie presentano una debole resistenza di passaggio verso la terra (per esempio: rotaie interrate); invece, per le sezioni di rotaie a resistenza media di passaggio elevata (per esempio rotaie Vignole su piattaforma indipendente) non vi è ragione per limitare la differenza di potenziale media delle rotaie rispetto alla terra.

C) Sistemi di protezione da applicare alle reti di cavi sotterranei.

1) Per evitare la corrosione elettrolitica si deve cercare di impedire o almeno di ridurre quanto possibile il passaggio delle correnti vaganti dagli involucri metallici al mezzo elettrolitico circostante.

Perciò si cercherà principalmente di ridurre la intensità delle correnti vaganti circolanti nei rivestimenti dei cavi, aumentando l'isolamento di questi, rispetto alla terra e rispetto alla rete di trazione.

In certi casi, invece, potrà essere vantaggioso di prendere dei provvedimenti speciali per impedire la uscita diretta delle correnti dai rivestimenti dei cavi al mezzo circostante, offrendo a queste correnti una via di passaggio metallica.

2) I cavi debbono essere allontanati quanto possibile dalle installazioni tranviarie, e poichè i loro incroci con le linee tranviarie costituiscono dei punti pericolosi, è necessario ridurne il numero per quanto è possibile.

3) Nello studio del tracciato dei cavi non si deve perdere di vista che in certi casi la natura del suolo favorisce la corrosione elettrolitica (rilevante umidità, sostanze organiche, sostanze alcaline, sali ed acidi sciolti, ecc.).

4) Si deve evitare ogni contatto metallico tra i rivestimenti dei cavi e le parti o costruzioni conduttrici collegate ai binari.

5) Si devono evitare per quanto è possibile le infiltrazioni delle acque ed il permanere delle stesse nelle canalizzazioni dei cavi come nelle cassette di raccordo, e nelle camerette delle tubazioni.

6) Nelle camerette delle tubazioni e nelle cassette di raccordo, come nei punti di derivazione, i cavi nudi debbono essere collegati insieme mediante connessioni metalliche saldate ai loro rivestimenti.

Nel caso in cui le canalizzazioni sotterranee contenenti cavi telefonici siano costituite da tubi metallici, questi tubi pure debbono essere riuniti elettricamente fra loro.

7) Un semplice strato di vernice isolante, ovvero un involucro isolante di poco spessore che offra scarsa garanzia di impermeabilità e di durata, non possono costituire una protezione permanente contro le corrosioni. Tali strati isolanti si sono rilevati spesso pericolosi, perchè dopo un certo tempo si producono nei punti dove essi vengono a mancare corrosioni più intense.

8) Quando l'involucro isolante che ricopre la guaina dei cavi è sufficientemente spesso ed è esso stesso protetto sotto il punto di vista meccanico e chimico da una armatura o da un dispositivo analogo (cavo a doppia guaina, canalizzazione in ferro zores, ecc.) la protezione contro la corrosione elettrolitica può essere considerata sufficiente.

Simili sistemi di protezione sono da raccomandare specialmente nei casi seguenti: incrocio di cavi con linee tranviarie, passaggio su ponti metallici, vicinanza di masse conduttrici in legame più o meno diretto coi binari.

9) Un mezzo di ridurre la intensità delle correnti vaganti che percorrono i rivestimenti dei cavi consiste nell'aumentarne la resistenza elettrica ricorrendo all'uso dei giunti isolanti. Questi giunti isolanti non dovrebbero essere praticati che in luoghi sufficientemente secchi, ed essi dovrebbero essere realizzati in modo da presentare una resistenza meccanica, una impermeabilità ed una durata sufficienti.

Nel caso di diversi cavi collocati nelle stesse canalizzazioni ovvero convergenti nello stesso punto, l'eventuale ricorso ai giunti isolanti deve farsi per ciascuno di essi. Il loro impiego deve essere evitato nei cavi che possono essere soggetti alla induzione di linee a corrente alternata o di linee a corrente continua di cui la tensione perturbatrice sia notevole.

10) Le piastre di terra affondate nel suolo e collegate al rivestimento dei cavi (déversoirs) presentano alcuni degli inconvenienti dei drenaggi, è quindi conveniente di limitarne l'impiego solo nei punti dove la corrente esce dal rivestimento dei cavi e di non farne uso nelle regioni dove non si abbia la sicurezza che una piastra di terra possa divenire positiva rispetto al rivestimento dei cavi.

Non si ritiene che questo sistema possa essere raccomandato per la protezione dei cavi contro l'elettrolisi dovuta alle correnti di ritorno di reti di trazione, perchè un cambiamento di regime di queste correnti (provocato ad esempio da una modificazione apportata all'impianto di trazione) può modificare la polarità di alcune di queste piastre rispetto al rivestimento dei cavi.

D) Sistemi di protezione mediante drenaggio elettrico.

1) Sotto il nome di drenaggio elettrico, si indica un sistema che contempla l'impiego di conduttori per collegare metallicamente alla rete dei conduttori di ritorno delle correnti di trazione certi punti dei rivestimenti dei cavi, che altrimenti tenderebbero a divenire positivi rispetto al suolo.

Lo scopo che il sistema si propone è di condurre per via metallica alla stazione generatrice della corrente di trazione la corrente circolante nei rivestimenti dei cavi, in modo da diminuire la quantità di corrente che tenderebbe ad uscire da questi per passare al suolo.

L'uso dei drenaggi solleva un certo numero di obbiezioni di diverso carattere.

Questo sistema è molto costoso (spese di impianto, di manutenzione e di sorveglianza elevata).

Il sistema può divenire inefficace in seguito ad una alterazione accidentale del regime delle correnti circolanti nei cavi, in particolare la intensità di queste correnti può divenire troppo grande; d'altra parte il cavo può es-

sere esposto alla corrosione catodica nei luoghi dove il suolo è di natura alcalina.

Il drenaggio può costituire una causa di pericolo per le installazioni telefoniche quando si produce un corto circuito sulla rete di trazione, ed una causa di pericolo per il personale addetto alla manutenzione ed all'esercizio dei cavi telefonici, quando la continuità delle rotaie viene ad essere accidentalmente interrotta.

Infine il drenaggio, avendo l'effetto di richiamare la corrente di ritorno della trazione da tutte le direzioni, può accrescere considerevolmente la probabilità di corrosione in un punto qualunque delle reti dei cavi e delle canalizzazioni metalliche vicine.

3) Tuttavia questi inconvenienti possono essere considerevolmente ridotti in certi casi, quando per esempio non esiste che una sola linea di trazione e quando il tracciato dei cavi telefonici è parallelo a questa linea e non comporta biforcazioni.

In tali casi si possono ammettere connessioni di drenaggio a condizione che ci si limiti a drenare una quantità di corrente relativamente piccola, e non maggiore di quanto è strettamente necessario per impedire l'effetto nocivo della elettrolisi.

4) In tutti i casi nei quali si usa il sistema del drenaggio è necessario che questo sistema sia attuato in conformità dei seguenti principi:

a) Il punto più conveniente per effettuare il collegamento del rivestimento del cavo è il luogo dove le misure segnalano che la corrente uscente dal cavo ha la sua massima intensità. Perchè il drenaggio sia efficace, occorre che il potenziale dei punti dove sono eseguiti tali collegamenti, che prima era positivo rispetto al suolo, diventi a collegamento effettuato, inferiore al potenziale del suolo nello spazio circostante.

b) I collegamenti di drenaggio debbono essere effettuati solo alle sbarre negative della stazione generatrice della corrente di trazione ovvero nei punti dove i feeder di ritorno sono collegati alle rotaie.

c) Il drenaggio deve essere realizzato in modo che i rivestimenti dei cavi interessati al drenaggio presentino, per tutta la loro lunghezza, un potenziale negativo rispetto al suolo.

d) La corrente di drenaggio deve essere ridotta al minimo necessario per la protezione dei cavi telefonici sia scegliendo la sezione più opportuna dei conduttori utilizzati per il drenaggio, sia coll'impiego di resistenze addizionali.

e) Si deve esercitare costantemente una sorveglianza effettiva per rendersi conto delle condizioni di funzionamento del sistema di drenaggio: sono necessarie misure periodiche delle correnti di drenaggio. A questo scopo, all'atto dell'impianto, si devono prendere tutte le disposizioni utili per eseguire facilmente queste misure.

f) È necessario avere la possibilità di potere interrompere le connessioni di drenaggio tutte le volte che potrebbero circolare correnti di polarità invertita aventi intensità e durata capaci di produrre danni.

g) È infine necessario installare sulle connessioni dei drenaggi, fusibili ed interruttori adatti alle condizioni locali, per interrompere le connessioni nel caso di corto circuito sulla rete di trazione.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Metodi da non seguire.

Riceviamo:

Esiste una forma di mentalità pseudo-scientifica, spesso a fondo pubblicitario più o meno mascherato, che a mio avviso deve essere colpita quando viene ad invadere il sereno ambiente della scienza.

Dico subito che non è mentalità «nostra»; essa ci viene da lontano.

È però nostro dovere non accreditare i prodotti di questo metodo mentale di solito privo di intelligenza ed in contrasto con il più modesto nostro buon senso.

Si tratta talora di risultati statistici male impostati e peggio interpretati, di dati affermati come verità indiscusse che devono poi servire di premessa a deduzioni logiche.

Un esempio tanto per intenderci:

In una scuola dello stato di Alabama (Stati Uniti di America) fu istituito il confronto tra un'aula avente una illuminazione di 20 ÷ 60 lux ed un'altra con 120 ÷ 140 lux.

Gli effetti furono meravigliosi: «Le insufficienze sul profitto dal 23,7 % si ridussero all'8,8 % !!?».

Raccomando ai lettori questi risultati scientifici, *controllati, riprodotti da Riviste serie, esatti si può dire fino nei decimali.*

Sarebbe interessante un prova: illuminare intensamente gli Autori della ricerca che ho citato e vedere se la loro mentalità viene in qualche modo modificata dai lux.

Il metodo è poi ricco di sviluppi imprevedibili.

Quali risultati brillanti in ogni campo con pochi lux in più del solito!!!

È il caso di pensarci sul serio.

Altro caso:

«*.... fu constatato (?) che davanti ad una vetrina portata da 150 a 400 lux le persone che si fermavano in un'ora salirono da 200 a 244 il che equivale ad un aumento del 22 % della* forza attrattiva della mostra (?!)».

Peccato che qui non cia siano decimali! Pazienza, il percento in ogni modo c'è.

Ed ancora:

«*Aumentando la illuminazione da 41 a 125 lux la produzione di un certo stabilimento è cresciuta del 8,5 % (?!) ed in un altro è bastata la variazione da 8 a 145 lux per constatare un aumento produttivo del 12,2 % (?!)*».

Intendiamoci: 12,2 % e non 12 %.

Per finire:

Un architetto ha costruito un asilo infantile a pianta irregolare e, dico io, sbilenca. La ragione scientifica? poichè la ragione scientifica ci vuole, eccola: la pianta irregolare eccita la fantasia dei bambini (?!) *Quasi tutti i rami dell'attività umana sono oggi inquinati da tale uso maldestro di statistiche e di false verità.*

Si tratta, ripeto, di una forma importata ed in contrasto colla nostra solida mentalità equilibrata. Basta pensare ai medicamenti, alla cosidetta igiene, a tutto ciò che oggi è «razionale» per definizione, ed anche a qualche manifestazione dell'elettrotecnica per rendersi conto del contagio.

Le più impensate frottole si diffondono munite del conforto della scienza.

Non voglio esprimere giudizi sulle forme dell'attività pubblicitaria ma l'ambiente scientifico deve a mio parere mantenersi lontano da simili metodi che allontanano dalla verità.

Milano, 6 febbraio 1935. Gino Rebora.

Il Prof. Rebora tocca nella sua lettera, con opportuna franchezza, una tendenza veramente riprovevole che si manifesta, sia pure in modo circoscritto e limitato, nella letteratura scientifica attuale. Si tratta di un atteggiamento spirituale, più o meno inconscio, verso una faciloneria semplicistica che è in pieno contrasto con la severa immagine scientifica. La Redazione, che attraverso l'esame della letteratura corrente eseguito sistematicamente per la rubrica dei Sunti e Sommari e della Cronaca Tecnica, ha potuto più volte, non senza sorpresa, constatare singolari manifestazioni di tali tendenze, non può non associarsi all'augurio del Prof. Rebora che esse siano fra noi rigorosamente combattute pel buon nome della scienza e della tecnica italiana. E per vero osiamo dire che manifestazioni del genere non hanno mai trovato posto sul nostro giornale se non forse nella rubrica dei Sunti e Sommari o nella Cronaca dove l'obbiettività imposta ai recensori e il desiderio di dare notizia di tutto quanto viene pubblicato dai principali periodici tecnici e scientifici del mondo, inducono qualche volta a fare cenno anche di pretese conclusioni esposte dagli Autori e non sufficientemente giustificate. Siamo certi che il buon senso e lo spirito critico dei nostri lettori ha sempre saputo «isolare il contagio». (N. d. R.).

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Le «bizzarre idee» di Zenobio Gramme e di un ingegnere francese. — Parlando a suo tempo della celebrazione pisana di Antonio Pacinotti (vedi *L'Elettrotecnica* del 1934, pag. 367) e della esauriente rivendicazione che in tale occasione è stata fatta nella forma più solenne e più indiscutibile, dell'assoluta priorità della scoperta pacinottiana, pensavamo, dopo i riconoscimenti ufficiali tanto espliciti venuti dalle maggiori Accademie scientifiche straniere, che la questione fosse ormai da considerarsi chiusa anche nel campo internazionale e che non fosse ormai più lecito, per uno studioso che dosi rispetti, ripetere le solite confusioni ben note circa la parte dovuta al Gramme e ad altri tecnici stranieri.

I due poderosi volumi (*) pubblicati a cura della Confederazione Nazionale Fascista Professionisti e Artisti, sotto il titolo «Antonio Pacinotti (La vita e l'opera)» costituiscono fra l'altro una documentazione completa ed esauriente, alla quale è stata data larga diffusione e alla quale gli studiosi possono facilmente attingere per ricostruire non soltanto le vicende della scoperta dell'anello e della «macchinetta» ma anche per lumeggiare nella sua pienezza la multiforme e mirabile attività del grande pisano, che in molti altri problemi teorici e pratici ha portato l'influsso della sua genialità eccezionale. La raccolta, ordinata e curata dal Prof. Polvani, è un fatto positivo e, per la questione particolare, definitivo, nella storia della scienza e della tecnica ed essa non può essere ignorata da chi voglia con qualche fondatezza trattare della origine delle macchine elettriche e di quella a collettore in particolare.

Negli scritti del Pacinotti è chiaramente documentato come la dinamo si sia presentata alla mente dell'inventore non come una idea improvvisa o accidentale, ma bensì come il frutto logico di una rigorosa preparazione scientifica e di un rigoroso ragiona-

(*) Confederazione Nazionale Fascista Professionisti ed Artisti: *Antonio Pacinotti, la vita e l'opera.* Con prefazione di S. E. Marconi, profilo di Pacinotti del Prof. Puccianti, raccolta di scritti, discorsi, disegni, notizie e documenti relativi alla vita ed opera di Pacinotti, del Prof. Polvani. Due volumi di complessive pagine 1127 e numerose illustrazioni. Pisa, 1934-XII - L. 120.

mento; tantochè l'inventore ebbe subito la comprensione completa della importanza del suo trovato e della sua applicabilità sia come generatore d'energia elettrica, sia come motore.

Non senza sorpresa quindi abbiamo preso visione di un articolo di un ingegnere francese, comparso su una rivista abbastanza diffusa anche fra noi (*Science et Monde*, n. 162) dove, a distanza di un anno dalla celebrazione pisana che pure ha avuto così larga ripercussione pubblica, si mostra di ignorare non soltanto l'opera di Pacinotti ma ben anco il nome stesso dell'inventore italiano!

« L'anello meraviglioso » fu esclusivamente dovuto, secondo il sullodato autore, soltanto « ad una idea bizzarra (sic!) » di Zenobio Gramme il quale « non fu un grande scienziato, un teorico illustre, bensì un semplice, intelligente e inventivo operaio ».

Pei grandi scienziati, pei teorici illustri, il nostro Autore non ha evidentemente simpatia, tanto è vero che in altro punto, parlando dei motori a campo ruotante, dimentica completamente che sia esistito Galileo Ferraris!

Che le idee avute dal Gramme, parecchi anni dopo che la scoperta del Pacinotti era stata fatta nota, fossero « bizzarre » non vi è dubbio, tanto è vero, come fu dimostrato a Pisa, che le macchine per le quali egli prese brevetti (ad eccezione soltanto di talune che coincidono con quelle da Pacinotti descritte tanto tempo prima), considerate come dinamo non danno corrente e considerate come motori non si muovono!

Ma se le macchine non si muovono poco importa; l'invenzione del Gramme è ben più vasta; non una macchina egli ha inventato, ma addirittura « simile al filosofo antico che dimostrava il movimento mettendosi a camminare, l'industrioso operaio *aveva creato l'energia motrice* (sic!), lasciando ai teorici di spiegare il suo successo ». E ci pare che basti!

Non avremmo rilevato la cosa, nè l'avremmo portata su queste colonne se purtroppo essa non rispecchiasse uno stato d'animo che permane in certi Paesi d'oltralpe e che rifiuta di modificarsi anche davanti all'evidenza. Fatto tanto più spiacevole e strano in quanto si verifica nell'ambiente di studiosi che dovrebbero porre la conoscenza della verità a scopo della loro attività e in quanto avviene in un campo, l'elettrotecnica, nel quale vi è indubbiamente « gloria per tutti » senza usurpare l'altrui.

*

Concorsi a premi del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. — Riportiamo brevemente i titoli dei concorsi che possono maggiormente riguardare i nostri lettori, rimandando per più complete notizie all'apposito opuscolo che gli interessati potranno richiedere alla Segreteria dell'Istituto, in Milano - Palazzo Brera.

Premio di Fondazione Cagnola. — Illustrare teoricamente e sperimentalmente il fenomeno della diffusione della luce anche dal punto di vista spettrofotometrico.

Scadenza 31 dicembre 1936, ore 15.

Premio L. 2500 e una medaglia d'oro del valore di L. 500.

Premio di Fondazione Brambilla. — A chi avrà inventato o introdotto in Lombardia qualche nuova macchina, o qualsiasi processo industriale, o altro miglioramento, da cui la popolazione ottenga un vantaggio reale e provato. Il premio sarà proporzionato all'importanza dei titoli che si presenteranno al concorso, e consisterà in medaglie d'oro, d'argento e diplomi.

Scadenza 30 marzo 1935, ore 15.

Premio di Fondazione Kramer. — Per una memoria sul tema: « Criteri teorici e indagini sperimentali sulle vibrazioni dei fabbricati ».

Scadenza 31 dicembre 1935, ore 15.

Premio L. 1000.

Premio di Fondazione Pizzamiglio. — Per una memoria sul tema: « La critica e la teoria della scienza nella filosofia contemporanea. Dagli ultimi decenni del 1800 ai giorni nostri ».

Scadenza 31 dicembre 1935, ore 15.

Premio L. 2000.

Borsa di Studio della Fondazione Amalia Visconti Tenconi per un giovane di nazionalità italiana, di scarsa fortuna e che, avendo già dato prova d'ingegno non comune, di rettitudine e buona volontà, si avvî agli studi in materia di elettricità industriale, prevalentemente per perfezionamento all'estero.

La borsa sarà di L. 2000.

Le istanze degli aspiranti saranno presentate alla Segreteria del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, per il 30 marzo 1935, ore 15.

Premio della Fondazione Ernesto De Angeli riguardante invenzioni, studi e disposizioni aventi per iscopo la sicurezza e l'igiene degli operai nelle industrie.

Scadenza del concorso 31 dicembre 1935, alle ore 15.

Premio L. 5000.

Premio della Fondazione Dott. Carlo Koristka per una memoria su: « Le principali applicazioni dei metodi ottici interferenziali nella scienza e nella tecnica ».

Scadenza 31 dicembre 1935, ore 15.

Premio L. 3000.

Fondazione Lomeni. — Possono concorrere le istituzioni sperimentali italiane che si dedicano a ricerche originali in materia di fisica e chimica per iniziare, sviluppare e completare ricerche obbiettivamente scientifiche fuori di ogni scopo di insegnamento nelle dette materie.

Il sussidio per il triennio 1935-37 sarà di L. 25.000.

Scadenza 31 dicembre 1936, ore 15.

*

Un **corso libero di Acustica applicata** sarà tenuto dal prof. Arciero Bernini nell'Istituto di fisica della R. Università di Genova.

Le lezioni avranno luogo nell'aula dell'Istituto di Fisica della R. Università in viale Benedetto XV tutti i giovedì a cominciare dal 24 febbraio dalle ore 17 alle 18.

*

La Fiera Campionaria Svizzera a Basilea. — Il 30 marzo si riaprirà a Basilea la grande rassegna campionaria svizzera, che si chiuderà il 9 aprile. Nel quadro di questa manifestazione, anche l'industria elettrotecnica svizzera presenterà i suoi migliori prodotti.

Il gruppo delle Industrie elettriche si suddivide in 15 sezioni in cui saranno esposte le ultime applicazioni e le più recenti novità del ramo elettrotecnico. Le sezioni saranno le seguenti: costruzioni ferroviarie; accumulatori e batterie; apparecchi di riscaldamento; illuminazione; materiale isolante; materiali per impianti; apparecchi chirurgici e elettroterapeutici; condutture; cavi e fili; apparecchi di misura e di controllo; motori e apparecchi; apparecchi per correnti ad alta tensione; apparechi per correnti a bassa tensione; generatori di corrente e trasformatori; impianti di riscaldamento elettrici e apparecchi speciali per uso industriale.

La mostra costituirà una completa dimostrazione dello sviluppo e della perfezione tecnica raggiunta dalla industria elettrotecnica svizzera nei diversi settori.

Importanti facilitazioni ferroviarie saranno concesse ai visitatori. Le Ferrovie italiane dello Stato concedono un ribasso del 30 per cento tanto sull'andata che sul ritorno ad ogni visitatore munito della tessera della Fiera.

Sulle Ferrovie Federali Svizzere il biglietto di semplice andata, vidimato dalla Fiera, dà diritto al ritorno gratuito.

La tessera della Fiera può essere ritirata presso: la Legazione di Svizzera a Roma - Piazza Croce Rossa 3 - i Consolati di Svizzera e la Camera di Commercio Svizzera in Italia - Via Manzoni 5, Milano.

*

Lo sviluppo dell'elettrificazione ferroviaria in Italia. — Il rapido ritmo di incremento assunto dai lavori di elettrificazione in questi ultimi anni è eloquentemente documentato nel grafico che qui pubblichiamo.

Al 30 giugno 1934 si era arrivati a 2182,2 km di linee e 4420 km di binario elettrificati; cogli ulteriori lavori compiuti e inaugurati al 28 ottobre 1934-XII, lo sviluppo totale delle linee elettrificate è

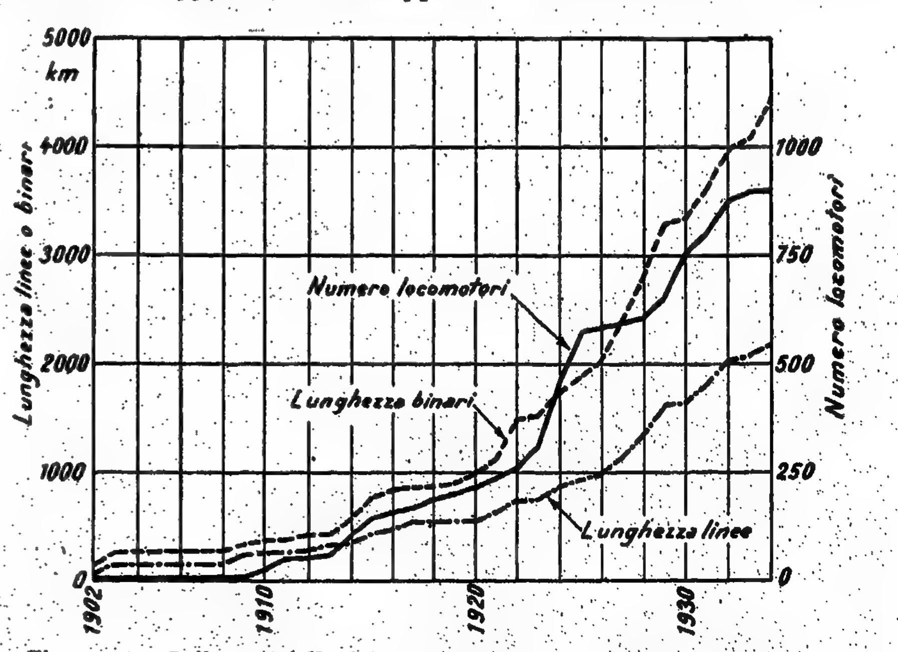


Fig. 1. — Sviluppo delle linee di trazione e del parco locomotori fino al 30 giugno 1934.

salito a 2446 km, senza contare i 75 km di linee elettrificate nel Trentino eserciti dalle Ferrovie dello Stato ma appartenenti a privati, e 19 km del tronco Domodossola-Iselle, di proprietà delle Ferrovie dello Stato ma eserciti dalle Ferrovie Federali Svizzere.

L'importanza relativa dei diversi sistemi di elettrificazione è la seguente:

Sistema trifase a 16,7 per/sec, 3.700 V	km 1691
Sistema trifase a 45 per/sec, 10.000 V	» 168
Sistema a corrente continua 3000 V	» 401
Sistema a corrente continua 750 V a terza rotaia	» 109

Sulla Porrettana (Bologna-Pistoia-Prato) e sulla Roma Prenestrina-Mandela sono in corso i lavori per la trasformazione dal sistema trifase in quello a corrente continua a 3000 V.

Sebbene, come è noto, il traffico ferroviario complessivo abbia presentato una sensibile contrazione, quello a trazione elettrica è andato invece aumentando, come risulta dal seguente specchietto.

1913-14	treni-chilometro	3.069.295	locomotive-chilometro	4.767.155
1931-32	» »	23.490.503	» »	28.983.986
1932-33	» »	26.435.792	» »	32.097.144
1933-34	» »	27.745.779	» »	33.850.824

Riguardo al traffico rimorchiato sulle linee ad esercizio elettrico, si hanno i seguenti dati:

	10^6 tonn-km reali	10^6 tonn-km virtuali
1913-14	061	1.033
1931-32	8.298	11.858
1932-33	8.860	12.539
1933-34	8.899	12.752

Il consumo totale di energia per la trazione elettrica sulle Ferrovie dello Stato nell'esercizio 1933-34 è stato di 413.225.222 kWh corrispondenti a 32,4 wattore per tonnellata-chilometro virtuale rimorchiata. Da tale quantità di energia oltre la terza parte cioè, circa 150 milioni di kWh, sono stati forniti dalle centrali di proprietà dell'Amministrazione Ferroviaria.

*

Proprietà elettriche di ghise speciali. — Certe ghise al nickel posseggono speciali qualità, come: alta resistività, assenza di proprietà magnetiche, coefficiente di dilatazione molto elevato oppure molto basso per cui sono usate in particolare circostanze in cui tali caratteristiche assumono speciale importanza.

Le ghise austenitiche del tipo 14 % di nickel, con o senza rame e cromo sono a temperatura ordinaria amagnetiche.

Quando si ha di mira solo la proprietà amagnetica si usano qualche volta delle ghise denominate «Nomag» che contengono 10 % di nickel e 5 % di manganese, però nella maggioranza dei casi si usa ghisa con 20 % di metallo monel e 1-2 % di cromo.

La resistività delle ghise austeniche al nichel-rame-cromo alla temperatura ordinaria è di circa 135-140 microhmcm; è possibile però con composizioni speciali raggiungere una resistività di 180 microhmcm. Il coefficiente di temperatura della resistività tra 0 e 100° è $\alpha = 0{,}00045$. Questa alta resistività congiunta alla proprietà amagnetica rendono molto interessante questi tipi di ghise per la costruzione di resistenze elettriche, e parti di macchine specialmente per correnti alternate. Si aggiunga infine ch'esse sono nettamente meno fragili delle ghise ordinarie. Qualche volta si usano pure per la costruzione di resistenze elettriche ghise al 5 % di nickel; in questo caso l'aggiunta di nickel non ha altro scopo che di migliorare le proprietà meccaniche nelle sezioni sottili evitando la formazione di cementite.

Dilatazione. — L'aggiunta di piccole quantità di nickel non modifica sensibilmente il coefficiente di dilatazione delle ghise grigie perlitiche, che resta, alla temperatura ordinaria, prossimo a $10{,}5 \times 10^{-6}$.

Invece le ghise austeniche a 14 % di nichel hanno un coefficiente di dilatazione molto più alto che raggiungere il valore 18×10^{-6} a 20°. Per queste loro proprietà le ghise austeniche sono raccomandabili per la fabbricazione delle camicie dei cilindri per motori Diesel, poichè il loro coefficiente di dilatazione è molto prossimo a quello delle leghe leggiere di alluminio usate per gli stantuffi.

È ben risaputo che a causa della differente dilatazione delle camicie in ghisa ordinaria dei cilindri, e degli stantuffi si deve avere a temperatura ordinaria un gioco importante per evitare la grippatura col riscaldamento.

Aaumentando ulteriormente il tenore di nickel fino a raggiungere 35 % si ottengono al contrario ghise con basso coefficiente di dilatazione e che per un certo riguardo si possono avvicinare ai ferro-nickel chiamati «invar».

Una ghisa della seguente composizione possiede nell'intervallo da 0 a 250° una dilatabilità compresa tra la metà ed il terzo di quella delle ghise comuni.

Cementite	Si	Ni	Cr	Mn
2,75	1,5-2	34.0	4.0	0.5

Il coefficiente di dilatazione aumenta oltre i 250° ma la dilatazione totale resta inferiore fino a 500° a quella della ghisa ordinaria.

FACILITAZIONI AI SOCI DELL'A. E. I.

Vedere Nota di Redazione a pagina 481 del 25 Luglio 1933-XI

LA NOSTRA INDUSTRIA

*In questa rubrica vengono pubblicate a titolo **assolutamente gratuito** ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.*

Dorsale sarda di trasporto di energia elettrica: sostituzione dei sostegni, con linea in esercizio

Generalità. — Nell'immediato dopo guerra la Sardegna si trovò in arretrato rispetto ad altre regioni d'Italia, come sviluppo di produzione e distribuzione di energia.

Alcune centrali termiche, di non grande potenza, distribuivano l'energia nei centri maggiori e nella zona delle miniere, mentre la maggioranza dei paesi dell'interno erano privi dei benefici che apporta l'elettricità.

La costruzione dei grandiosi bacini del Tirso e del Coghinas e annesse centrali elettriche, e della moderna centrale termica di Cagliari (Santa Gilla), hanno risolto in pieno il problema della produzione della energia, potendo soddisfare a qualsiasi richiesta.

La Società Elettrica Sarda, proprietaria delle centrali suddette, poste l'una al nord, una al centro e l'altra al sud dell'Isola, si

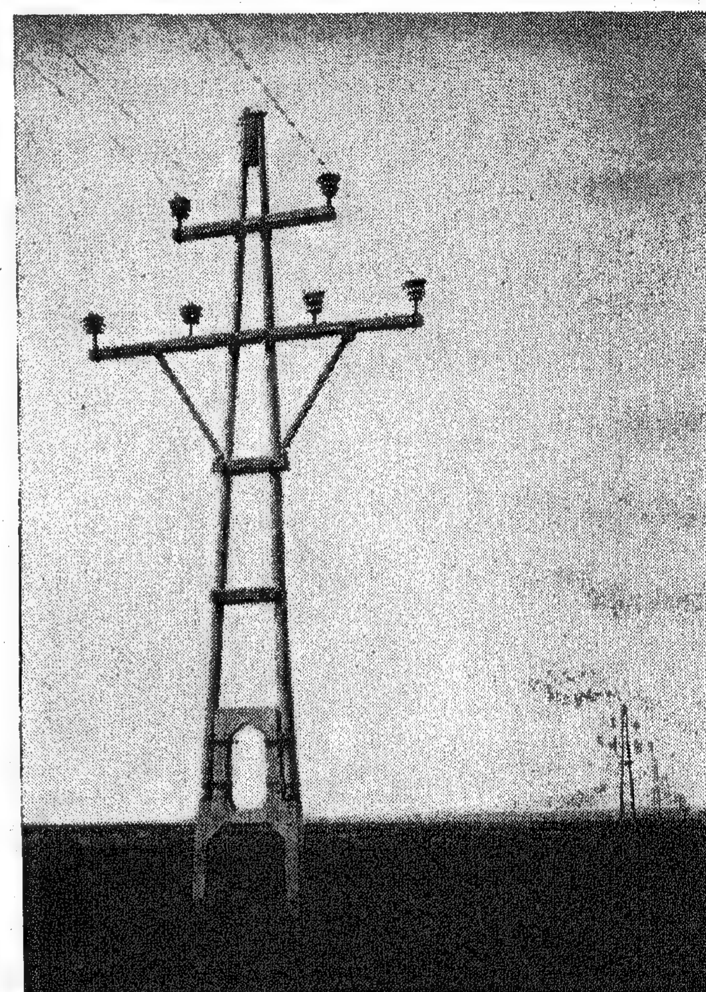


Fig. 1. — Le vecchie cavallette con struttura lignea.

preoccupò di collegarle tra di loro e coi maggiori centri, a mezzo di una rete ad alta tensione per le necessarie compensazioni giornaliere e stagionali, potendo esse marciare in parallelo.

Nel presente articolo, diamo appunto alcune brevi notizie sulla rete di collegamento e trasporto di energia (Dorsale Sarda).

Caratteristiche della rete e della palificazione. — La rete principale di trasporto collega tra di loro, come si è detto, le tre centrali del Tirso, Coghinas e Santa Gilla. Da essa si dipartono due derivazioni; una a Chilivani per Sassari, ed una a Guspini per Iglesias.

Lo sviluppo totale delle linee è di 300 km, tutte montate con due terne di condutori di rame della sezione di 50 mm² o di 75 mm² a seconda della potenza da trasportare.

Tutte le linee sono munite di filo di guardia in treccia di acciaio della sezione di 30 mm²; la tensione di esercizio delle linee è di 70 kV, corrente alternata 50 per/sec, e sono montate, in gran parte, con isolatori rigidi.

Per considerazioni economiche, e per la necessità di rapida esecuzione del lavoro, venne deciso dalla S. E. S. all'epoca dell'esecuzione del lavoro (1921-1922) di adottare un tipo di sostegno misto: legno e cemento armato.

Il basamento di detto sostegno è in calcestruzzo armato a forma di H dell'altezza totale di 4 m, di cui 2,50 fuori terra.

Su questo basamento è fissata, con staffe in ferro, una cavalletta formata da due pali in legno dell'altezza di circa 12 m e del diametro di 30 cm alla base, collegati con traverse di legno,

Le due mensole sono costituite da doppie traverse di legno; la superiore per due conduttori, l'inferiore per quattro.

Il sostegno, staticamente non ha dato cattiva prova ma, dopo circa dieci anni, i pali e specialmente le mensole andarono dete-

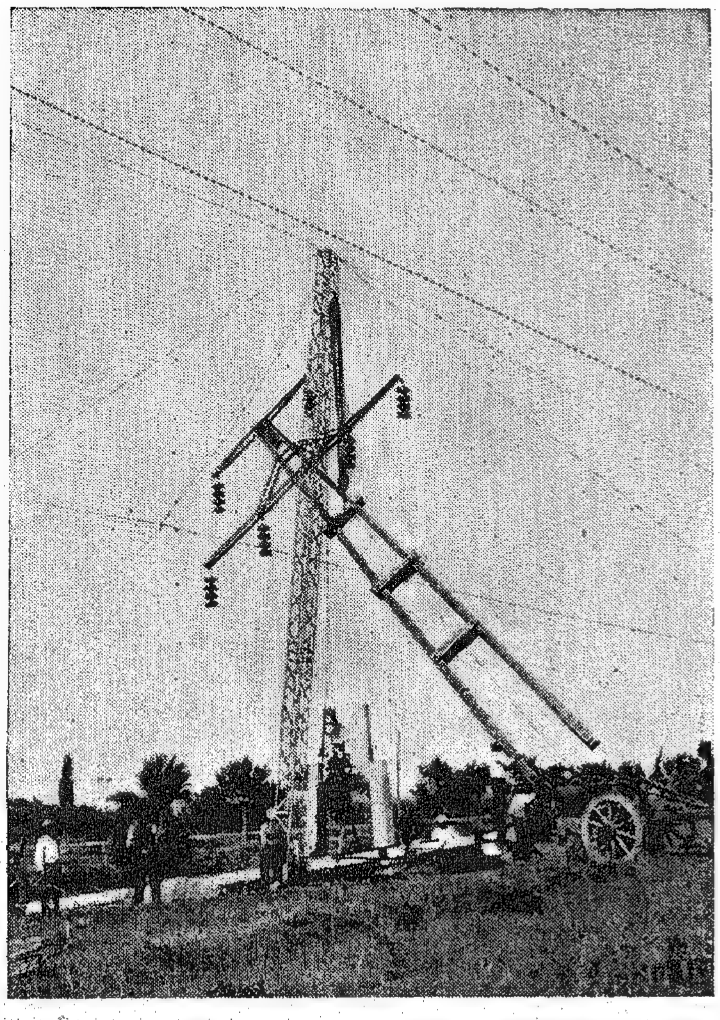


Fig. 2. — Smontaggio della struttura in legno, guasta...

riorandosi, rendendo necessario un assiduo lavoro di manutenzione della linea.

La S. E. S., preoccupandosi giustamente di avere la rete principale di trasporto di energia in condizioni sicure, decise di sostituire i pali in legno, man mano che deperivano, con sostegni più idonei.

Venne prospettata anzitutto la soluzione più radicale di sostituire la cavalletta con un sostegno unico, indipendente dal basamento esistente. Questa soluzione però venne scartata, perchè risultava più costosa di quella in seguito adottata, con la quale venne utilizzato il basamento in cemento armato.

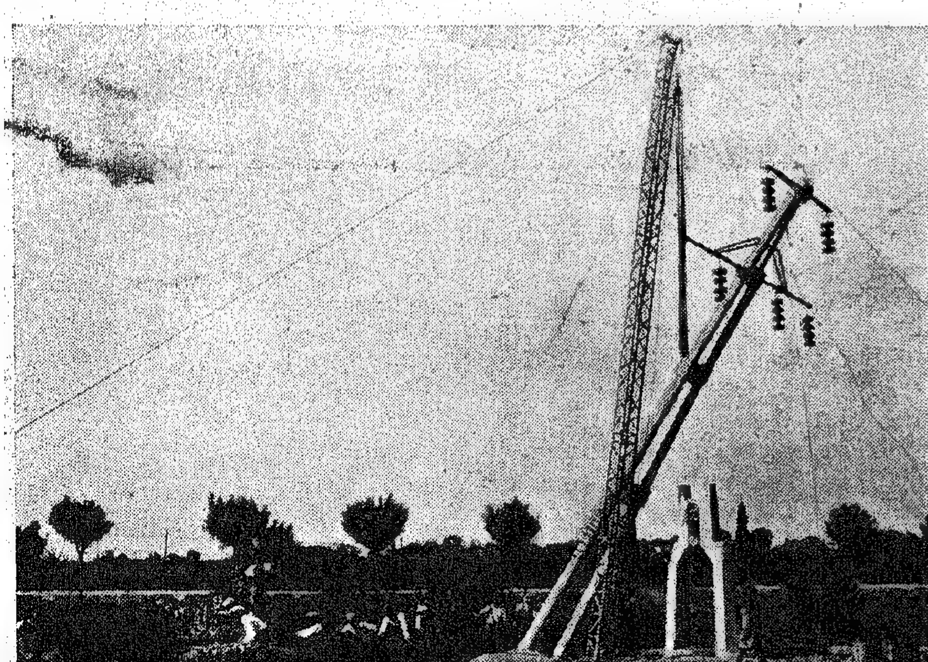


Fig. 3. — ....e sostituzione con cavalletta SCAC in cemento armato centrifugato.

Dopo un rigoroso confronto, e diverse prove sui vari tipi di pali, la scelta cadde sui pali in cemento armato centrifugato che offrivano un maggior vantaggio economico nel tempo, e maggiore sicurezza di esercizio.

Nello Stabilimento di Mori (Trentino) della S.C.A.C. si fecero esaurienti prove di resistenza, tanto nel senso longitudinale che trasversale della cavalletta, montata su di un basamento in cemento armato identico a quello della rete sarda, per adottare un tipo di palo corrispondente alla resistenza di detto basamento.

Venne così decisa l'adozione della cavalletta composta di due pali in cemento armato centrifugato del tipo 12/200/3/29-17, dove i numeri indicano la lunghezza del sostegno, lo sforzo in testa, il coefficiente di sicurezza e i diametri alla base e in cima.

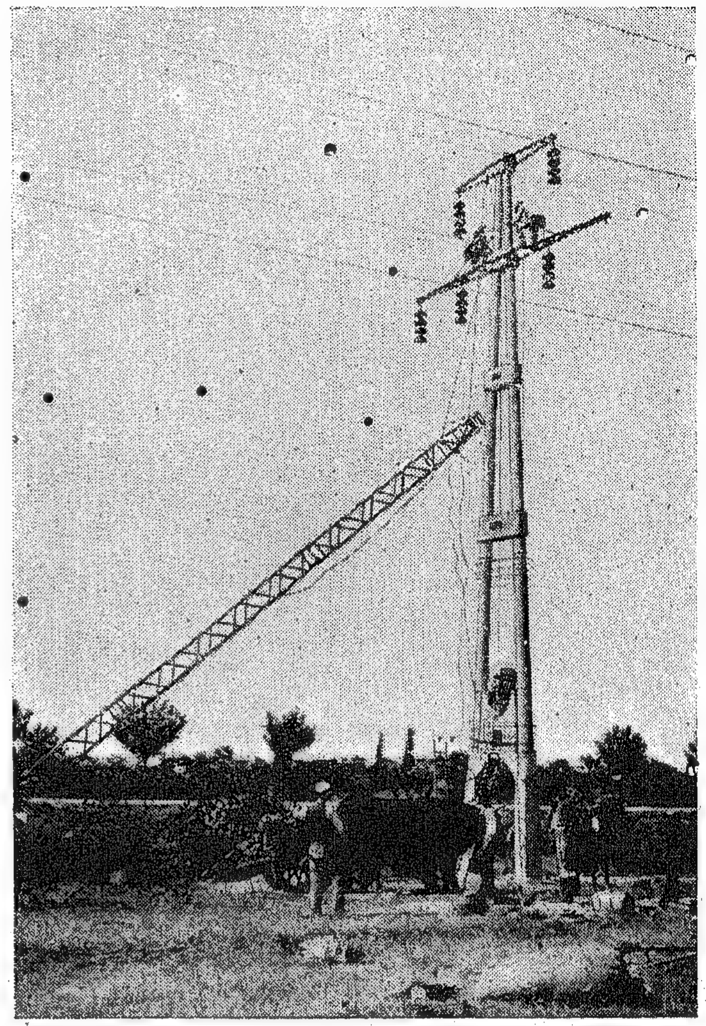


Fig. 4. — Opere di finitura (giunti, mensole, ecc.).

Esecuzione del lavoro. — La S. E. S. elaborò un programma minimo annuale di sostituzioni.

Nel 1934 vennero cambiate n. 161 cavallette, sostituendole con cavallette di cemento armato centrifugato.

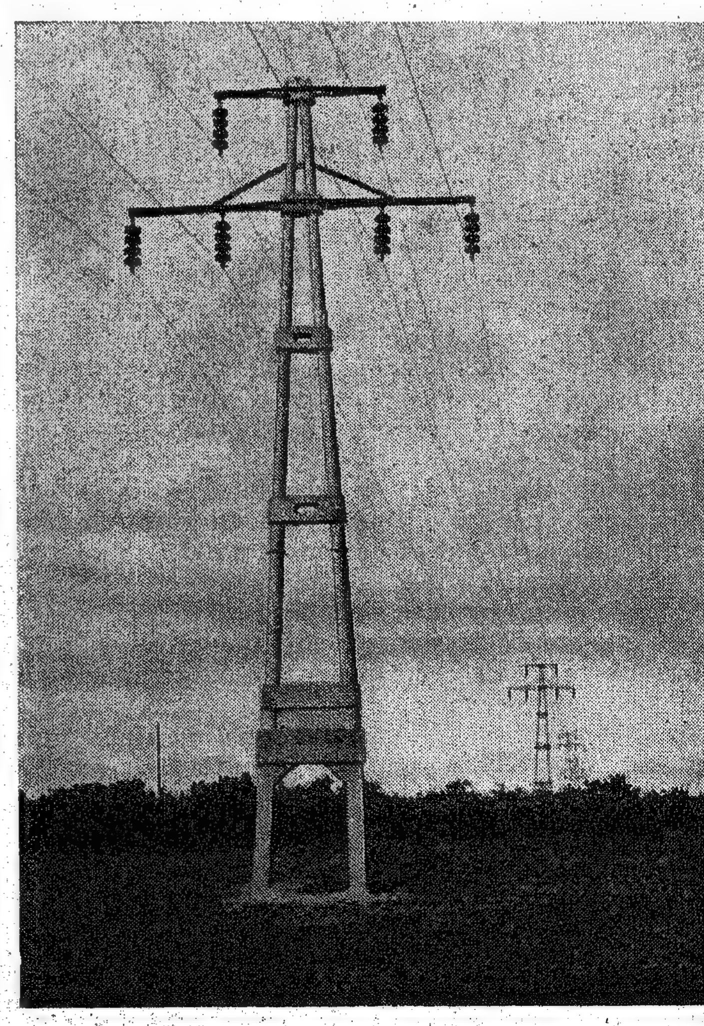


Fig. 5. — Le cavallette SCAC ad opera finita.

Siccome il lavoro doveva essere eseguito senza interrompere la continuità dell'esercizio, almeno su di una terna, venne adottato un sistema molto semplice, già da parecchio in uso presso la S.E.S., per lo spostamento provvisorio delle linee ad alta tensione, sistema

che fu facilitato dalla linea telefonica di servizio che corre sempre parallelamente alla linea ad alta tensione.

In corrispondenza del sostegno su cui si doveva eseguire il lavoro, spostato esternamente di una ventina di metri, si piantava un palo di legno, convenientemente controventato ed a questo si ormeggiava, con tre catene di ammarraggio, una delle due terne, preventivamente messa a terra.

I conduttori, così spostati, venivano ad essere sollecitati da una maggiore tensione meccanica ed a trovarsi, specialmente quello inferiore, ad un'altezza esigua dal suolo (circa m 3,50); data la provvisorietà dello spostamento e la presenza continua del personale, questo fatto — in pratica — non ha mai dato luogo al minimo inconveniente.

Si immetteva poi di nuovo corrente sulla terna così spostata e si poneva invece a terra l'altra terna.

Si rizzava allora il falcone di duralluminio (del peso complessivo di 250 kg) presso la cavalletta da cambiare, mentre la cavalletta in cemento era già pronta a terra montata con quattro giunti di collegamento in cemento armato e colle mensole in ferro.

Si smontava la cavalletta in legno e al suo posto veniva issata la cavalletta in cemento; per l'issamento di quest'ultima si usavano taglie quadruple con tiro animale.

La cavalletta in cemento veniva provvisoriamente fissata al basamento con quattro staffoni in ferro.

Si montavano le catene degli isolatori, composte di quattro elementi antisale, tipo speciale della F. I. L.

Si issava poi la terna libera e vi si immetteva corrente.

Rimessa a terra la terna spostata, veniva montata sulla cavalletta. Seguiva poi un'altra squadra che gettava i due giunti in cemento armato di collegamento tra palo e basamento, formando così un tutto unico tra basamento e sostegno.

È ovvio che, data la delicatezza delle manovre, e la necessità di garantire la sicurezza degli addetti al lavoro, questo non può svolgersi con grande rapidità.

L'accurata organizzazione eliminò in parte le difficoltà; e ad onta che le cavallette da cambiare fossero saltuarie, si sostituirono in media due cavallette al giorno.

In tutto il lavoro non si ebbe a lamentare il benchè minimo incidente.

Ing. Bruno de Bertoldi.

NOTE LEGALI

Giurisprudenza sul tema di energia elettrica.

Contratto di somministrazione.

« La distruzione per incendio dello stabilimento industriale azionato da energia elettrica risolve di diritto il relativo contratto di fornitura anche quando in esso siasi l'industriale impegnato a garantire un minimo di consumo per tutta la durata del contratto ».

(C. Appello di Milano 25-5-1932. - La Giurisprudenza 1933 c. 57).

« È valida la clausola inserita in un contratto di fornitura di energia elettrica, in forza della quale l'utente si obbliga a corrispondere al fornitore un canone fisso minimo anche in caso di mancato consumo della energia stessa ». (Vedi promemoria in fine alle Note Legali).

(C. Appello di Milano 13-2-1924. - Foro della Lombardia 1934, P. II, p. 27, n. 77).

Promemoria alla sentenza della C. Appello di Milano 13-2-1934:

Con contratto 10 febbraio 1932, era stato convenuto che la Società di Elettricità E. avrebbe fornito dell'energia elettrica per forza motrice alla S. A. Officine P. a tariffa scalare con quota fissa e per illuminazione con tariffa a misuratore per la durata di anni 3 a partire dal 1 febbraio 1932 fino al 31 gennaio 1935. Nel contratto venne stabilito l'obbligo dell'utente di corrispondere alla Società un compenso fisso per il minimo di potenza impegnata espressamente riferito a tutta la durata del contratto e pagabile a rate mensili; per patto espresso in caso di sospensione o di interruzione del contratto, il residuo importo di tale compenso fisso doveva essere immediatamente corrisposto alla Società di Elettricità E. In data 12-10-1932 la S. A. Officine P. comunicava alla Società di Elettricità E. che essa intendeva cessare ogni uso dell'energia avendo deciso di trasferire il proprio reparto ad altro stabilimento. Invitata la Società utente ad adempiere alle sue obbligazioni, essa si rifiutava, allegando che l'interruzione del rapporto era dovuta a forza maggiore per avere cessato il suo contratto locatizio.

Tassa sugli scambi.

« L'utente di energia elettrica che usi lampade di maggiore potenza di quella consentita dal contratto a forfait e in numero maggiore aggiungendo all'impianto un'altra presa di corrente, incorre nella contravvenzione alla legge sulla tassa scambi e non già in quella alla legge sulla imposta di consumo ».

(Cassazione Civile 28-3-1933. - Rep. Foro Ital. 1933 c. 1509)- E).

« Anche gli enti pubblici possono fare atti di commercio, pur non derivando, da ciò, la loro qualifica di commercianti.

« Anche gli enti pubblici, quando fanno atti di commercio, come, nella fattispecie, produzione di energia elettrica, sono tenuti alle normali tasse di scambio ».

(Cassazione Civile 21-3-1933. - Rivista di Legislazione Fiscale 1933, p. 358).

Fallimento.

« È valida la cessione di azioni revocatorie al garante di concordato intervenuto nel corso del fallimento.

In caso di risoluzione di un contratto di fornitura di energia elettrica per effetto del fallimento, la massa non è tenuta a corrispondere le rate di cosidetta quota fissa sul prezzo, relative al tempo posteriore alla dichiarazione del fallimento fino alla scadenza del contratto, pattuite a titolo di energia impegnata, spese di impianti e simili ».

(C. Appello di Milano 25-4-1933. - La Temi Lombarda 1933 c. 590).

Furto.

« Costituisce furto e non truffa la sottrazione di energia elettrica attuata dall'utente con contratto a forfait mediante l'uso di lampadine di portata maggiore di quella pattuita (art. 624 c. p.) ».

(Cassazione Penale 12-2-1934. - Mon. Trib. 1934, p. 919, n. 27).

F. L.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

Scritti e Discorsi di Giuseppe Colombo. — (Milano, U. Hoepli, 1934. Quattro volumi di cm. 16 × 23 con molte figure. — Senza indicazione di prezzo).

La Fondazione Politecnica Italiana ha ben meritato dai tecnici italiani nel curare la pubblicazione di questi volumi nei quali è raccolta la produzione scientifica di Giuseppe Colombo. La figura veramente eccezionale e l'attività multiforme e mirabile del grande Pioniere della tecnica italiana risultano pienamente lumeggiate attraverso la mole ingente ed il valore intrinseco di questi scritti che documentano nel modo più persuasivo le meravigliose doti dell'Uomo la cui memoria è in venerazione presso quanti ebbero ventura di conoscerlo.

Non è naturalmente possibile, nei brevi limiti che ci sono concessi, dare notizia adeguata della materia contenuta nei quattro poderosi volumi che costituiscono la raccolta; dobbiamo limitarci a rilevare come attraverso quelle pagine si segua, si può dire passo, passo, la evoluzione e la formazione della tecnica moderna nella sua fase più interessante e si tocchino quasi tutte le questioni che agitavano il campo scientifico sullo scorcio del secolo scorso e sull'inizio del nuovo.

I primi due volumi raccolgono in 1185 pagine gli scritti e discorsi scientifici, ordinati a cura del Prof. F. Giordano, mentre gli ultimi due (complessive pagine 1223) comprendono gli scritti e i discorsi politici, ordinati e annotati a cura del Prof. G. Gallavresi.

La veste tipografica è accuratissima e degna sotto ogni aspetto della nobiltà del fine che si propone la pubblicazione la quale vuole essere il migliore omaggio alla Memoria del compianto Maestro.

*

E. Fermi. — *Molecole e cristalli.* — (Bologna, N. Zanichelli, 1934. — Un volume di cm 15×23, di 303 pagine con molte figure. — Prezzo, rilegato, L. 50).

Con questo volume si apre la pubblicazione del Trattato Generale di Fisica destinato, su iniziativa del Consiglio Nazionale delle Ricerche, a dotare l'Italia di un trattato moderno e completo analogamente ad altre note pubblicazioni estere e che valga anche a mettere obbiettivamente in luce il contributo portato al progresso scientifico dagli studiosi italiani.

Il volume, primo dei quindici previsti, è dovuto all'accademico Fermi ed è diviso in tre parti.

La prima si occupa delle molecole, e studia prima il legame chimico fra gli atomi per passare agli spettri delle molecole biatomiche, alle proprietà termiche delle stesse e infine alle molecole poliatomiche. Questo capitolo interessantissimo della fisica moderna occupa circa 130 pagine.

La seconda parte è dedicata ai cristalli considerati sotto l'aspetto molecolare ed atomico, illustrando l'interpretazione delle loro proprietà fisiche in base alla struttura del reticolo cristallino.

Nelle ultime 100 pagine del testo, che comprendono la parte terza è esposta la statistica della teoria dei quanti considerando prima l'equilibrio statico tra gli stati quantici e successivamente le quantizzazioni dei gas.

Una sobria ma scelta bibliografia correda il volume.

La forma del testo è sempre lucida e chiara, con impostazione prevalentemente descrittiva riservando l'uso dello strumento matematico a quanto è necessario per l'esposizione corretta delle teorie enunciate. L'alta competenza dell'A. e l'attualità e l'importanza delle questioni trattate rendono il libro del più alto interesse. La veste tipografica è impeccabile.

O. Chisini. — *Lezioni di Geometria Analitica e Proiettiva.* — (Bologna, N. Zanichelli, 1931. — Un volume di cm 15×23 di 489 pagine con 298 figure. — Prezzo, rilegato, L. 100).

Il volume racoglie le lezioni professate sull'argomento alla Regia Scuola di Ingegneria di Milano e conseva quindi il carattere didattico volutamente impressogli. Il libro costituisce così una guida graduale e pratica per chi voglia iniziarsi in questo campo degli studi matematici. La forma piana e precisa, l'abbondanza delle illustrazioni, facilitano il lavoro dello studioso.

L'opera è divisa in quattro parti. La prima comprende un capitolo sulla misura dei segmenti e coordinate dei punti della retta, e uno sulla proiettività tra forme di prima specie.

Nelle due parti seguenti, dedicate più propriamente alla geometria analitica vengono studiati gli elementi della geometria analitica del piano e dello spazio e la teoria proiettiva ed analitica delle coniche. La quarta parte contiene gli elementi della teoria delle quadriche e generalità sulle superficie e le linee dello spazio.

La veste tipografica è ottima.

⁂

Haeder - Stein - Thoelz. — *Die Dampfkessel.* — (Berlino, 1934, R. C. Schmidt e C. — Un volume di cm 12×19 di pag. 610 con 1150 figure. Senza indicazione di prezzo).

Questo libro, che arriva colla presente alla sua ottava edizione, è un manuale completo e utilissimo della tecnica costruttiva delle caldaie a vapore. Pochi libri raccolgono come questo in una mole [illegible]ivamente ristretta una così grande quantità di dati e di no[illegible]. La ricchezza delle illustrazioni, quasi sempre nitidissime e [illegible]tate con la massima cura, è uno dei pregi maggiori dell'opera e permette di utilizzare il contenuto nel modo più rapido ed efficace. Il testo è compilato con grande carattere di sobrietà, veramente esemplare, in quanto si rivela la massima cura nell'esporre le notizie nel modo più completo ma anche più succinto possibile; la forma riesce qualche volta perfino schematica ma la chiarezza è sempre grande anche in virtù delle figure a cui è fatto continuo riferimento.

Il libro si apre con una parte introduttiva sul vapor d'acqua e sui combustibili. Segue poi la descrizione dei principali tipi di focolari. Due importanti capitoli sono dedicati al calcolo dei focolari e al calcolo del corpo delle caldaie. Segue ancora la descrizione di [illegible] più importanti di caldaie attualmente in uso, con un [illegible] anche alle caldaie elettriche o per impianti di ricupero. Successivi capitoli si occupano della circolazione dell'acqua nelle [illegible], dei surriscaldatori, della scelta del tipo di caldaie, delle apparecchiature e delle murature. Un'ampia trattazione è dedicata al problema dell'acqua di alimentazione e agli economizzatori. Il libro si chiude con un capitolo sulla sorveglianza e la regolazione degli impianti di caldaie.

Oltre 120 tabelle e 4 tavole corredano il testo.

Nel complesso si tratta di un vero manuale altamente raccomandabile a tutti i tecnici del ramo.

⁂

R. Langlois-Berthelot. — *Les machines asynchrones à champs tournants, à bagues et à collecteur.* (Parigi, 1934 - Ed. Dunod).

A complemento della recensione pubblicata a pag. 146 del giornale del 25 febbraio 1931, precisiamo che il prezzo del volume è di franchi 53,50.

SUNTI E SOMMARI (*)

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

W. Marolf — **Regolatori automatici ad azione rapida per gli impianti telefonici.** (Revue B. B., N. 7, luglio 1934, pag. 132). **3 c**

Nelle centrali telefoniche importanti, i regolatori di tensione ad azione rapida trovano in primo luogo applicazione al controllo automatico della tensione delle dinamo azionate da motori Diesel di riserva. Essi permettono il mantenimento della tensione ad un determinato valore costante, indipendentemente dalle variazioni del carico. Un altro campo di applicazione è la regolazione delle dinamo che forniscono la corrente a 24 od a 48 V per l'alimentazione dei circuiti microfonici. Esse funzionano di solito in parallelo con una batteria di accumulatori destinata ad assorbire le fluttuazioni della corrente continua ed a costituire una riserva momentanea. Munendo la dinamo di un regolatore automatico di tensione atto a compensare la caduta di tensione, si possono far sopportare le punte di carico alla dinamo e si evita che la batteria si carichi o si scarichi in servizio normale. Trattandosi di modeste potenze in gioco, non si ha generalmente nessun interesse a far funzionare la batteria in tampone. Anche nelle stazioni radiotrasmittenti, il regolatore rapido trova applicazioni perchè serve a mantenere costante la tensione di accensione dei filamenti e, per piccole potenze, perchè può essere utilmente impiegato come semplice resistenza addizionale. Naturalmente, si tratta di servizi di carattere delicato, cui soltanto un apparecchio di assoluta sicurezza di funzionamento, di alta precisione e con grande rapidità di funzionamento, può soddisfare. L'A. cita diversi esempi di applicazioni ed accenna all'impiego di tali regolatori in Italia, nelle stazioni amplificatrici dei cavi interurbani.

V. D. Ma.

G. Naderer — **L'installazione dei recenti tipi di interruttori nei nuovi e nei vecchi impianti.** (El. Bahnen, N. 7, luglio 1934, pag. 145-149, con 12 fig.). **3 b**

L'introduzione dei moderni interruttori senz'olio o con piccola quantità di olio ha permesso di rendere praticamente nulli i pericoli di scoppio e incendio. Tali interruttori — siano essi ad espansione, ad aria compressa, a convezione — rappresentano un indiscutibile, notevole progresso tecnico. Le dimensioni di ingombro sono generalmente minori; l'applicazione e la posa in opera più semplici. Il peso di un interruttore in olio è, a parità di potenza di rottura e di tensione di esercizio, di gran lunga maggiore di quello di un interruttore ad aria compressa ed, a maggior ragione, di un interruttore ad espansione. Quindi si possono usare fabbricati più piccoli con pareti più sottili, evitare eventualmente le celle chiuse od aperte, i canali di scarico per l'olio, ecc. L'immediata applicazione di sezionatori agli interruttori a convezione e ad espansione rappresenta un elemento di sicurezza veramente utile e tale da semplificare spesso lo schema dell'impianto. La necessità di una distribuzione di aria compressa, negli impianti equipaggiati con interruttori ad aria, non rappresenta una difficoltà sostanziale. I vantaggi offerti dai nuovi tipi sono particolarmente sentiti per gli impianti interni: alcuni, come la mancanza di dispositivi di scarico dell'olio e di fondazioni, la semplicità di trasporto e di posa in opera ecc., entrano in considerazione anche per impianti all'aperto. Fra le applicazioni più interessanti sono notevoli l'adozione di interruttori ad aria compressa e ad espansione per i locomotori a corrente alternata e la sostituzione degli interruttori in olio con interruttori a convezione nelle sottostazioni mobili di trasformazione. Il minimo ingombro ed il minor peso di questi interruttori permette di realizzare stazioni mobili di grande potenza, con numero di assi relativamente limitato e compatibili con la sagoma limite della ferrovia su cui le sottostazioni devono circolare.

V. D. Ma.

R. Edler — **Bobine di elettromagneti.** (El. Bahnen, N. 7, luglio 1934, pagine 159-162, con 1 fig. e 2 tab.). **3 b**

L'A. espone un metodo di calcolo delle bobine per elettromagneti, limitando la sua indagine alle bobine eccitate a corrente continua, sottoposte ad un carico continuativo ed aventi forma cilindrica. Dalle formule dedotte, risultano ovvi la determinazione delle dimensioni principali della bobina in funzione delle amperspire e viceversa ed il calcolo della massima corrente di corto circuito ammessa. Se la corrente effettiva di corto circuito supera questo valore, il calcolo dev'essere riveduto in base ad altre espressioni riportate. Il metodo di calcolo, applicato ad alcuni esempi numerici, è suscettibile di generalizzazione: in particolare, non offre difficoltà il calcolo nel caso di regolare servizio intermittente.

V. D. Ma.

R. Edler — **Interruttore per corrente continua per elevata capacità di rottura.** (E. T. Z., N. 13, del 29 marzo 1934, pag. 316-317, con 5 fig.). **3 b**

L'A. descrive dei tipi di interruttori in aria per corrente continua per 3000 e 8000 A, 500 V che presentano particolare interesse per il modo come è realizzato il movimento dei contatti mobili, poichè gli apparecchi hanno la caratteristica di possedere una assai elevata velocità di rottura. Una bobina serva al soffiamento dell'arco. Interruttori di questo tipo sono da tempo in servizio con ottimo risultato.

Tt.

G. C. Kretschmar — **Un tyratron regola la tensione di un alternatore da 90 kVA.** (Power, luglio 1934, pag. 386, con 1 fig.). **3 c**

Il dispositivo descritto utilizza un tubo a catodo caldo con griglia di comando, del tipo tyratron, per regolare la tensione di un alternatore trifase da 90 kVA a 240 V, agendo sul campo della eccitatrice. Viene regolata una sola fase del circuito trifase, ma essendo il carico pressochè equilibrato, ciò basta per dare una buona regolazione a tutto il sistema. L'elemento sensibile alla tensione è costituito da 2 lampadine a carbone da 50 W, 16 candele e da 2 lampade Mazda da 40 W, collocate nei bracci opposti di un ponte di Wheatstone. Due vertici del ponte sono connessi alla linea a 240 V in serie con un reostato regolabile da 140 ohm. Gli altri 2 vertici del ponte sono connessi attraverso il primario di un trasformatore, il secondario del quale è applicato al circuito griglia-filamento del tyratron. La tensione raddrizzata del tyratron viene applicata agli estremi del reostato di campo dell'eccitatrice; una parte della corrente percorre il reostato, mentre una parte serve ad elevare il campo della eccitatrice, producendo così il ripristino della tensione di linea. Ap-

(*) Per i titoli delle Riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

pena tale tensione è ripristinata, il ponte si equilibra e il tyratron diventa inattivo. Questa azione si ripete in modo rapidissimo, mantenendo così praticamente la costanza della tensione. Non si sono verificati mai casi di instabilità della regolazione o variazioni ampie e periodiche della tensione. *Ri.*

H. Gruenenvald e W. Schröder — **Commutatore per molteplici applicazioni.** (E. T. Z., N. 13, del 29 marzo 1934, pag. 315-316, con 3 fig.). **3 b**

Gli AA. danno i dettagli costruttivi di un commutatore da essi studiato azionato da un motorino che muove un alberello sul quale sono montati dischi con camme, la cui posizione può essere regolata a piacimento. Per mezzo di queste camme si possono poi comandare altrettanti interruttori. Questo commutatore può essere impiegato nella presa di oscillogrammi per realizzare brevissimi periodi di chiusura di un circuito (fino a 1/100 di sec) regolati con grande precisione. *Tt.*

A. C. Kloninger — **Lo sviluppo della potenza specifica di rottura degli interruttori in olio.** (E. u. M., N. 25-26, 24 giugno-1 luglio 1934, pagine 286-291 e 300-303, con 11 fig.). **3 b**

L'andamento delle curve rappresentanti la potenza specifica di rottura degli interruttori in kVA/kg, a partire dal 1907 al 1933, presenta come caratteristiche singolari un aumento rapido della potenza specifica dal 1910 al 1911, dal 1917 al 1923 e dal 1928 al 1933 ed una diminuzione sentita dal 1924 al 1928. L'apparente regresso nella costruzione degli interruttori in quest'ultimo periodo di tempo è dovuto al fatto che i costruttori, sulla base dei risultati di prove eseguite in officina mediante appositi generatori di corto-circuito, ebbero modo di constatare che le garanzie di potenza di rottura, date sulla scorta delle prove fatte sulle reti, erano troppo ottimiste. È noto, infatti, che la capacità di un interruttore ad interrompere una data corrente di corto-circuito è influenzata da alcune caratteristiche del circuito da interrompere: la frequenza propria, il carico, l'asimmetria della corrente di corto-circuito, il fattore di potenza. La frequenza propria del circuito, con la quale pulsa la tensione di ritorno ai poli dell'interruttore, raggiunge, nei normali impianti di corto-circuito, valori dell'ordine di $20.000 \div 30.000$ Hz, laddove nelle reti, a motivo dell'elevata induttanza e capacità, essa è limitata a qualche centinaio di Hz. È ovvio quindi che il riadescamento dell'arco nel secondo caso è reso alquanto più difficile, a motivo della rapida cicatrizzazione del dielettrico. Anche il carico nella rete facilita lo spegnimento dell'arco ai poli dell'interruttore perchè esso smorza le oscilazioni della tensione di ritorno limitandone l'ampiezza. Eguale facilitazione si manifesta quando la corrente di corto-circuito è asimmetrica, perchè il passaggio della corrente per lo zero avviene quando la tensione di ritorno è ancora piccola e l'energia messa in gioco nell'arco non è sufficiente a mantenere una energica ionizzazione del dielettrico. Tranne il caso particolare della interruzione di una linea allacciata sola ad un sistema di sbarre, come linea estrema di una rete, l'interruzione di una corrente sfasata rispetto alla tensione della linea è tanto più difficile quanto più lo sfasamento è grande, giacchè il passaggio della corrente per lo zero avviene quando la tensione è massima.

Il rapidissimo incremento della potenza specifica di rottura, verificatosi in questi ultimi anni, è dovuto, come nota l'A., alle indagini approfondite rese possibili dai recenti impianti per prove di corto-circuito. Due tipi singolari di interruttori — ad aria compressa ed a convezione — creati di recente dalla tecnica, sono descritti. *V. D. Ma.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

Forni elettrici ad alta frequenza per la ghisa acciaiosa. (Engin., 20 aprile 1934, pag. 455-457, con 7 fig.). **5 b**

Le « United Steel Company » di Sheffield, hanno recentemente messo in servizio due nuovi forni, l'uno da 2 e l'altro da 5 tonn, montati a mezzo di perni su verricelli idraulici i quali permettono loro di effettuare una rotazione di 105° in un senso, per la colata della carica, e di 45° nell'altro, per l'evacuazione delle scorie. Questi forni sono alimentati da un alternatore a due statori da 625 kW con un unico rotore. Il funzionamento del complesso è completamente automatico. Il fattore di potenza è mantenuto costantemente prossimo all'unità mediante una batteria di 52 condensatori da 8,5 microfarad. *E. R.*

F. Mörtzsch — **Preparazione di acqua bollente per via elettrica in cucina.** (E. T. Z., N. 10, dell'8 marzo 1934, pag. 251-252, con 6 fig.). **5 d**

L'A. ha fatto delle esperienze per stabilire il mezzo più economico per produrre elettricamente acqua bollente. Tanto se si parte da acqua fredda a 15° quanto se si utilizza acqua calda a 85°, ottenuta con uno scaldaacqua elettrico, il mezzo più rapido e conveniente per ottenere acqua bollente è quello di ricorrere a una resistenza ad immersione. Il sistema di ricorrere o a un bollitore elettrico o a una pentola da porre su un fornello elettrico è meno indicato. L'articolo è corredato da dati raccolti dall'A. nelle sue esperienze. *Tt.*

APPLICAZIONI VARIE.

L. G. H. Sarsfield — **Misure di sicurezza nei lavori coi raggi X e nell'uso dei cavi flessibili ad alta tensione.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 453, settembre 1934, pag. 253-270 e discussione fino a pag. 277 con 12 figure). **6 b**

La tendenza attuale verso l'impiego di tensioni sempre più elevate per l'alimentazione dei tubi per raggi X rende indispensabile l'uso di dispositivi di segnalazione visivi od acustici per la sicurezza delle persone. Tutte le parti che possono venire toccate dalle mani devono essere collegate accuratamente a terra. I raddrizzatori meccanici creano di solito delle onde ad alta frequenza in proporzione maggiore dei raddrizzatori a valvola; queste onde sono causa di sovratensioni nel circuito dei trasformatori e devono essere eliminate mediante condensatori in derivazione con la terra della capacità di 0,01 μF. L'indicazione del pericolo con lampadina rossa garantisce solo che l'impianto è sotto tensione, occorre anche una lampada verde per segnalare che l'impianto non è in funzione; se le due lampadine sono spente allora vuol dire che l'impianto di segnalazione è guasto.

La tensione degli apparecchi per raggi X usati in medicina varia da 60 a 200 kV, i valori più bassi servono per le radiografie e quelli più alti per le applicazioni terapeutiche più profonde; in qualche impianto speciale si usano anche tensioni più elevate (fino a 900 kV in America). Per le analisi metallurgiche si usano tubi che vanno da 200 a 2000 kV. Nei locali destinati a contenere gli apparecchi per le radiografie è necessario assicurare una circolazione d'aria corrispondente ad almeno 10 volte il volume dei locale all'ora. I tubi per raggi X di costruzione moderna sono indi schermati eccetto nella zona dalla quale i raggi devono essere utilizzati; la schermatura rende anche possibile il raffreddamento ad acqua del tubo. In qualche caso si ricorre anche all'artificio di riempire lo schermo metallico con olio isolante in modo da migliorare l'isolamento ed il raffreddamento del tubo. I conduttori di alimentazione dei tubi per raggi X sono di solito isolati in gomma con un rivestimento esterno metallico di protezione; se si tiene conto che il filo centrale rimane sotto tensione per un tempo breve (talvolta anche solo 0,1 secondi) si comprende come si possa assicurare un isolamento per 100 kV con un diametro esterno complessivo di appena 25 mm. Non esistono tuttavia delle norme per stabilire lo spessore isolante in funzione della tensione applicata. Le testate dei cavi è bene siano provviste di coni metallici di protezione per migliorare la distribuzione del potenziale ai terminali ed impedire la formazione delle scariche superficiali. Se il cavo ha una lunghezza di una decina di metri la sua armatura deve essere messa a terra in diversi punti per evitare la formazione di sovratensioni pericolose per effetto delle onde di sovratensione ad alta frequenza create dal raddrizzatore.

L'A. riporta delle norme regolamentari sulle installazioni di apparecchi per raggi X adottate in diversi paesi.

Discussione. — L'uso delle scarpe con le suole di gomma è raccomandabile per gli operatori ma non è sufficiente a garantire l'incolumità alle persone quando l'isolamento dell'impianto fosse riuscito difettoso. La protezione delle persone contro i raggi X viene ottenuta con schermi di piombo di spessore crescente con la tensione applicata al tubo; per 100 kV basta 1 mm mentre per 400 kV occorrono almeno 25 mm; non esistono però delle norme in merito.

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

C. R. Dunham — **Alcune considerazioni sul progetto dei circuiti per raddrizzatori a vapore di mercurio.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 453, settembre 1934, pag. 278-288, con 11 fig.). **10 c**

L'A. stabilisce un metodo di calcolo delle bobine d'impedenza da applicarsi ai raddrizzatori a vapore di mercurio quando la corrente prodotta varia da 0,1 a 1 ampere. Il valore della reattanza dovrebbe diminuire coll'aumentare del carico se si vuole che l'ampiezza delle pulsazioni in percentuale della corrente media sia costante; il problema può essere risolto con un'induttanza su nucleo di ferro avente un'intraferro di valore adatto. Nell'uso di queste impedenze livellatrici bisogna avere l'avvertenza di non creare un circuito di risonanza perchè altrimenti le pulsazioni della corrente raddrizzata risulterebbero aumentate anzichè ridotte; si usa infatti applicare anche un condensatore dopo la reattanza per attenuare le pulsazioni residue dell'onda di tensione. Il calcolo di una reattanza livellatrice richiede la conoscenza esatta della curva di magnetizzazione del materiale usato e delle condizioni del circuito esterno. *I. L.*

G. Reinhardt — **Indagini sul convertitore statico con circuito di accoppiamento a corrente continua.** (E. u. M., N. 23-24, 10-17 giugno 1934, pag. 261-266 e 277-282, con 17 fig.). **10 v**

Il convertitore statico di frequenza con circuito di accoppiamento a corrente continua realizza la doppia conversione della corrente alternata ad una data frequenza in continua e della corrente continua in corrente alternata ad un'altra frequenza. È particolarmente

notevole l'accoppiamento fra una rete trifase a frequenza industriale ed una rete monofase a frequenza ferroviaria. Tale convertitore, denominato convertitore universale, per distinguerlo dal convertitore statico diretto, è dotato di pregi notevoli perchè consente una estrema elasticità del collegamento fra le due reti, permette una facile regolazione della potenza scambiata ed è caratterizzata da un fattore di potenza elevato sul lato trifase. A questi pregi, fa riscontro l'inconveniente dell'elevato costo d'impianto, influenzato in primo luogo dalla macchina sincrona cui è affidato il compito di fornire l'energia reattiva alla rete monofase ed, eventualmente, di dettarne la frequenza. Per un fattore di potenza di 0,7, il costo della macchina sincrona richiesto dal convertitore rotante supera del 15 per cento il costo della macchina analoga del convertitore elastico con macchine rotanti. Una diminuzione delle spese di impianto del convertitore universale sarebbe realizzabile se fosse industrialmente possibile e conveniente la commutazione dell'invertitore dopo il passaggio per lo zero della tensione. Tale possibilità è intravista e pare realizzabile, per ora almeno in laboratorio, con procedimenti vari.

V. D. Ma.

A. Danz — **Considerazioni economiche sull'impiego dei raddrizzatori a vapore di mercurio nell'industria dell'azoto.** (Revue B. B., N. 4, aprile 1934, pag. 65-67, con 4 fig.). **10 c**

L'estrazione dell'azoto per la sintesi dell'ammoniaca comporta notoriamente l'operazione secondaria dell'estrazione dell'idrogeno per elettrolisi dell'acqua. Poichè questa seconda operazione comporta necessariamente l'impiego della corrente continua, il problema dell'economia nella conversione della corrente trifase ha richiamato l'attenzione dei tecnici sul convertitore a vapore di mercurio. Gli impianti di grande potenza eseguiti hanno confermato che l'impiego di questo convertitore statico è giustificato dalle esigenze tecniche del processo di fabbricazione, dal prezzo della trasformazione dell'energia e dal rendimento della trasformazione. La grande elasticità richiesta al convertitore è ottenuta impiegando la regolazione con griglie polarizzate: lo stesso controllo di griglia, consentendo l'estinzione extrarapida dei corti circuiti interni, conferisce ai gruppi raddrizzatori una sicurezza di esercizio pressochè assoluta e certamente non minore di quella dei convertitori rotanti. Quantunque il prezzo d'acquisto di un gruppo raddrizzatore sia leggermente più elevato di quello di un gruppo convertitore o di una commutatrice, il maggior prezzo trova largamente un compenso nell'economia di acquisto del terreno del fabbricato, nelle minori esigenze di quest'ultimo (mancanza di fondazioni per le macchine, ecc.), sulle spese di manutenzione e di esercizio. Alle tensioni più elevate di 800 ÷ 1000 V, ammissibili senz'altro oggidì, il rendimento di un gruppo raddrizzatore supera sensibilmente quello di un gruppo rotante: anche per tensioni più basse, l'andamento della curva di rendimento in funzione del carico è nettamente favorevole al gruppo statico.

V. D. Ma.

F. Grieb — **Il gruppo convertitore della centrale di Muehleberg.** (Revue B. B., N. 5-8, maggio-agosto 1934, pag. 83-89 e 145-151, con 15 fig.). **10 b**

Il gruppo collega elasticamente la rete trifase a 50 Hz delle Forze Motrici Bernesi con la rete monofase a 16 2/3 Hz delle Ferrovie Federali Svizzere: esso alimenta al tempo stesso una ferrovia secondaria (B L S). Il collegamento elastico delle due reti è assicurato dalle macchine seguenti: una macchina sincrona monofase principale da 8500 kVA, 15.500-17.000 V, 500 ± 6 % giri/min, 16 2/3 ± 6 % Hz; una macchina asincrona trifase, direttamente accoppiata da 6900 kW, 16.000-17.600 V, 50 ± 2 % Hz; una macchina trifase a collettore (macchina Scherbius); un convertitore di frequenza e due eccitatrici trifasi. Tutte le macchine principali sono di tipo chiuso ed aspirano e convogliano l'aria entro appositi canali di ventilazione. La macchina Scherbius è munita di un ventilatore per attivare la circolazione. Un interesse particolare presenta la macchina trifase asincrona, ritenuta come la prima macchina asincrona costruita per una tensione di esercizio di 17.600 V e munita di bobine isolate per 40 kV eff. durante 1'. Il gruppo e la relativa apparecchiatura soddisfano alle seguenti condizioni: 1°) Scambio nei due sensi di una potenza attiva costante, regolabile da zero alla potenza massima ammessa dalle condizioni di riscaldamento e di sincronismo, indipendentemente dalle variazioni di frequenza e dallo scorrimento fra le frequenze delle due reti accoppiate. 2°) Erogazione simultanea di una potenza costante, regolabile a volontà, nella rete monofase e di una potenza, variabile secondo la marcia dei treni, alla linea di contatto della ferrovia secondaria. La somma delle due potenze non deve tuttavia poter superare la potenza massima ammessa dalle macchine. 3°) Scambio di energia nei due sensi in funzione della frequenza di una delle reti ed indipendentemente dalle variazioni di frequenza dell'altra rete. I dispositivi che assicurano queste condizioni di servizio sono descritti dall'A.; una tabella riassume pure i 22 dispositivi di protezione dei quali è munito il gruppo.

V. D. Ma.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

L. W. Morton e J. W. Case — **Impiego dei raddrizzatori a vapore di mercurio nella produzione elettrolitica dell'idrogeno.** (Gen. Elec. Rev., agosto 1934, pag. 358-363). **13 b**

I convertitori statici a vapore di mercurio risultano vantaggiosi perchè, rispetto ai convertitori rotanti (specialmente se le batterie hanno più di 300 celle) il rendimento è più elevato ed il costo di impianto è minore, e perchè meglio si adattano ad un funzionamento automatico o semi-automatico. Nell'articolo l'A. descrive l'impianto di elettrolisi per la produzione dell'idrogeno, eseguito nel 1932 per la Consolidated Mining and Smelting Co. di Trail (Canadà). L'idrogeno è prodotto per elettrolisi dell'acqua in tre batterie di 30 celle ognuna, alimentate da due raddrizzatori in parallelo, capaci di fornire complessivamente 10.000 ampere a 650 volt. I due raddrizzatori sono allacciati ad un unico trasformatore da 7000 kVA, alimentato dalla rete trifase primaria a 60.000 volt, 60 per/sec. Poichè la quantità di idrogeno dissociato nelle celle è proporzionale agli amperora passanti, riesce possibile mantenere costante la corrente totale di 10.000 A dei due raddrizzatori, malgrado le inevitabili oscillazioni della tensione della rete primaria trifase. All'uopo il trasformatore principale, a monte dei raddrizzatori, è fornito di numerose prese per attacco a tensioni primarie fra 55.400 e 61.800 volt. Per la regolazione della tensione entro vasti limiti, è previsto un apposito trasformatore di regolazione a finissime graduazioni, interposto fra il trasformatore principale e la rete primaria.

C. G. E. (*)

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

M. S. Mead jr. e T. M. Berry — **Un analizzatore portatile dei rumori.** (Gen. Elec. Rev., agosto 1934, pag. 378-383). **14 d**

L'analizzatore consiste di quattro parti essenziali: un amplificatore, un oscillatore, un modulatore e un filtro. L'oscillatore a una valvola possiede un ambito di frequenza da 6015 a 11.015 per/sec; la manopola che comanda la capacità dell'oscillatore è graduata in modo uniforme in per/sec da 50 a 2000 e, agendo su un commutatore, da 2000 a 5000. Il filtro è costituito da quattro piccoli risuonatori meccanici vibranti torsionalmente e accoppiati in serie tra loro. Lo smorzamento è ottenuto elettromagneticamente. Il sistema risponde perfettamente a frequenze fra 6000 e 6030 per/sec. Le vibrazioni dell'ultima armatura generano nella bobina rivelatrice una forza elettromotrice che è proporzionale alla coppia motrice applicata al primo vibratore dal modulatore, avvenendo la vibrazione sostanzialmente a una sola frequenza. La curva di risonanza dell'apparechio può essere appiattita agendo sul filtro, quando si analizzino armoniche a frequenza instabile. L'analizzatore ha trovato applicazione in una grande varietà di casi. Il caso tipico in cui è richiesto un analizzatore di rumori è quello in cui si cerca di ridurre un rumore complesso composto essenzialmente di due o tre frequenze distinte. L'analizzatore, determinando esattamente le frequenze delle varie componenti e la loro intensità, consente di risolvere varie questioni. Così: quali parti della macchina sono responsabili delle più intense componenti del rumore, a quale livello approssimativamente deve essere ridotta ogni componente per ridurre il rumore complessivo al livello desiderato; oltre a ciò è possibile stabilire se le maggiori componenti sono dovute a risonanza fra la frequenza naturale di determinate parti della macchina e le forze presenti (dipendenti da movimenti rotatori, frequenze elettriche, ecc.) e di quanto infine ciascuna componente può essere ridotta mercè cambiamenti costruttivi o con dispositivi di smorzamento. I risultati della analisi si possono presentare dando l'ampiezza delle varie componenti o meglio considerando le varie ampiezze moltiplicate ciascuna per un fattore corrispondente alla sensibilità del nostro orecchio per le relative frequenze. Spesso ancora è sufficiente eseguire la misura e la determinazione della componente di maggiore ampiezza.

C. G. E.

K. Stöckl — **Pulsazioni nelle colonne di vapore delle locomotive.** (El. Bahnen, N. 7, luglio 1934, pag. 166-167). **14 b**

È stato osservato, nelle stazioni elettrificate con corrente alternata, un curioso fenomeno: la colonna di vapore emessa da una locomotiva a vapore sottostante ad un filo di contatto sotto tensione entra in vibrazione e pulsa in sincronismo con la frequenza della tensione alternata. L'esperienza ha dimostrato che le pulsazioni si manifestano pure nelle colonne di fumo quando quest'ultimo è frammisto a vapore e che esse scompaiono appena l'emissione di vapore viene meno. Il fenomeno è dovuto all'azione mutua esercitantesi fra le cariche elettriche del filo di contatto e le cariche elettriche positive che si manifestano nella colonna di vapore. Faraday dimostrò in modo indubbio la presenza di dette cariche in un getto di vapore umido ed affacciò l'ipotesi che esse di manifestassero in seguito al-

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

l'attrito tra il vapore umido ed il tubo di scarico di esso. Più precisamente, poichè l'eccitazione elettrica non si verificava per il vapore surriscaldato, era ovvio che essa dovesse essere attribuita ai prodotti di condensazione del vapore. L'ipotesi di Fraday è fondata e trova una spiegazione esauriente da parte della moderna fisica atomica. Il vapore emesso dalle locomotive contiene goccioline di acqua le quali, trovandosi dapprima sotto un'elevata pressione, si espandono poscia improvvisamente, raffreddandosi. La differenza di pressione cui viene sottoposta ciascuna gocciolina, passando dall'interno all'esterno della caldaia, provoca l'esplosione e la liberazione di cariche elettriche elementari prima racchiuse nell'interno degli atomi e delle molecole. Sopra queste cariche libere agisce il campo esterno a corrente alternata che circonda il filo di contatto. L'Autore prende lo spunto da questo fenomeno per dare una spiegazione elegante di altri fenomeni noti, nei quali entra in causa la liberazione di cariche elettriche elementari per compenetrazione di elementi compressi fra di loro (elettrificazione per attrito) e per suddivisione finissima di alcune sostanze (elettrizzazione per polverizzazione). La formazione di scariche elettriche durante i temporali e durante le eruzioni vulcaniche rientrano fra questi fenomeni. *V. D. Ma.*

R. Parodi — **Esperienze sulla captazione della elettricità atmosferica.** (L'Elettrot., 15 aprile 1934, pag. 244-245, con 1 fig.). **14 b**

Viene descritto un dispositivo costruito nell'Osservatorio metereologico di Imperia per la carica di una batteria di condensatori mediante l'energia atmosferica captata con una speciale antenna a punte. Sono riportati i risultati numerici ottenuti. *Ri.*

L. Inge e A. Walther — **La scarica attraverso isolatori solidi immersi in fluidi sotto pressione.** (E. u. M., N. 21, 27 maggio 1934, pag. 243-244, con 3 fig.). **14 b**

Come è noto, la scarica attraverso un isolatore piatto, immerso in un mezzo fluido tra due elettrodi piatti, avviene in corrispondenza di una tensione che può essere di gran lunga inferiore alla tensione di scarica dello stesso isolatore in un campo elettrico omogeneo. Questo fenomeno trova la sua spiegazione nella non omogeneità del campo elettrico in corrispondenza dei bordi degli elettrodi. Le esperienze degli AA. hanno peraltro dimostrato che non è senza altro possibile eliminare le scariche ai bordi portando il dielettrico fluido sotto pressione. Al contrario, quando si tratta di isolanti solidi ad alta rigidità dielettrica, come vetro e mica, l'effetto della pressione è minimo; può essere, per contro, notevole per isolanti solidi, come porcellana, aventi una rigidità dielettrica notevolmente inferiore. Questi risultati sono confermati da una serie di diagrammi i quali mettono in evidenza l'influenza della natura dell'isolante solido, del mezzo fluido, della pressione di contatto fra isolatore ed elettrodi e della natura della tensione applicata. *V. D. Ma.*

A. Lepape e M. Laporte — **Il meccanismo della scarica elettrica e della emissione della luce nel gas.** (Lux, marzo 1934, pag. 48-52, con 4 fig.). **14c**

Gli AA. illustrano il meccanismo della ionizzazione dei gas alla luce delle più moderne teorie sulla costituzione della materia per risalire alla spiegazione dei fenomeni fisici di cui sono sede i tubi luminosi a regime luminescente ed a regime d'arco. Considerando quindi la scarica elettrica nei gas ed il fenomeno luminoso che l'accompagna, gli AA. espongono la teoria relativa all'emissione di quei gas, i monoatomici, che, assieme ai vapori metallici, vengono ormai unicamente utilizzati per la produzione della luce. *G. Co.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

K. Pohlhausen e A. v. Timascheff — **Il segno della corrente e della potenza reattiva nei diagrammi vettoriali.** (E. T. Z., N. 12, del 22 marzo 1934, pag. 301-304, con 20 fig.). **15 a**

Mentre nella potenza attiva il segno nella rappresentazione vettoriale viene riferito alla direzione del flusso d'energia, nella potenza reattiva il segno deve essere sottoposto ad altre ipotesi, perchè, come è noto, il valore medio del flusso di potenza reattiva è nullo. Premesso per definizione che si abbia un sistema di coordinate, come in matematica, che si scelga il senso positivo di rotazione dei vettori in direzione opposta a quella delle lancette dell'orologio, che la sequenza delle componenti della potenza sia geometricamente simile a quella delle componenti della corrente e che la potenza attiva venga contata nel senso dell'asse reale positivo, ne viene di conseguenza che la potenza reattiva induttiva o in ritardo è da considerare negativa, mentre la potenza reattiva capacitiva o in anticipo è da considerare positiva. *Tt.*

W. Krebs, H. Jordan — **Procedimenti per il calcolo dell'effetto risultante degli armonici di campo nelle macchine elettriche.** (E. u. M., N. 30, 29 luglio 1934, pag. 345-351, con 6 fig.). **15 a**

Deformazioni del campo nelle macchine elettriche sono inevitabili, anche se le correnti sono rigorosamente sinusoidali e la saturazione è considerata come trascurabile, specialmente in causa della ripartizione delle bobine degli avvolgimenti e della variazione della riluttanza nel traferro. Si tiene conto, con approssimazione, di queste due cause calcolando soltanto le armoniche dovute alla prima di esse ed ammettendo che la curva rappresentante il campo sia costituita da gradinate coi lati alternativamente orizzontali e verticali. Di solito, si calcola l'azione del campo come la risultante delle azioni delle singole armoniche contenute nella curva deformata anzidetta. L'effetto risultante viene allora espresso da una serie la quale male si presta al calcolo numerico. L'A. dimostra tuttavia che è possibile, con mezzi elementari, trasformare le serie trigonometriche che entrano in considerazione in espressioni finite: la trasformazione è peraltro realizzabile soltanto per alcune classi di serie. Il procedimento di calcolo è applicato a due esempi. *V. D. Ma.*

E. Weber — **Il tracciamento dei campi.** (Elec. Eng., dicembre 1934, pagine 1563-1570, con 7 fig.). **15 b**

L'A. mette anzitutto in evidenza l'importanza di abituarsi ad adoperare il concetto di campo, di preferenza a quello di circuito ed illustra le relazioni matematiche fondamentali relative appunto ai metodi di studio dei campi in generale, siano essi elettrici o magnetici o termici o idraulici, ecc. Si occupa poi in particolare del concetto di potenziale in relazione ad un campo, osservando come la soluzione della equazione fondamentale di Laplace sia spesso praticamente assai difficile. Si sono perciò elaborati metodi pratici di trattazione dei problemi dei campi che l'A. raggruppa nelle seguenti categorie: riproduzione sperimentale, tracciamento grafico, o semigrafico, soluzione matematica diretta o approssimazione matematica diretta, metodo delle funzioni coniugate, rappresentazione conforme. Ciascuno di questi metodi viene rapidamente esaminato illustrandone le direttive fondamentali e le possibilità pratiche di applicazione ai problemi delle diverse branche della tecnica. Con qualche maggiore larghezza è esposto il metodo della rappresentazione conforme specialmente nei riguardi della rappresentazione di regioni poligonali che si presta a importantissime applicazioni nella elettrotecnica. L'articolo è accompagnato da una ricca bibliografia specializzata. *V. D. Ma.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

A. Hruschka — **Il nuovo gruppo rifasatore della centrale dello Spullersee (Austria).** (E. u. M., N. 29, 22 luglio 1934, pag. 336-340, con 4 fig.). **17 a**

Tale gruppo deve fornire l'energia reattiva richiesta dalla rete delle Ferrovie Austriache. Esso è comandato da una Pelton da 5900 ÷ 7000 kW a 500 giri/min, per salto di 718 ÷ 795 m e portata massima di 1005 ÷ 1060 l/sec. Il generatore a 4 poli è costruito per una potenza base continuativa di 6000 kVA, sovraccaricabile fino a 15.500 kVA per 6'. Queste potenze devono poter essere erogate con un fattore di potenza variabile da 0 al valore corrispondente ad un assorbimento di 5900 kW. La tensione monofase ai morsetti è 6300 ± 5 % V; la frequenza, 16 2/3 Hz. Il peso complessivo della macchina è di 176 t. Il trasformatore elevatore è a mantello, per una potenza continuativa di 6000 kVA, 6300/52.416 V. L'impianto di regolazione della tensione nella centrale è stato radicalmente modificato, allo scopo di assicurare una buona marcia in parallelo delle centrali che alimentano la rete delle Ferrovie Federali. L'eccitazione centrale dei generatori è stata sostituita dall'eccitazione individuale; la regolazione meccanica dei tre vecchi generatori è stata sostituita dalla regolazione elettrica. Alcune modifiche furono introdotte nello schema generale dell'impianto. *V. D. Ma.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

A. Aycoberry — **La tecnica del tubo luminoso.** (Lux, marzo 1934, pagine 40-44, con 6 fig.). **19 d**

I tubi al neon usati per la pubblicità luminosa, funzionando a regime luminescente, si caratterizzano per la piccola intensità di corrente assorbita, la grande lunghezza e l'elevata tensione di funzionamento. Altri tubi, che funzionano a regime d'arco, sono invece corti, richiedono un'intensità di corrente considerevolmente più grande e presentano una luminosità molto più intensa dei tubi al neon. Però, in questi tubi, facile è la disgregazione catodica la quale si evita ricorrendo sia ai catodi del tipo ad emissione termoionica sia a quelli del tipo a macchia catodica.

Le numerose ricerche effettuate negli ultimi anni hanno avuto principalmente lo scopo di stabilire le condizioni alle quali debbono soddisfare i tubi a regime d'arco per avere una lunga durata ed una grande efficienza. Dei perfezionamenti apportati, esposti nell'articolo, si sono giovati tanto gli antichi tubi a regime luminescente quanto i nuovi tubi a pareti interne rivestite di un sottile strato di materiale fosfo-fluorescente.

Recentemente, nuove vie sono state aperte alla tecnica dei tubi luminosi ricorrendo alle correnti ad alta frequenza e di valore istantaneo assai intenso per l'eccitazione degli spettri dei gas rari più pesanti. In tal modo gli elettrodi dei tubi si rendono inutili, bastando un semplice solenoide per creare un campo sufficientemente intenso per la ionizzazione del gas. Inoltre, contrariamente a quanto avviene utilizzando correnti a frequenza industriale, è con ciò possibile ottenere contemporaneamente gli spettri dei gas mescolati

in un tubo, anzi la luminosità di ogni spettro risulta proporzionale alla percentuale del rispettivo gas nel miscuglio. Sono quindi evidenti le possibilità che offrono queste nuove sorgenti di luce; in particolare, facile sembra, con esse, la soluzione del problema della produzione artificiale della luce bianca. *G. Co.*

A. Gamble — **Le lampade elettriche ad ampolla dispersiva molata per proiettori d'automobile.** (Lux, aprile 1934, pag. 58-64, con 6 fig.). **19 d**

In questo articolo l'A. cerca analiticamente l'equazione della curva di distribuzione delle intensità luminose che deve presentare un proiettore d'automobile affinchè di nottetempo la guida sia agevole e sicura. Secondo quanto premette l'A., ciò può realizzarsi quando i fari dell'automobile producono un'illuminazione costante sugli ostacoli che fiancheggiano la strada. La soluzione indicata nell'articolo implica la necessità dell'uso di speciali lampade ad ampolla dispersiva molata per le quali l'A. trova, pure per via analitica, l'equazione della curva delle striature. *G. Co.*

C. E. Ferree, G. Rand e E. F. Lewis — **L'effetto dell'aumento dell'intensità d'illuminazione sull'acuità visiva dei presbiti e dei soggetti normali.** (Tr. Ill. Eng. S., aprile 1934, pag. 296-313, con 3 fig. e 5 tab.). **19 a**

Si riferisce su una serie di prove sperimentali sull'acuità visiva n. ..merosi soggetti tanto presbiti che normali. Gli esperimenti ...ono effettuati con intensità d'illuminazione comprese fra 5 e 1000 ... circa; si ebbe cura di operare con luce simile a quella naturale ...rando attraverso un vetro speciale quella delle lampade ad in...ndescenza adoperate. Fra i risultati ottenuti, interessanti sono quelli riguardanti: l'effetto dell'aumento dell'intensità d'illuminazione sull'acuità visiva, come tale effetto varia con l'età degli individui, quali sono le illuminazioni equivalenti per garantire la stessa acuità visiva a soggetti giovani ed anziani, ecc. Questi risultati sono poi discussi, specie con riferimento ai benefici che si possono ottenere assicurando nei locali di lavoro le necessarie condizioni d'illuminazione. *G. Co.*

W. Pohle e H. Strachler — **La lampada a luminescenza come indicatore ottico.** (E. T. Z., N. 12, del 22 marzo 1934, pag. 295-297, con 5 fig.). **19 d**

L'A. ricorda i principî fondamentali sui quali è costruita la lampada a luminescenza. In seguito al fatto che il catodo si copre più o meno estesamente di luminescenza in dipendenza dell'intensità di corrente, si è visto che, costruendo il catodo in forma di asticina graduata, si può utilizzare la lampada a luminescenza per stabilire l'intensità di correnti deboli, poichè esiste una proporzionalità diretta fra la intensità di corrente e la lunghezza del catodo coperta di luce luminescente. L'A. indica diversi impieghi di tale lampada indicatrice specialmente come indicatore luminoso di sintonia in apparecchi radio. La stessa lampada può anche essere graduata in ohm e allora può servire come ohmetro. *Tt.*

... Westendorp — **Circuiti per lampade a vapore di sodio.** (Gen. Elec. Rev., agosto 1934, pag. 368-371). **19 b**

Le caratteristiche principali delle lampade a vapore di sodio, sono le seguenti: 1°) caratteristica volt-ampere del tipo delle lampade ad arco (si richiede quindi un dispositivo atto a limitare la corrente; 2°) il catodo richiede una corrente di riscaldamento e deve essere «preriscaldato» prima di far scoccare l'arco; 3°) la tensione di accensione della lampada deve essere maggiore della tensione di funzionamento. A seconda dei casi, le lampade al sodio vengono collocate in serie o in derivazione, preferendosi, in generale, il primo collegamento quando le lampade debbono funzionare a gruppo. I circuiti in serie si possono realizzare con le lampade a ...rente continua, servendosi di un piccolo raddrizzatore di cor...te con tubi tiratron. Si ottiene in tal modo un funzionamento con una variazione di corrente minore del dieci per cento nel passare dal corto circuito al pieno carico. Le lampade a corrente alternata in serie vengono alimentate dai soliti trasformatori a corrente costante, attraverso un trasformatore d'isolamento, oppure direttamente. I filamenti vengono alimentati da due autotrasformatori in serie, mentre un dispositivo a tempo stabilisce, all'accensione, il corto circuito necessario all'adescamento. Il collegamento in serie delle lampade al sodio permette inoltre di ottenere dei buoni fattori di potenza e dei buoni rendimenti, difficilmente ottenibili con la inserzione in derivazione. La inserzione delle lampade al sodio in circuiti in derivazione si fa generalmente mediante bobine di induttanza; in tal modo però si hanno dei fattori di potenza molto bassi. Si possono invece ottenere dei fattori di potenza molto migliori con l'uso di speciali trasformatori. *C. G. E.*

G. A. Eddy — **L'illuminazione della Balltown Road a Schenectady con lampade al sodio.** (Gen. Elec. Rev., agosto 1934, pag. 372-377). **19 b**

Sulla Balltown Road di Schenectady sono state eseguite esperienze successive con lampade al sodio di diversa potenza e con lampade ad incandescenza. Il primo esperimento è stato fatto con lampade al sodio da 4000 lumen, ad un'altezza da terra di 6,7 metri e con un intervallo di 75 metri, montate su mensole in modo da trovarsi a 75 cm dal bordo della strada. Il secondo esperimento è stato fatto montando lampade al sodio di 10.000 lumen e lampade ad incandescenza da 10.000 lumen nelle stesse mensole, in modo da poter eseguire istantaneamente il passaggio dall'illuminazione con lampade al sodio a quella con lampade ad incandescenza. L'altezza di sospensione era di metri 6,6 e la distanza delle lampade di 75 m. Le lampade erano alimentate in serie ed erano montate in un'armatura speciale per rendere possibile l'inserzione su circuiti normali di illuminazione in serie. Le esperienze hanno permesso di constatare i vantaggi dell'illuminazione per mezzo di lampade al sodio rispetto a quella ottenuta con lampade ad incandescenza. Infatti, il carico offerto da ogni lampada al sodio da 10.000 lumen risultò all'incirca di 250 watt, mentre le lampade ad incandescenza di pari rendimento luminoso diedero un carico di 540 watt, ossia più che doppio. *C. G. E.*

E. Klingelfuss — **Turbogruppo d'illuminazione a corrente continua Brown-Boveri per potenze da 0,5 a 10 kW.** (Revue B. B., N. 7, luglio 1934, pag. 131-132, con 4 fig.). **19 v**

Il gruppo costituisce un complesso monoblocco comprendente la turbina, la dinamo ed il regolatore di velocità, rinchiusi in una carcassa completamente chiusa. La turbina è ad azione ad un solo gradino; per le unità maggiori, il vapore passa due volte attraverso la palettatura. La ruota è a sbalzo sull'albero della dinamo e richiede una sola tenuta a labirinto. In generale questi gruppi sono a scappamento libero: essi possono peraltro funzionare con una contropressione massima di 2 kg/cm² ass. oppure a condensazione. La dinamo possiede un avvolgimento speciale che consente una tensione costante a qualunque carico, senza l'impiego di un regolatore di campo. Quest'ultimo è raccomandabile soltanto quando la dinamo dev'essere impiegata per la carica di una batteria. Una commutazione perfetta a tutti i carichi è assicurata dai poli ausiliari. I cuscinetti sono a rulli con lubrificazione a grasso: il riempimento di grasso dev'essere eseguito soltanto una o due volte in un anno, a seconda del numero di ore di servizio. La dinamo è raffreddata da un ventilatore potente montato in modo tale da evitare che il vapore proveniente da eventuali fughe attraverso il labirinto possa essere introdotto nella dinamo. Il gruppo è montato su tre piedi, il che consente un montaggio perfetto ed una marcia silenziosa. Il campo di applicazione di questi gruppi si estende al servizio di illuminazione sulle locomotive a vapore, dei battelli di piccolo tonnellaggio, delle grue e degli escavatori a vapore, ecc. *V. D. Ma.*

IMPIANTI.

La centrale di Buzzard Point. (Power, giugno 1934, pag. 318-320, con 1 fig.). **20 f**

La centrale è entrata in servizio nel 1933 con una unità di 35.000 kW. Fra le centrali ad alta pressione essa si distingue per l'eliminazione del surriscaldamento intermedio ciò che si è ottenuto spingendo il surriscaldamento iniziale fino a 450° e adottando la più alta pressione possibile che non desse luogo ad eccessiva umidità allo scarico; si è adottata una pressione di 48 atmosfere. Ogni gruppo da 35.000 kW è alimentato da una caldaia da 190 tonnellate/h di vapore; il vapore uscendo dalla caldaia passa attraverso un sistema di separatori che riducono l'umidità a 0,25 % e il trasporto di materiale solido a circa uno su un milione. Il surriscaldatore, a convezione, è diviso in 2 sezioni. Nella prima sezione il vapore raggiunge una temperatura di 400°; passa poi a un deriscaldatore esterno e poi alla seconda sezione da cui esce a 450°; la temperatura finale è mantenuta costante regolando la quantità di vapore che passa nel deriscaldatore. Questo è costituito da tubi immersi nell'acqua proveniente dal tamburo della caldaia e abbassa la temperatura del vapore a 350°. La camera di combustione è interamente a tubi d'acqua; ogni caldaia è servita da 2 polverizzatori che alimentano 3 bruciatori. L'aria viene preriscaldata in un apparecchio a tubi di fumo fino a 210°. La depurazione dei fumi è ottenuta mediante precipitatori elettrostatici. L'acqua di alimentazione viene preriscaldata mediante prese intermedie fino a 180°.

La prima turbina da 35.000 kW a 1800 giri/min ha 18 stadi ed è connessa direttamente all'alternatore trifase a 13.800 V con eccitatrice principale ed eccitatrice pilota coassiali. Speciali precauzioni sono state prese per prevenire il pericolo di incendio dell'olio lubrificante. Tutte le tubazioni dell'olio corrono entro un condotto che riporta le eventuali perdite al serbatoio dell'olio; il serbatoio, i dispositivi di depurazione e le pompe sono tutti in un locale a prova di fuoco sotto alla turbina e protetto con bombole di anidride carbonica. Tutti i servizi ausiliari sono comandati con motori elettrici, fuorchè una pompa di alimentazione ed una pompa per l'olio di lubrificazione. *Ri.*

La centrale automatica Diesel-elettrica della One Park Avenue. (Power, giugno 1934, pag. 332-334, con 2 fig.). **20 f**

Questa centrale è un esempio tipico di impianto Diesel-elettrico automatico e modernissimo nei particolari. Dispositivi elettrici avviano od arrestano automaticamente i singoli motori, mettono fuori servizio, dandone avviso, un motore eventualmente guastatosi, mettendone contemporaneamente in funzione un altro; la potenza fun-

zionante viene automaticamente mantenuta del 25 % superiore al carico effettivo. Sono installati attualmente 4 motori da 200 kW, a 360 giri al minuto, connessi a dinamo a 3 fili a 250 V; normalmente 3 gruppi possono sopportare l'intero carico, restando il quarto di riserva. È pure installata una batteria di accumulatori a 250 V da 1318 AΩ, che sopporta le punte di carico ed interviene temporaneamente nel caso di guasti ai motori. Dispositivi automatici mantengono automaticamente costante la tensione in linea e permettono la carica della batteria nei momenti di basso carico. Il complesso dei dispositivi automatici, che permette di mantenere in ogni istante un carico opportuno ai motori, fa sì che l'impianto possa essere costruito di minore capacità che se fosse a comando normale, tanto che l'impianto automatico viene a costare meno di uno manuale pel medesimo carico. Le fondazioni sono state spinte fino a m 8 di profondità per raggiungere la roccia in posto; le irregolarità di questa furono coperte con calcestruzzo, su cui fu deposto uno strato di mm 75 di isolante in sughero, capace di sopportare una pressione di 10 kg/cm². Si viene così ad impedire che le vibrazioni delle macchine si trasmettano agli edifici circostanti. L'acqua di raffreddamento è presa dalle tubazioni cittadine, ma si è anche predisposto sul tetto dell'edificio un serbatoio d'acqua capace di assicurare il rifornimento per 3 giorni. L'acqua di raffreddamento viene fatta circolare parzialmente in circolo chiuso; ed è anche possibile vendere acqua calda per uso nelle abitazioni circostanti con un utile di circa 4000 dollari all'anno. L'aria necessaria ai motori viene presa da una torre sul tetto dell'edificio e opportunamente filtrata. Lo scarico è avviato all'esterno attraverso tubi sostenuti con appositi sostegni elastici per impedire la trasmissione di vibrazioni agli edifici.

Ri.

L'impianto della Boulder Dam. (Power, giugno 1934, pag. 334-336, con 2 figure). **20 i**

L'impianto è costruito sul Black Canyon sul fiume Colorado (Nevada S. U.) ed è uno dei più grandiosi per le dimensioni assunte dalle singole opere. La costruzione è cominciata verso la metà del 1931 e si ritiene che l'esercizio potrà essere iniziato nel 1935. Gli studi compiuti permettono di prevedere ad impianto ultimato una produzione di 4330 milioni di kWh all'anno, oltre 1550 milioni di kWh di energia stagionale. L'impianto tuttavia è stato costruito specialmente allo scopo di regolazione del fiume e per scopi di irrigazione. La diga sarà la più alta del mondo, raggiungendo quasi m 230 di altezza. La grande massa del calcestruzzo ha reso necessario di predisporre nel corpo delle diga un sistema di tubazioni a circolazione d'acqua per raffreddare il calcestruzzo stesso durante la presa. La centrale ha una forma ad U col fondo appoggiato al dorso della diga e i 2 bracci addossati ai fianchi della valle. È prevista l'installazione di una potenza totale di 1.340.000 kW. Per eseguire i lavori si sono dovute costruire 4 gallerie di scarico per lo smaltimento delle acque del fiume, ciascuna di m 16 di diametro; 2 di esse serviranno poi come scarichi del serbatoio. Altre 2 serviranno per alimentare le turbine. È previsto lo spazio per l'installazione di 15 turbine Francis da 85.000 kW e 2 da 40.000 kW per un salto di m 150. Tutte le unità sono ad asse verticale. Il salto utile può arrivare anche fino a m 180, nel qual caso le turbine maggiori raggiungerebbero una potenza di 116.000 kW; tuttavia le valvole sono bloccate per una potenza massima trasmissibile agli alternatori di 85.000 kW. Gli alternatori da 82,500 kVA, con fattore di potenza unità possono funzionare a 150 giri al minuto, 50 per/sec, 13.800 V oppure a 180 giri al minuto, 60 per/sec, 16.500 V. Ogni alternatore pesa più di 1000 tonnellate, ha un diametro di m 12,50 ed un'altezza di circa m 10; il supporto portante è costruito per un carico di 788 tonnellate. La ventilazione avviene in ciclo chiuso con refrigeranti ad acqua posti radialmente intorno allo statore. Due generatori funzioneranno normalmente in parallelo su un gruppo di 3 trasformatori monofasi da 55.000 kVA. Dalla centrale partiranno per ora 2 linee a circa 300.000 V, lunghe km 450 e capaci di trasmettere in parallelo l'energia totale generata da 4 gruppi a pieno carico.

Ri.

La centrale di Safe Harbor. (Power, giugno 1934, pag. 336-338, con 2 fig.). **20 i**

L'impianto utilizza il fiume Susquehanna (Pa. S. U.). A sviluppo ultimato avrà una potenza di 940.000 kW, di cui per ora saranno installati 600.000. Il salto utilizzato è di circa m 70; con 6 unità in funzionamento si prevede una produzione di 800.000.000 kWh all'anno. La diga è lunga circa m 1650 e forma un lago di km² 25 circa. Gran parte della lunghezza della diga è occupato da paratoie di regolazione automatiche. La centrale fa parte della struttura della diga ed occupa una lunghezza di oltre m 200. È predisposta per 7 unità principali e 2 minori per i servizi; ma tutto è predisposto per l'installazione di altre 5 unità. In seguito ad accurati studi vennero adottate turbine Kaplan a 109,1 giri al minuto per i primi 5 gruppi a 60 per/sec e una turbina Kaplan a 100 giri al minuto per un sesto gruppo monofase a 25 per/sec. Le turbine proporzionate per 31.000 kW, m 18 di salto, hano un diametro delle giranti di oltre m 6 e sono le più grandi del mondo del loro tipo. Particolari precauzioni sono prese per prevenire la cavitazione. Sono anche state installate 2 caldaie a vapore da 330 m², destinate a produrre vapore per riscaldare le camere delle turbine, prevenendo il pericolo della formazione di ghiaccio, specialmente quando esse debbono essere vuotate per lavori di riparazione. I regolatori, a pressione d'olio, sono serviti da apposite pompe con gruppi di riserva. Gli alternatori delle prime 5 unità sono trifasi da 28.000 kW, fattore di potenza 0, 9, a 60 per/sec, 13.800 V; sono ad asse verticale con ventilazione in ciclo chiuso. Sono provvisti di un supporto combinato di spinta e di guida, collocato sotto il rotore e proporzionato per un carico di circa 700 tonn; il rotore può sopportare una velocità di fuga di 2,3 volte quella normale. L'alternatore del sesto gruppo a 25 per/sec, 35.000 kVA, fattore di potenza 0,80, sarà la più grande macchina monofase finora costruita. È stato pure installato un gruppo convertitore di frequenza da 60 a 25 per/sec con una potenza monofase di 25.000 kW. con fattore di potenza 0,80, del tipo all'aperto; esso è destinato a servizio di trazione.

Ri.

La centrale Diesel-elettrica di Vernon. (Power, giugno 1934, pag. 330-332, con 2 fig.). **20 f**

La centrale municipale di Vernon in California progettata per una potenza finale di 52.000 kW è la più potente del genere in America e la seconda nel mondo. Attualmente essa contiene 7 gruppi con motori Diesel da 5200 kW a doppio effetto e iniezione solida e a 2 tempi. L'edificio è costruito con particolari accor menti per resistere ai terremoti, con una struttura di acci cemento armato. L'edificio centrale, di 80 per 25 metri e alto 1. 17, comprende i gruppi generatori, i compressori, l'officina di ri razione e il posto per altre 2 unità; esso è ampliabile ad un estre per l'installazione di altri gruppi generatori. I motori sono dispo cogli assi paralleli fra loro, uno di fianco all'altro, ciascuno su fondazioni proprie e sono serviti tutti da una gru a ponte superiore. Un edificio anteriore contiene i circuiti elettrici, il quadro d comando, gli uffici ed i laboratori; un edificio posteriore contiene le caldaie di ricupero, i servizi di circolazione d'acqua e d'olio lubrificante, i compressori per l'acqua di lavaggio. I motori hanno 8 cilindri; la velocità del pistone è di circa m 330 al minuto alla velocità normale del motore di 167 giri al minuto. I pistoni sono in 4 parti. La pompa del combustibile e il regolatore sono comandati dallo stesso albero a gomiti. Il rendimento a pieno carico è di 36,3 per cento e sale a 37,5 % a 3/4 del carico. Il bilancio termico dà: il 26 % del calore all'acqua di raffreddamento, il 33,7 % al ca rico e il 4 % per le perdite di attrito e di radiazione. Ogni re è direttamente collegato ad un alternatore da 750 kVA, 7200 V trifase a 50 per/sec, fatore di potenza 0,80, con eccitatrice principale da 70 kW, 250 V e eccitatrice pilota da 4 kW montate sullo stesso asse. Ogni motore è provvisto di 2 caldaie che ricuperano il 62 % del calore dei gas di scarico, producendo vapore a 7 atmosfere. Le caldaie sono a tubi con alette riportate; la superficie totale è di m² 600 per caldaia, la produzione di vapore è di kg 1200 all'ora con motori a 87,5 % del carico normale. Il vapore serve per riscaldare l'olio combustibile e quello lubrificante e serve gli evaporatori e i deaereatori per l'acqua di circolazione.

F. Muenzinger — **Nuovi metodi per produrre energia a buon nelle ore di punta.** (E. T. Z., N. 12, del 22 marzo 1934, pa con 19 fig.).

L'A. ricorda che in Gran Bretagna e negli Stati Un rica è stata data la preferenza alla costruzione di centr nelle quali si è cercato di ridurre al minimo il terr per ragioni di costo, e si è ricorso perciò allo sviluppo ticale delle caldaie: in Germania invece è prevalso l senso orizzontale. Le caldaie del tipo rotativo sono parti adatte per queste applicazioni e l'A. ne dà una descrizio gliata. L'A. accenna poi a sistemi che sono oggi maggior uso per produrre energia elettrica per il servizio di punta luni casi si ricorre a caldaie a pressione variabile; ma è stema poco economico perchè tutto l'impianto deve essere tato per la pressione massima raggiungibile. In altri casi si adottano caldaie a tiraggio forzato: si hanno in questo caso caldaie poco ingombranti che in pochi minuti sono in grado di fornire la loro massima produzione di vapore. Migliore di tutte, secondo l'A., è la soluzione di adottare caldaie Velox. Da un esame economico si vede poi che è più conveniente per questo servizio scegliere centrali a vapore con riscaldamento a nafta che non centrali con motori Diesel.

Tt.

MACCHINE A COLLETTORE.

E. F. W. Alexanderson, A. H. Mittag — **Il motore a tyratron.** (Elec. Eng., novembre 1934, pag. 1517-1523, con 11 fig.). **25 d**

Il motore a tyratron che viene descritto può considerarsi analogo a un motore a collettore perchè è provvisto di un gruppo di tubi tyratron che sostituiscono il collettore ed hanno la funzione di commutare la corrente. In realtà il gruppo di tyratron ha una doppia funzione cioè quella di rettificatore a griglia di comando e quella di commutatore. In grazia di questa seconda funzione si ottiene un motore alimentato a corrente alternata ma che ha caratteristiche copia-velocità analoghe a quelle di un motore a corrente continua, senza alcuna relazione o dipendenza di sincronismo col

sistema a corrente alternata. La funzione di raddrizzatore a griglia di comando permette di ottenere un motore che può subire una regolazione di potenza dalla velocità zero alla massima; sotto questo aspetto della regolazione sensibile, rapida e precisa il motore è superiore ad ogni altro tipo. Esso si presta anche bene al comando a distanza e alla regolazione automatica della coppia e della velocità. Il funzionamento e lo schema di questo tipo di motore viene illustrato dagli AA. con opportuni schemi, dimostrando come si possa far sostenere la doppia funzione suddetta ad un unico gruppo di tubi tyratron. Viene anche illustrata in via qualitativa la teoria del motore, in rapporto con quella del motore a corrente continua. Alcuni diagrammi riportano le caratteristiche di funzionamento di motori a tyratron, caratteristiche che gli AA. trovano più simili a quelle dei motori a vapore che non a quelle degli altri motori elettrici. Anche il grado di sicurezza dei motori a tyratron è assai elevato perchè, come gli AA. dimostrano, incidenti anche relativamente gravi che possano avvenire nel gruppo dei tyratron possono essere sopportati senza interrompere il servizio; variazioni nella tensione d'alimentazione si ripercuotono soltanto sulla caratteristica coppia-velocità come in un ordinario motore a corrente continua, senza produrre altri disturbi; anche l'interruzione di una fase permette al motore di continuare a funzionare con alimentazione monofase, sia pure a carico ridotto. *N.*

GRABNER — **Sul comportamento dinamico delle dinamo di saldatura.** (E. u. M., N. 22, 3 giugno 1934, pag. 249-254, con 13 fig.). **25 c**

L'A. esamina dapprima l'evoluzione graduale delle dinamo di saldatura mettendo in evidenza i problemi risolti in questo campo delle applicazioni elettriche, a partire dai primi tentativi di sostituire la saldatura a tensione costante e resistenza di inserzione fino alla realizzazione delle più moderne generatrici con caratteristica dinamica adeguata alle particolari esigenze del servizio cui sono destinate. Sono poi discussi i criteri abituali per giudicare il comportamento dinamico di tali dinamo e, sulla scorta di oscillogrammi, sono messi in rilievo i difetti dei criteri stessi. *V. D. Ma.*

M. PARIS — **Sulla macchina trifase a collettore in derivazione con alimentazione rotorica.** (L'Elettrot., 25 marzo 1934, pag. 186-196, con [illegible] fig.). **25 d**

[illegible] riporta i risultati di prove eseguite su un piccolo motore a collettore sistema Schrage, intese ad illustrarne il funzionamento sia come motore, sia come generatore. Vengono confermati risultati teorici espressi da precedenti autori, mentre sono anche esaminate alcune condizioni di funzionamento non ancora considerate. Sono in particolare esaminate le questioni relative alla regolazione della velocità, al fattore di potenza, ai diagrammi vettoriali e circolari, e all'analisi delle perdite. *Ri.*

[illegible]CANICA.

[illegible]piamento idraulico risparmia 27% dell'energia per azionare [illegible]entilatore.** (Power, luglio 1934, pag. 398-400, con 4 fig.). **27**

[illegible]ccasione della installazione del nuovo gruppo da 165.000 [illegible] centrale di Richmond venne deciso di adottare, per il co[illegible] ventilatori delle caldaie, un motore a velocità costante con [illegible]mento idraulico a velocità regolabile. Sostanzialmente [illegible] fissato all'albero del motore funziona con girante di [illegible] per fornire il fluido (olio) all'elemento connesso alla [illegible]omandata, il quale può essere considerato come una [illegible]aulica. L'olio circola in modo continuo nell'accoppiamento [illegible]erenza di velocità fra l'elemento motore e quello comandato [illegible] dalla quantità di olio presente nell'accoppiamento. Ad ac[illegible]ento completo lo scorrimento è minore del 3 %. Venne usato [illegible]re a induzione di tipo normale a rotore avvolto da 90 kW. Numerose prove di funzionamento vennero eseguite, rilevando con opportuni strumenti tutti i diversi elementi in svariate condizioni di carico e di velocità. I confronti con gruppi analoghi comandati da motori a velocità variabile hanno dimostrato la superiorità del nuovo sistema; infatti i diagrammi rilevati delle relazioni fra la pressione del vento prodotto e la velocità del ventilatore o il carico del motore, presentano una variazione regolare e continua nel caso dell'accoppiamento idraulico, mentre nel caso dei motori a velocità [illegible]riabile la regolazione avveniva in modo assai imperfetto e per [illegible]alti. Prolungate prove di confronto in esercizio hanno dimostrato che la maggior prontezza di regolazione del gruppo a collegamento idraulico si traduce in una notevole riduzione di consumo di energia a parità di quantità di carbone bruciato; la riduzione supera il 25 %. *Ri.*

MISURE.

E. BILLIG — **Normali riduttori di corrente con nuclei misti.** (E. u. M., N. 17, 29 aprile 1934, pag. 199-203, con 9 fig.). **28 e**

È noto che i riduttori di corrente sono affetti, da un lato ad un errore di rapporto, dovuto al fatto che una parte della corrente primaria, nel rapporto del numero delle spire nei due avvolgimenti, non viene trasmessa al secondario perchè impiegata per la magnetizzazione del nucleo e per sopperire alle perdite nel ferro, e dall'altro lato ad un errore d'angolo dovuto allo sfasamento tra le correnti, conseguente alle variazioni del rapporto tra la potenza reattiva di magnetizzazione e le perdite nel ferro. Questi errori del riduttore di corrente sono strettamente legati alla variazione della permeabilità del nucleo al variare della corrente primaria. Lo impiego di materiali o leghe ad alta permeabilità (Nicalloy, Pennalloy, Hypernik, ecc.) consente di attenuare gli errori di misura; tali leghe presentano peraltro l'inconveniente di una riduzione del limite di saturazione quando la permeabilità è molto elevata. È possibile conciliare le opposte esigenze degli strumenti di misura (precisione) e degli apparecchi che agiscono in funzione della corrente secondaria, come relais, ecc. (rapporto delle correnti pressochè invariato anche per correnti primarie elevate), sdoppiando il nucleo magnetico in due, uno composto di lamierini normali al silicio, per il circuito dei relais, ecc. e l'altro con lamierini ad alta premeabilità per il circuito degli strumenti di misura. In relazione alle esigenze dei circuiti secondari, si possono combinare materiali diversi a costituire il nucleo, in modo che la curva di permeabilità sia quella più conveniente. Il calcolo dei riduttori di corrente con nuclei misti dev'essere eseguito analogamente a quello dei normali riduttori a nucleo omogeneo, tenuta presente la caratteristica magnetica del nucleo misto, dedotta sulla scorta delle curve di magnetizzazione dei singoli materiali costituenti. Un esempio di calcolo è riportato dall'A. *V. D. Ma.*

H. KIND — **Misure per confronto su condensatori.** (E. u. M., N. 25, 24 giugno 1934, pag. 292, con 1 fig.). **28 b**

La determinazione rapida ed immediata della capacità e dell'angolo di perdita di condensatori, opportuna spesso in laboratorio, non può essere sempre effettuata col ponte di Schering, talvolta non disponibile oppure altrimenti utilizzato. In tali casi, è consigliabile l'impiego di un metodo proposto dall'A., il quale presuppone peraltro un rapporto del ponte prossimo a 1:1 e comporta l'adozione di resistenze ohmiche con piccolo angolo di perdita. Il calcolo della capacità e dell'angolo di perdita può essere effettuato facilmente in base a due formule dedotte scrivendo l'equazione di equilibrio del ponte, col metodo simbolico. Un esempio chiarisce l'applicazione pratica del metodo. *V. D. Ma.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

H. SEQUENZ — **Tre regole per la scelta del numero delle cave nei motori con rotore a gabbia di scoiattolo.** (E. T. Z., N. 11, del 15 marzo 1934, pag. 269-271). **29 b**

La scelta del numero delle cave in un motore con rotore a gabbia di scoiattolo può influire sulla rumorosità della macchina e sull'andamento della coppia. Poichè su questo argomento si sono fatti molti studi, l'A. si propone di ridurre al minimo le regole che si debbono seguire in questa scelta, e ciò a scopo di semplificare il calcolo del motore. In tre formule che egli dà basta tener conto del numero dei poli, del numero delle cave e di tre coefficienti che si possono stabilire in base a costruzioni già eseguite. L'articolo è corredato da esempi numerici, nei quali è indicato il modo di calcolare il numero di cave statoriche per motori a 2, a 4, e a 6 poli. I risultati sono raccolti in una tabellina di facile consultazione. *Tt.*

G. DI VITO — **Il diagramma effettivo di funzionamento dei motori asincroni.** (L'Elettrot., 25 marzo 1934, pag. 196-199, con 7 fig.). **29 b**

L'A. rileva come le ipotesi poste a base dei noti diagrammi circolari, specialmente quella della riluttanza dei circuiti magnetici di dispersione costante col variare del carico, non siano sempre soddisfatta in pratica. Ne deduce l'opportunità di modificare in qualche caso la solita costruzione dei diagrammi circolari per ottenere il diagramma effettivo e dimostra come ciò possa essere fatto con un metodo grafico partendo dalla caratteristica di corto circuito. *Ri.*

A. SCHANZ — **Coppia e perdite ohmiche nel rotore del motore monofase a condensatore.** (E. u. M., N. 29, 22 luglio 1934, pag. 333-336, con 4 fig.). **29 v**

È noto che il motore monofase a condensatore è una macchina asincrona a 2p poli la quale possiede due avvolgimenti induttori spostati fra di loro di $90°/p$. La fase principale è alimentata dalla rete; la fase ausiliaria è connessa in parallelo ad essa attraverso un condensatore. Si ottiene in tal modo un sistema bifase più o meno ideale in tutte le condizioni di servizio. Il rotore è sempre in corto circuito perchè le potenze massime tollerate sono dell'ordine di $0,5 \div 1$ kW. La coppia sviluppata dal motore si manifesta ovviamente dalla azione mutua fra i due campi indotto ed induttore e può essere dedotta traducendo analiticamente il diagramma vettoriale delle tensioni e delle correnti in gioco. L'A. sviluppa il calcolo della coppia di spunto e della coppia normale, mettendo in rilievo le particolarità più notevoli delle formule che esprimono tale coppie. Seguono alcune considerazioni sulle perdite nel rame del rotore *V. D. Ma.*

MOTORI PRIMI.

W. Peter — **Contributo allo studio delle vibrazioni nelle palette delle turbine a vapore.** (Revue B. B., N. 5-7, maggio-luglio 1934, pag. 79-83, 123-127, con 17 fig.). **30 d**

L'esperienza ha dimostrato che la sollecitazione totale delle palette è in larga misura dipendente dalle vibrazioni che esse subiscono. È facile stabilire l'equazione differenziale generale di una paletta vibrante di sezione costante ed incastrata ad un'estremità, e in base ad essa studiare i casi particolari della paletta libera o diversamente vincolata in uno o più punti con fili di collegamento. Il calcolo permette di determinare le sollecitazioni dinamiche delle palette e dei fili di collegamento, nonchè di ricavare il numero delle vibrazioni. L'A. dimostra peraltro che quest'ultima determinazione non è mai rigorosamente esatta e che perciò sono giustificati in proposito i metodi approssimati di calcolo (Rayleigh, Hahn, ecc.). *V. D. Ma.*

H. Keller — **Regolazione della potenza delle turbine a vapore.** (Revue B. B., N. 4, aprile 1934, pag. 63-65, con 2 fig.). **30 d**

La regolazione della potenza delle turbine entra in considerazione quando la ripartizione del carico fra più gruppi turbo-alternatori funzionanti in parallelo dev'essere effettuata secondo certe leggi. Allo scopo, può essere impiegato un apposito apparecchio, il quale comanda una valvola sotto l'azione di un elettromagnete rotante, munito di un avvolgimento amperometrico e di un avvolgimento voltmetrico ed inserito come un wattmetro sulla linea di collegamento degli impianti fra i quali deve avvenire lo scambio di energia secondo un determinato programma. La valvola agisce, come il regolatore centrifugo di velocità, sopra un pistone il quale controlla la pressione dell'olio della distribuzione. Se la potenza scambiata ha tendenza ad aumentare, il regolatore di valvola interviene e fa diminuire la pressione dell'olio, il che consente alle molle antagoniste delle valvole d'immissione di ridurre la quantità di vapore nella turbina ossia di evitare un aumento di potenza. La manovra inversa avviene quando la potenza scambiata fra le due centrali tende a diminuire.

È preferibile effettuare la regolazione della potenza con un solo gruppo, installando il regolatore di valvola sulla distribuzione di una sola turbina della centrale. È anzi consigliabile applicare la regolazione alla macchina destinata a coprire il servizio di punta. Le condizioni di servizio cui può soddisfare il regolatore, oltre al mantenimento della potenza costante, sono molteplici e l'apparecchio può essere adattato caso per caso alla risoluzione dei più svariati problemi di regolazione nelle centrali termoelettriche. *V. D. Ma.*

RADIOTECNICA.

H. Moegel — **Nuove comunicazioni con onde a fascio per la radiodiffusione germanica.** (E. T. Z., N. 11, del 15 marzo 1934, pag. 265-267, con 5 figure). **34 d**

Nella stazione di radiodiffusione di Zeesen in Germania, destinata finora più particolarmente alle trasmissioni verso le Americhe del Nord e Centrale, dotata di tre antenne direzionali, sono in questi ultimi tempi state montate altre cinque antenne direzionali per assicurare le comunicazioni anche coll'America del Sud, l'Africa e l'Estremo Oriente. L'A. descrive il tipo di antenna adottato, gli accorgimenti seguiti per ottenere col maggior rendimento possibile l'effetto direzionale; accenna anche al modo come è seguito il collegamento fra la stazione e l'antenna per mezzo di cavi speciali per alte frequenze studiati dall'A.E.G. e dalla Telefunken. Le stazioni trasmittenti a onde corte di Zeesen sono due da 20 kW ciascuna e sono state recentemente rinnovate per metterle in grado di rispondere alle aumentate esigenze della radiodiffusione della Germania nelle varie parti del mondo. *Tt.*

STATISTICA.

J. Ledvinka — **Sviluppo delle elettrificazioni in Jugoslavia.** (E. T. Z. N. 12, del 22 marzo 1934, pag. 298-300, con 3 fig.). **36**

L'A. espone la situazione dello sviluppo della elettrificazione in Jugoslavia secondo la statistica delle società elettriche jugoslave comparsa in principio del 1933 e comprendente i dati fino al 30 giugno 1932 per l'equipaggiamento delle centrali e fino alla fine del 1931 per la produzione di energia. L'A. fa un paragone fra la situazione in Jugoslavia e in alcune regioni tedesche. In complesso l'elettrificazione in Jugoslavia è ancora notevolmente arretrata: vi sono parecchie località con più di 10.000 abitanti che non dispongono ancora di rete di distribuzione. Gli impianti hanno avuto maggior sviluppo nella regione costiera dalmatica dove sono installati complessivamente 100.000 kVA circa, su un totale di 304.000 kVA installati in tutto il paese. La produzione è stata in media di 55 kWh per abitante nel 1931 e ha raggiunto un massimo di 220 kWh per abitante nel Banato della Drava. La produzione di energia è stata di 500 milioni di kWh, prodotti in 618 centrali di cui appena 62 con potenza installata superiore a 1000 kVA e di queste solo 7 superiori a 10.000 kVA. Circa la metà delle centrali per servizio pubblico sono idroelettriche, un terzo circa è a vapore e le altre sono equipaggiate con Diesel. *Tt.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

C. F. R. — **I raddrizzatori a griglia comandata e la loro influenza sul servizio telefonico.** (Journal des Télécommunications, N. 8, agosto 1934).

È noto che le grandezze che rappresentano la tensione e la corrente dovuta ad un raddrizzatore a vapore di mercurio non sono costanti, ancorchè sempre positive. Le variazioni di esse inducono rumori notevoli sulle linee telefoniche e già dell'argomento si erano occupate le varie amministrazioni telefoniche. Il raddrizzatore a griglia comandata è per questo riguardo più nocivo del precedente, a causa della presenza di armoniche più elevate nella curva della tensione. L'Autore considera partitamente il disturbo prodotto a diversi gradi di funzionamento dal raddrizzatore e per raddrizzatori di differente numero di fasi. Introdotti i concetti di «ondulazione obbiettiva», ossia il rapporto tra il valore efficace delle tensioni alternate e il valore medio della tensione continua e di «fattore telefonico di forma», ossia il rapporto fra i valori della tensione perturbatrice sulle linee telefoniche e il valore medio della tensione continua, l'A. ottiene due interessanti diagrammi alle diverse condizioni di funzionamento del raddrizzatore e per raddrizzatori a diverso numero di fasi (sempre con tensione alternata trifase). Da questi diagrammi si conchiude che l'effetto perturbatore è minimo a pieno carico ed è, per valori uguali di carico, sempre meno sentito quando si passi da raddrizzatori trifasi, a esafasi, a dodecafasi. L'A. accenna infine le perturbazioni dovute al comportamento del raddrizzatore per brusche variazioni di carico, il cui studio per ora non ha portato a conclusioni definitive e raccomanda alle varie amministrazioni telefoniche di studiare attentamente il vasto problema perchè si possano emanare norme alle ditte costruttrici di raddrizzatori. *c. e gi.*

TRASFORMATORI.

H. Einhorn — **Indagini su di un modello per determinare le sollecitazioni dovute ad onde a fronte ripido negli avvolgimenti dei trasformatori.** (E. u. M., N. 27, 8 luglio 1934, pag. 309-315, con 16 fig.). **39 a**

Il modello utilizzato per le prove riproduce lo schema equivalente di un avvolgimento proposto da K. W. Wagner, nel quale gli accoppiamenti magnetici ed elettrici delle bobine sono realizzati mediante induttanze e capacità. Per l'allestimento del modello, è stato scelto un nucleo, lungo 2 m e composto di fili di ferro, sul quale vennero montate da 10 a 12 bobine con induttanza, variabile mediante prese, dell'ordine di 1 henry. Le bobine sono poste in serie fra loro: condensatori di blocco, con capacità dell'ordine di 1 μF, sono derivati ai capi delle bobine e verso terra. Per la produzione di onde rettangolari venne utilizzata una piccola batteria; una resistenza di scarica è prevista per scaricare il sistema. La commutazione di quest'ultimo sulla batteria e sulla resistenza è realizzata da un apposito rullo a contatti dell'oscillografo. Le misure effettuate con l'oscillografo hanno dimostrato che il fenomeno transitorio è notevolmente influenzato dagli accoppiamenti magnetici, i quali hanno peraltro una importanza di gran lunga minore dei rapporti delle capacità agli effetti delle sollecitazioni. La ripidezza del fronte dell'onda dev'essere presa in considerazione nella sollecitazione delle spire, laddove per bobine singole con elevato numero di spire, occorre per lo più tenere conto delle onde rettangolari. Con onde a fronte piatto, la sollecitazione è attenuata, particolarmente nelle prime spire degli avvolgimenti. Per la protezione dell'isolamento delle bobine sollecitato da onde a fronte ripido, sono consigliabili i mezzi atti a modificare convenientemente il campo elettrico che si crea al momento in cui la onda colpisce l'avvolgimento; contro le sollecitazioni dovute ad onde a fronte piatto, è utile rinforzare l'isolamento delle spire. *V. D. Ma.*

W. Scheuring — **La regolazione della tensione mediante trasformatori eccitati a corrente continua.** (E. u. M., N. 28, 15 luglio 1934, pag. 326 a 328, con 8 fig.). **39 c**

Collegando due trasformatori in serie, tanto dal lato primario quanto dal lato secondario, la tensione primaria si ripartisce fra i due primari in ragione diretta delle loro reattanze. Variando la reattanza di un trasformatore, varia quindi la tensione applicata all'altro: si ha quindi la possibilità di regolare la tensione ai morsetti secondari. La variazione di reattanza può essere ottenuta convenientemente impiegando un trasformatore di regolazione eccitato a corrente continua e posto in serie col trasformatore principale. Per un sistema trifase, si può impiegare un complesso di regolazione costituito da tre trasformatori monofasi aventi in comune una colonna portante l'avvolgimento di eccitazione. Si dimostra facilmente che, a vuoto, l'intervallo massimo di regolazione dipende dal rapporto delle spire primarie e secondarie dei due trasformatori e dal rapporto delle reattanze massime di essi. A carico, si manifesta una caduta induttiva di tensione la quale è tanto maggiore quanto mi-

nore è la corrente a vuoto del trasformatore principale e quanto maggiore è il rapporto fra la reattanza di questo trasformatore e la reattanza massima del trasformatore di regolazione. Poichè questa caduta induttiva non può essere evitata, il sistema di regolazione si presta utilmente soltanto quando essa è tollerata dalle macchine o dagli apparecchi alimentati. *V. D. Ma.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Ch. EHRENSPERGER — **Il convertitore statico con egualizzatori di tensione e di corrente, per il collegamento elastico di una rete trifase a 50 Hz con una rete monofase a 16 2/3 Hz.** (Revue B. B., N. 6, giugno 1934, pag. 95-112, con 25 fig.). **40 f**

Il convertitore comprende una valvola a vapore di mercurio a 12 anodi allacciata a monte ad un trasformatore con due secondari esafasi ed a valle al primario di un trasformatore monofase. Il primario del primo trasformatore, connesso a triangolo, è collegato alla rete a 50 Hz; il primario del trasformatore monofase ha i morsetti estremi collegati ai due neutri secondari del trasformatore tri/esafase ed un morsetto intermedio in connessione col catodo della valvola; il secondario del secondo trasformatore è infine allacciato alla rete a frequenza ferroviaria. L'erogazione dei due sistemi esafasi è controllata agendo sulle griglie della valvola mediante tre distributori: due azionati da un motore sincrono con la rete trifase ed il terzo sincrono con la rete monofase: la combinazione dei due sistemi distributori consente lo scambio di potenza attiva nei due sensi, compatibilmente con uno scorrimento fra le frequenze delle due reti. Il collegamento è assicurato in modo perfetto da due dispositivi che caratterizzano questo sistema di conversione: un egualizzatore di tensione ed uno di corrente. Il primo, costituito nella sua forma più semplice da una bobina di autoinduzione, in serie sulla conduttura catodica, ha lo scopo di compensare la differenza tra la tensione monofase sinusoidale e la tensione rettangolare della valvola. Il secondo, comprendente in linea schematica una capacità in derivazione fra i due centri secondari del trasformatore tri/esafase, assorbe la differenza fra la co[illegible]te rettangolare della valvola e la corrente sinusoidale della rete monofase. I due egualizzatori combinati compensano la differenza fra la potenza monofase, pulsante con frequenza doppia di quella della rete, e la potenza trifase costante. La capacità del condensatore disimpegna pure il compito di fornire l'energia reattiva richiesta dalla rete monofase ed, all'occorrenza, di erogare nella rete trifase la potenza reattiva non utilizzata nella rete monofase. Uno studio approfondito del convertitore dimostra che esso è in grado di assicurare una ripartizione simmetrica del carico nella rete trifase, di funzionare con elevato rendimento e con fattore di potenza prossimo all'unità sul lato trifase, di consentire una regolazione automatica di potenza, ecc. *V. D. Ma.*

H. ZWILLING — **Modello di rete per la determinazione della corrente di corto circuito.** (E. u. M., N. 28, 15 luglio 1934, pag. 321-325, con 9 figure). **40 a**

Il modello proposto dall'A. consente la determinazione della corrente di corto circuito in una determinata rete ad alimentazione multipla, a maglie. Esso traduce lo schema equivalente del sistema, il quale, in linea di principio, contempla la sostituzione della caduta interna dell'alternatore con una caduta ohmica equivalente, del carico sul tronco sano con una determinata resistenza ed infine, della resistenza residua del corto circuito con un'altra resistenza ohmica. Con queste sostituzioni, scelte coi criteri esposti dall'A., è possibile ottenere nel modello la rappresentazione, in scala convenientemente ridotta, delle correnti che circolano nel sistema reale in caso di corto circuito. Come esempio tipico, è citato il modello delle Officine Elettriche Viennesi. *V. D. Ma.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

A. C. HIRST — **Impianti con raddrizzatori a vapore di mercurio per la Southern Railway in Inghilterra.** (Revue B. B., N. 7, luglio 1934, pag. 115-117, con 7 fig.). **41 b**

Sono descritte le 18 sottostazioni con raddrizzatori a vapore di mercurio per la linea Londra-Brigton-West Worthing a corrente continua a 660 volt. Ogni cabina comprende un raddrizzatore, automatico e comandato a distanza, da 2500 kW, sovraccaricabile fino a 8000 kW momentaneamente. Il trasformatore, con secondario connesso in doppio esafase con bobine di assorbimento, è alimentato a 33 kV. Il comando a distanza è effettuato dalla stazione centrale di Three Bridges; le apparecchiature automatiche soddisfano alle seguenti condizioni: 1° trasmettono l'ordine di chiusura al motore di comando dell'interruttore ad alta tensione; 2°) trasmettono l'ordine di apertura allo stesso motore; 3°) segnalano al posto di controllo la posizione dell'interruttore ad alta tensione; 4°) permettono la lettura della tensione continua; 5°) permettono la lettura della corrente continua.

Una speciale apparecchiatura controlla il vuoto, mettendo in servizio la pompa a vuoto preliminare in funzione della pressione nell'interno del raddrizzatore e segnalando eventuali irregolarità nelle pompe. Il raddrizzatore e la relativa pompa a mercurio sono raffreddati da due refrigeratori a ciclo chiuso indipendenti. Il refrigerante della pompa a vuoto elevato ha i motori alimentati in permanenza da una rete ausiliaria; per contro, il motore del ventilatore del refrigerante principale è inserito e disinserito, mediante un termostato, in funzione della temperatura dell'acqua che circola nella camicia del cilindro. Questo accorgimento, mentre evita che l'acqua geli durante l'inverno perchè mantenuta costantemente in circolazione da un'apposita pompa, consente al raddrizzatore di funzionare sempre nelle condizioni di temperatura più adeguate per un servizio regolare. *V. D. Ma.*

T. VOGEL — **Organizzazione del lavoro di montaggio della catenaria su linee a doppio binario in corso di elettrificazione.** (El. Bahnen, N. 6-7, giugno-luglio 1934, pag. 133-140 e 150-155, con 9 fig.). **41 c**

L'organizzazione di tale lavoro deve tener conto della coesistenza del servizio e dei lavori ed impedire i disturbi reciproci. Sono necessari accorgimenti di carattere tecnico ed organizzativo, sui quali si sofferma a lungo l'A. esponendo le direttive per i montaggio della catenaria in piena linea e nelle stazioni, valide per le Ferrovie del Reich. Dopo un esame generale, sono passati in rassegna tutti i lavori che devono essere eseguiti dalle squadre equipaggiate convenientemente. La durata dei singoli lavori può essere determinata a priori e deve corrispondere ai dati di alcune tabelle, sulla scorta delle quali è possibile la predeterminazione del tempo necessario per la posa in opera della catenaria di una determinata linea. Un esempio pratico offre il modo di condurre un tale calcolo preventivo. *V. D. Ma.*

ARMKNECHT — **Le filovie in Germania.** (El. Bahnen, N. 7, luglio 1934, pagine 156-159, con 12 fig.). **41 e**

Attualmente sono in servizio tre filovie sui tronchi: 1. Mettmann-Gruiten (km 5,77); 2. Idar-Tiefenstein (km 4,3); 3. Berlino-Spandau-Staaken (km 6,85). Le vetture del primo tronco sono a sei ruote, ma il carrello posteriore comporta un solo asse comandato, attraverso un differenziale, da un motore di 89 kW a 750 V, 1420 giri/min, disposto secondo l'asse longitudinale del telaio. Il veicolo della linea 2. è a sei ruote, a due assi. L'asse posteriore è comandato da un motore doppio, con due indotti e carcassa unica, avente gli assi disposti trasversalmente al veicolo. I due indotti trasmettono indipendentemente il moto alle due ruote posteriori di ciascuna fiancata e realizzano in tal modo un differenziale elettrico. Il doppio motore, autoventilato, ha una potenza oraria di 2×41 kW, a 750 V e 1500 giri/min; i due indotti possono essere collegati in serie od in parallelo. Le vetture della linea 3. sono a tre assi, i due posteriori azionati, attraverso due alberi a cardano, da un doppio motore disposto longitudinalmente, da 2×41 kW, a 550 V, 1500 giri/min.

Le vetture del primo e terzo impianto sono munite di comando non automatico a contattori azionato a pedale; quelle del secondo impianto hanno comando a controller di tipo tranviario, azionato pure a pedale. Le resistenze di avviamento dei veicoli delle linee 1. a 2. sono poste sul tetto; nei veicoli della linea 3. sono sotto il pavimento. I veicoli degli impianti 1. e 2. sono muniti di freno a mano agente sulle quattro ruote posteriori e di freno ad olio a pedale agente su tutte le ruote. Per l'impianto 2. è possibile anche il frenamento in corto circuito su quattro posizioni. Le vetture dell'impianto 3. hanno il freno ad aria comandato a pedale ed agente sulle sei ruote e il freno a mano agente sulle ruote del primo asse posteriore. L'impianto luce è alimentato da una dinamo comandata, rispettivamente: in modo diretto dal motore (1); attraverso un ingranaggio conico dell'albero di uno degli indotti (2); mediante cinghia dall'albero a cardano (3). È disponibile una piccola batteria di riserva. Nei tre impianti è stato previsto un dispositivo di sicurezza che entra in azione appena si manifesta una tensione di 20 V fra vettura e terra, togliendo l'alimentazione al veicolo. Altri dispositivi di sicurezza proteggono i motori contro i sovraccarichi ed evitano disturbi alle radioaudizioni. Tutti i veicoli sono muniti di riscaldamento elettrico diretto, con radiatori da 500 W nell'impianto 1. e da 750 W negli altri due. Le caratteristiche principali sono le seguenti:

	Lunghezza mm	Larghezza max mm	Posti a sedere	Posti in piedi	Peso totale kg
1. - Mettmann-Gruiten	9340	2350	30	17	7710
2. - Idar-Tiefenstein	9115	2350	24	26	8640
3. - Spandau-Staaken	11410	2350	40	30	9800

V. D. Ma.

A. BRAUER — **L'elettrificazione delle ferrovie russe.** (El. Bahnen, N. 7, luglio 1934, pag. 163). **41 a**

Soltanto due tronchi sono a trazione elettrica. Il primo appartiene alla Ferrovia Transcaucasica Baku-Batum, di 63 km con pendenze massime del 29,6 ‰, a corrente continua 3000 V ed è alimentato da tre sottostazioni con gruppi motogeneratori da 2000 kW. È servito da 16 locomotori Co-Co, 8 americani, 7 italiani (T.I.B.B.) ed uno, di esperimento, di provenienza russa (Dinamo). I primi e l'ultimo hanno una potenza oraria di 2020 kW; quelli costruiti in

Italia, di 2280 kW. Lo sforzo di trazione orario è di 24, 25 e 20 t rispettivamente.

Il secondo tronco, lungo 112,5 km e con pendenze massime del 18 ‰, che collega Kisel con Tschusowskaja è a 3000 V corrente continua ed è alimentato da quattro sottostazioni ciascuna con due gruppi motore-dinamo da 2000 kW. Gli 8 locomotori sono stati costruiti in Russia, eguali a quelli americani della Ferrovia Transcaucasica: essi verranno peraltro sostituiti non essendo risultati soddisfacenti. Sono poi elettrificati altri 175 km appartenenti alle linee suburbane di Mosca e di Leningrado.

È in corso l'elettrificazione del tronco Chaschuri-Tiflis della Transcaucasica, per il quale è prevista l'alimentazione con raddrizzatori da 2000 kW a 3000 V. Nel 1935 dovrebbero entrare in servizio circa 1000 km di linee elettrificate; durante il secondo piano quinquennale, 5000 km dovrebbero essere elettrificati. La scelta del sistema fra corrente continua a 3000 V monofase a 20.000 V, 50 Hz, verrà fatta soltanto quando saranno noti i risultati di esercizio sopra un tronco di 100 km, che verrà elettrificato nei dintorni di Mosca con corrente monofase a frequenza industriale ed a 20 kV. Su questo tronco verranno impiegati locomotori monofasi speciali, i cui risultati di esercizio verranno vagliati con quelli dei locomotori con raddrizzatori a griglie comandate che verranno quanto prima sperimentati in Germania sopra una linea monofase a 50 Hz.

V. D. Ma.

C. Chalumeau — **Lo sviluppo dei veicoli elettrici ad accumulatori a Lione.** (Trac. Elect., N. 3, marzo 1934, pag. 45-53, con 8 fig.). **41 g**

Iniziato nel 1924 tale servizio, il parco dei veicoli conta oggi 52 unità. I tipi più recenti comportano particolarità interessanti, che l'A. descrive. Il telaio è a due assi, soltanto quello posteriore comandato. La costruzione è fatta secondo la tecnica corrente per gli autobus a benzina. La carrozzeria comprende: una cabina isolata per il manovratore; una cassa la quale comporta una piccola piattaforma chiusa ed un corridoio centrale con sedili ai lati; una piattaforma poteriore aperta con porta di accesso a 45° nell'angolo destro. L'asse posteriore è comandato da un motore compound autoventilato, sospeso secondo l'asse della vettura fra i longheroni e poteriormente al manovratore. L'energia è fornita da una batteria da 42 elementi al piombo, di 800 Ah. Gli elementi sono ripartiti in due gruppi di 21, che possono essere collegati in serie od un parallelo. Sopra un quadro, posto sotto il cofano in un piano parallelo all'asse anteriore, sono montati: un commutatore rotativo, comandato a mano, per l'accoppiamento serie-parallelo delle batterie; un invertitore rotativo, comandato a mano con tre posizioni; un controller di avviamento, con comando a pedale; un controller di accelerazione, con comando a pedale; un controller di indebolimento di campo del motore, comandato a pedale; una serie di contattori di avviamento, di accelerazione e di controllo; un relais a massima corrente; una valvola per ciascuno dei due gruppi di elementi dellla batteria. Anteriormente a questo quadro, sono disposte le resistenze shunt di campo. Sul quadro di controllo, davanti al manovratore, sono disposti: un interruttore generale col relativo fusibile; un controller ausiliario a mano; un amperometro ed un voltmetro; un amperometro; le leve di comando del commutatore serie parallelo e dell'invertitore di marcia; il controller d'illuminazione.

Il telaio ha una lunghezza totale di 7490 mm ed un interasse di 4540 mm. Il suo peso, con pneumatici ma senza carrozzeria nè accumulatori, è di 3700 kg. Il peso della batteria è di 3000 kg e quello della carrozzeria di 1800 kg. Il carico utile ammesso è di 39 viaggiatori e 2 agenti. Il peso del veicolo in ordine di marcia, a vuoto, è di 8500 kg circa.

V. D. Ma.

J. Pokorny — **Concorsi per il programma generale dei trasporti e progetto della Metropolitana di Praga.** (Trac. Elect., N. 3, marzo 1934, pag. 54-56, con 1 fig.). **41 v**

L'A. passa in rassegna i punti più salienti dei progetti presentati nel 1931, in seguito a concorso indetto dall'Azienda delle Tranvie di Praga, per la risoluzione del problema dei trasporti in comune di detta città. In tutti i progetti presentati al concorso, il problema è risolto coi mezzi di trasporto urbano conosciuti: tram, autobus e filovie. La maggior parte dei concorrenti propone pure, come mezzo di trasporto celere, la ferrovia metropolitana. Secondo uno dei migliori progetti, la metropolitana si estende su tre linee urbane e su sette linee diramantesi dal centro verso la periferia in un raggio di 20-25 km. La lunghezza totale dei tronchi urbani è prevista di 21,3 km. La metropolitana verrebbe elettrificata con corrente continua a 1500 V, con terza rotaia. Sono previste tre sottostazioni di conversione equipaggiate con due unità da 2000 kW ed alimentate a 22 kV. I treni saranno composti di tre pezzi: un'automotrice, una rimorchiata, un'automotrice: ciascuna vettura sarà capace di 150 persone. Le motrici verrebbero equipaggiate ciascuna con 4 motori da 110 kW.

V. D. Ma.

Per il cambio di indirizzo inviare Lire UNA unitamente alla fascetta vecchia.

CRONACA TECNICA

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

3 b Gli **interruttori automatici tendono a sostituire i fusibili** attualmente anche per i servizi elettrici più modesti quali sono l'illuminazione ed i piccoli motori (*The El. J.* maggio 1934, pagg. 200-201 con 3 figure). È stato infatti costruito un interruttore automatico derivato dal « Deion » completamente chiuso, di tipo economico e di manovra facile. L'interruttore è ad azione ritardata per i sovraccarichi di poca entità e ad azione rapida per i corti circuiti. Il nuovo apparecchio è stato applicato con successo in un lanificio recentemente impiantato nella Georgia e si è dimostrato molto conveniente sebbene il prezzo sia maggiore di quello di un interruttore con fusibile.

I. L.

APPLICAZIONI TERMICHE.

5 c Per le **riparazioni alle rotaie ferroviarie** è stata studiata una speciale saldatrice elettrica composta di un motore a benzina di 45 kW e 1500 giri/minuto accoppiato con una dinamo a tensione variabile da 300 ampere e 40 volt (*The El. J.* luglio 1934, pagine 272-273 con 4 figure). Sullo stesso asse del motore è montata una dinamo da 7,5 kW a 125 volt con eccitazione ipercompound; essa serve a comandare gli utensili ausiliari, al servizio luce ed alla eccitazione della dinamo per saldare. Il tutto è montato su un carrello ferroviario in modo da permettere il trasporto sulle strade ferrate mediante una motrice usuale; il carrello porta 4 ruote ausiliarie disposte trasversalmente alle principali che vengono abbassate su pezzi di rotaia disposti trasversalmente alla linea di corsa quando si vuole togliere la saldatrice dalla linea ferroviaria e lasciar libero il traffico; l'operazione può essere fatta da 2 uomini in 10 minuti. Per viaggi lunghi è preferibile caricare la saldatrice ed i rulli che portano i cavi di alimentazione degli elettrodi direttamente su un carro ferroviario; il tempo richiesto è di 1 ora con 3 uomini di servizio.

I. L.

APPLICAZIONI VARIE.

6 c I motori destinati al **comando degli apparecchi cinematografici** di ripresa sonora sono di solito previsti per 15 minuti di funzionamento consecutivo anche se poi in realtà la durata del servizio non supera mai i 2 minuti. Si usano motori a c. a. a velocità costante del peso di circa 5 kg e di potenza compresa fra 1/5 e 1/10 di kW (*The El. J.* luglio 1934, pag. 265-266 con 5 figure). La velocità di rotazione deve essere tale da permettere la ripresa di 24 fotografie al secondo; siccome la frequenza normale della rete di distribuzione non consentirebbe di ottenere direttamente questa velocità, così bisogna predisporre un gruppo motore-alternatore oppure un regolatore di frequenza ad induzione con un motorino pilota a velocità variabile. Il secondo sistema è preferibile perchè dà un'accelerazione minore alla pellicola (la velocità massima non dovrebbe essere raggiunta in meno di 2,5 secondi) evitando gli strappi che si producono durante la sincronizzazione di un motorino sincrono. Per le riprese cinematografiche fuori sede si ricorre all'alimentazione con c. c. mediante accumulatori e gruppo elettrogeno a benzina per la ricarica. La batteria a 32 volt alimenta un gruppo motore-alternatore che genera la c. a. trifase necessaria per gli apparecchi cinematografici. Tutto il complesso pesa qualche quintale.

I. L.

6 v La **condizionatura dell'aria in un edificio** a 6 piani del volume di 32.000 m³ è stata ripartita in 3 zone distinte: sotterraneo, pianterreno, uffici (dal 2° al 6° piano). La distribuzione dell'aria nei locali della prima e seconda zona avviene fra il soffitto e la parte superiore delle finestre a mezzo di diffusori dai quali l'aria entra nei locali con una velocità di 1 m/sec; nella terza zona i diffusori sono applicati sotto alle finestre e la velocità di entrata nel locale è di 0,75 m/sec (*The El. J.* agosto 1934, pagine 301-304 e 5 figure). D'inverno l'aria viene riscaldata ed inumidita, d'estate l'aria viene raffreddata e l'umidità ridotta al valore igienicamente più adatto alla respirazione (dal 35 al 40 %). L'aria proveniente dall'esterno passa prima da un depuratore dove cede la polvere e le impurità eventualmente presenti. Per il riscaldamento dell'aria servono delle resistenze elettriche, per il raffreddamento si ricorre al principio di far evaporare dell'acqua ad una pressione molto inferiore a quella atmosferica, l'acqua così raffreddata viene diffusa nell'aria calda diretta ai locali. La pressione dell'aria nei locali è un pò superiore a quella esterna in modo da evitare l'infiltrazione di aria non condizionata dalle finestre. Malgrado la complessità dell'impianto il movimento dell'aria non porta alcun rumore nei locali; la regolazione della temperatura e della umidità dell'aria condizionata è eseguita in modo completamente automatico.

I. L.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 b **Il problema dell'illuminazione delle autostrade e delle strade di grande traffico** viene discusso da W. Hagemann in *Licht* del gennaio 1934. In particolare, si parla delle tendenze odierne nell'uso delle varie sorgenti luminose e degli apparecchi d'illuminazione relativi.
G. Co.

19 b È stato eseguito (*Ill. R.*, marzo 1934) **un impianto sperimentale di illuminazione indiretta nel Duomo di Milano.** In questo impianto sono stati adoperati 78 proiettori a specchio a grande angolo di diffusione contenenti lampade da 500 W. I proiettori sono stati collocati nelle finestrelle esistenti vicino alle imposte degli archi delle navate centrale e trasversale ed in quelle del coro, rimanendo così distanziati fra di loro di 5 m circa e ad un'altezza da terra di 32 m. Con i fasci di luce proiettati verso il soffitto si è potuta ottenere, ad un metro di altezza da terra, una intensità media d'illuminazione di circa 10 Lx su una superficie di circa 5000 m².
G. Co.

19 b Sul come dev'esser regolata, sia per la colorazione che per l'intensità, **l'illuminazione delle camere oscure per fotografia** è detto in *Ill. R.* dell'aprile 1934. In particolare, vi vengono descritti i filtri più adatti per ottenere determinate luci colorate e gli apparecchi di illuminazione più usati tanto per l'illuminazione localizzata quanto per quella generale.
G. Co.

IMPIANTI.

20 e La **lettura a distanza degli strumenti elettrici** (fino a 160 km) può farsi col sistema degli impulsi elettrici che consiste nel trasmettere un numero di impulsi al minuto proporzionale alla grandezza segnata dallo strumento (*The El. J.* agosto 1934, pagine 313-315 con 5 figure). Per i contatori generalmente non si superano mai i 5 impulsi al minuto mentre per gli strumenti indicatori si raggiunge anche il numero di 200 impulsi al minuto in corrispondenza del carico massimo. La serie di impulsi arriva alla stazione ricevente dove agisce su un milliamperometro per c. c. attraverso ad un filtro composto di un raddrizzatore ad ossido di rame, un condensatore di grande capacità ed una bobina di autoinduzione; il filtro rende più regolare il deflusso della corrente, per sua natura intermittente, attraverso il milliamperometro senza dover ricorrere al ripiego di aumentare l'inerzia dell'equipaggio mobile di questo. Per trasmettere l'indicazione dei wattmetri con zero centrale si ricorre all'artificio di trasmettere una serie di 120 impulsi/minuto quando la potenza è nulla, aumentandoli o diminuendoli a seconda che la potenza è positiva o negativa. Negli impianti a c. a. il sistema degli impulsi è di facile realizzazione poichè basta comandare il commutatore che crea gli impulsi con l'albero di un contatore ad induzione; la velocità di rotazione di questo è infatti proporzionale alla potenza nel circuito. Per trasmettere gli impulsi a grande distanza conviene inserire lungo la linea od ai terminali un amplificatore a valvole termoioniche.
I. L.

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

23 Del **Nela Park, l'Istituto per l'illuminazione** di fama mondiale che sorge su di un'area di circa 356.000 m² nei pressi di Cleveland (Ohio), si occupa *Mag. Light* nel n. 3 del 1934 in occasione dell'apertura di una grande scuola per l'illuminazione e le applicazioni elettrodomestiche istituitavi dalla General Electric Company. Sono descritti e copiosamente illustrati i grandi locali dimostrativi, i locali di studio e di soggiorno, le sale da pranzo, le cucine, i bagni, le camere da letto, gli uffici, ecc.
G. Co.

MISURE.

28 b Per la taratura di uno **spinterometro con sfere di 200 cm** di diametro è stato eseguito uno speciale impianto di prova composto di un oscillatore a raggi catodici, un generatore di impulsi ad alta tensione ed un divisore potenziometrico di tensione (*The El. J.* giugno 1934, pag. 228-232 con 14 figure). Il divisore di tensione presenta la caratteristica di avere un tratto di cavo sotto piombo inserito in serie nella resistenza potenziometrica nel punto dove viene derivata la tensione che deve essere applicata alle piastrine dell'oscillografo; con questa soluzione è possibile fare il rilievo esatto delle onde ad impulso con valore massimo persino di 2000 kV purchè l'impedenza del cavo all'impulso elettrico sia eguale alla resistenza applicata dopo il cavo. I valori di tensione desunti dallo spinterometro sono uguali tanto per impulsi negativi che positivi a condizione che la distanza fra le sfere non superi 1/4 del diametro; per distanze maggiori la distanza di scarica con onda positiva può superare anche del 7 % quella ottenibile con onda negativa a parità di distanza delle sfere.
I. L.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 v Una **vettura in diverse sezioni per servizio di transito veloce** capace di mantenere una velocità media di 30 km/ora attuali viene descritta in *The El. J.* (ottobre 1934, pag. 387-389 con 5 figure); durante l'avviamento e la frenatura si realizzano delle accelerazioni massime di 6,4 km/ora al sec in corrispondenza del carico medio di 12,5 tonn mentre col carico massimo di 45,4 tonn l'accelerazione scende a 4,4 km/ora al sec. La frenatura è ottenuta dinamicamente facendo funzionare i motori da generatori e dissipando l'energia in una resistenza; uno speciale dispositivo pendolare applica i freni ad aria quando la frenatura elettrica viene meno in modo da mantenere quasi costante la decelerazione fino all'arresto. La propulsione della vettura è affidata a 3 gruppi di 4 motori collegabili in serie e parallelo mediante due controller sistemati alle estremità della vettura, ogni motore ha la potenza di 50 kW e complessivamente la potenza disponibile è di 600 kW. L'avviamento e la frenatura sono regolati automaticamente mediante relais; la tensione di alimentazione dei motori è di 300 volt. La vettura è composta di 5 sezioni su 6 carrelli; la sua capacità è di 190 posti a sedere e di 500 posti al massimo; il peso è di 77 tonn a vuoto. Si può anche variare la composizione della vettura fra 3 e 17 sezioni; nella costruzione della vettura e dei carrelli sono state usate largamente le leghe a base di alluminio.
I. L.

41 a La **trazione elettrica nel Canadà** è limitata a 64 km di linea e 173 km di binario. I primi tronchi furono elettrificati nel 1906 con corrente monofase a 6,6 kV e 25 Hz e con corrente trifase a 1 kV, 24 Hz: più tardi (1918) i tronchi della Canadian Northern Ry furono elettrificati con corrente continua a 2400 V. (*El Bahnen*, n. 3, marzo 1934).
V. D. Ma.

41 a **Nella Costa Rica, l'elettrificazione ferroviaria** è estesa alla linea San Josè-Puntarenas ed alle diramazioni verso Alajuela ed Esparta. Le linee sono lunghe complessivamente 148 km, sono a scartamento ridotto di 1067 mm e presentano lunghe pendenze fino al 25 ‰. È impiegata la corrente monofase a 15 kV, 20 Hz, direttamente fornita da una centrale idroelettrica. (*El. Bahnen*, n. 3, marzo 1934).
V. D. Ma.

41 a La **sola ferrovia elettrificata nel Guatemala** è la San Felipe-Quezaltenango, lunga 44 km, con pendenze massime del 90-91 ‰ lungo 20 km circa ed un raggio minimo delle curve di 90 m. La linea è alimentata a 1500 V c. c. da una sottostazione equipaggiata con gruppi convertitori. L'energia elettrica è fornita, sotto forma di corrente trifase a 50 kV, 60 Hz, da una centrale idroelettrica. (*El. Bahnen*, n. 3, marzo 1934).
V. D. Ma.

41 a L'adozione della **trazione elettrica in Grecia** è limitata alla linea Atene-Pireo, elettrificata nel 1904 con corrente continua a 550 V. Si tratta di una linea a scartamento normale, lunga 0,65 km, che disimpegna un servizio esclusivamente locale. Non è prevista la elettrificazione prossima di alte linee. (*El. Bahnen*, febbraio 1934, pag. 33).
V. D. Ma.

41 a In **Jugoslavia** è progettata **l'elettrificazione** di alcuni tronchi ferroviari in Dalmazia e nella Bosnia. Tali linee verebbero alimentate con l'energia elettrica che la Societé des Phosphates Tunisiens, concessionaria per l'utilizzazione delle risorse idrauliche della Dalmazia, si è impegnata a mettere a disposizione del Governo Jugoslavo. (*El. Bahnen*, marzo 1934, pag. 60).
V. D. Ma.

41 a La grande **trazione elettrica** è applicata **in Egitto** soltanto ad alcune linee suburbane del Cairo. Queste linee, rispettivamente della lunghezza di 4, 9 e 10 km, furono costruite nel 1860 e mantenute in servizio a vapore fino al 1912. (*El. Bahnen*, n. 3, marzo 1934).
V. D. Ma.

41 a La mancanza di carbone e le difficoltà di approvvigionamento di combustibile per la trazione a vapore hanno condotto alla decisione di **elettrificare in Algeria** la linea Bône-Tébessa (230 km). Verrà dapprima elettrificato il tronco Duvivier-Oued-Keberit (90 km), particolarmente accidentato, con rampe notevoli e numerose gallerie, e con traffico merci importante. Il sistema di trazione sarà a corrente continua, 3000 V. È prevista l'elettrificazione di altre linee della rete ferroviaria algerina, lunga complessivamente 4625 km. (*El. Bahnen*, n. 3, marzo 1934).
V. D. Ma.

41 a L'esercizio ferroviario a **trazione elettrica in Argentina** ebbe inizio nel 1916 sulla ferrovia Centrale Argentina, lunga 47 km. Nel 1923 fu elettrificata, a corrente continua a 800 V, la ferrovia Buenos Aires-Moreno (41 km di linea, 126 di binario). Il tronco Buenos Aires-Mendoza fu elettrificato, con corrente continua a 3000 V, nel 1924. È progettata l'estensione dell'elettrificazione ad altre linee. (*El. Bahnen*, n. 3, marzo 1934).
V. D. Ma.

41 a **In Australia, la trazione elettrica ferroviaria** è estesa parzialmente alle linee suburbane di Melbourne e di Sydney. Della rete di Melbourne, sono elettrificati 276 km di linea e 705 km di binario; l'elettrificazione della rete di Sydney, iniziata nel 1926, è ancora in corso. Come sistema di trazione è adottato quello a corrente continua a 1500 V; l'alimentazione è fatta mediante sottostazioni con convertitori a vapore di mercurio. (*El. Bahnen*, n. 3, marzo 1934).
V. D. Ma.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

NORME

Al presente fascicolo de *L'Elettrotecnica* è allegato un Supplemento che contiene il nuovo testo del Cap. III delle norme Impianti relativo alle **Linee Aeree Esterne**, riveduto e modificato dal Sottocomitato Impianti.

Decorre quindi da oggi il termine di 3 mesi durante i quali chiunque può trasmettere osservazioni e proposte alla Segreteria del C.E.I. presso l'Ufficio Centrale dell'A.E.I.

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI MILANO

Nelle sere dell'11 e del 18 gennaio 1935, hanno avuto luogo le due annunciate conferenze del Prof. Ing. **Scipione Treves** sul tema: **« Misure telefoniche ».**

Presiedeva l'Ing. Luigi Gasparoni.

Dopo aver accennato sommariamente alle diverse classificazioni possibili nel campo delle misure telefoniche, sia sotto il riguardo delle grandezze da misurare, sia dal punto di vista dei circuiti e delle apparecchiature, su cui le misure vengono effettuate, il Prof. Treves ha ricordato i metodi di misura fondamentali, descrivendone dettagliatamente le caratteristiche e le modalità e soffermandosi in particolar modo sui metodi a ponte, di paragone, di punto fischiante e a lettura diretta.

Richiamate le definizioni delle principali grandezze, che compaiono nello studio della trasmissione telefonica, vennero successivamente esposti, col sussidio di interessanti proiezioni, gli schemi dei diversi tipi di sorgenti di f.e.m. a frequenze acustiche e dei principali apparecchi oggidì applicati per misure di tensione e di corrente, per il rilievo dei parametri primari e secondari dei circuiti, per la determinazione dell'attenuazione, dell'equivalente di trasmissione e della diafonia sia vicina sia lontana sui circuiti interurbani.

Nella seconda comunicazione, dopo aver ricordato la costituzione dei ripetitori a due e a quattro fili, il conferenziere ha descritto gli apparecchi usati per misure di guadagno e di trasmissione in genere, soffermandosi in particolare sull'uso del registratore di livello, che consente di ricavare in modo completamente automatico diagrammi e grafici delle più importanti grandezze della trasmissione, determinando nella forma più completa e precisa tutte le caratteristiche di trasmissione dei circuiti.

Vennero pure esposti i principi, su cui si fondano i più moderni apparecchi per misure di punto fischiante, di formazione e controllo degli equilibratori, di tempo di propagazione, di coefficiente di distorsione non lineare e di tensione di rumore; nè mancò un cenno sui campioni di trasmissione sia internazionali sia nazionali e sui relativi equivalenti di riferimento.

Certamente l'odierna possibilità di ricorrere su larga scala — sopratutto grazie all'uso sempre crescente nella tecnica di cellule rettificatrici a ossido di rame — a metodi oggettivi, e lettura diretta, invece che a metodi soggettivi, unitamente all'opportunità di disporre di apparecchi semplici, precisi, di uso celere e generalmente di prezzo non eccessivo fa sì, che oggidì l'esecuzione di misure a frequenze acustiche o musicali su circuiti per trasmissioni a medie e grandi distanze non è più limitata alle grandi Amministrazioni istatali, ma può estendersi anche alle Società Concessionarie dei diversi Paesi, che un tempo invece si contentavano di effettuare soltanto misure in corrente continua e alla voce.

Ed appunto questo notevolissimo perfezionamento della tecnica delle misure è forse l'indice più significativo dell'enorme progresso compiuto dalla moderna telefonia a grande distanza, che in questi ultimi anni con lo sviluppo dell'automatizzazione rurale, con i collegamenti ai ponti radio intercontinentali, con il convogliamento su circuiti in cavo di frequenze vettrici che sconfinano dalle bande acustica e ultra-acustica per entrare nettamente nel campo delle radiofrequenze, ha raggiunto e superato mete impensate e forse imprevedibili.

Le due comunicazioni del Prof. Treves furono pure illustrate da interessanti esperimenti pratici, grazie al cortese interessamento della Soc. Italiana Reti Telefoniche Interurbane (S.I.R.T.I.), che pose a disposizione le apparecchiature necessarie. Nel corso della prima comunicazione vennero così effettuate prove su oscillatori a frequenze acustiche e misure di impedenza e di diafonia su linee artificiali di adatte caratteristiche, opportunamente predisposte. Nel corso della seconda conferenza, oltre a misure di squilibri d'impedenza, di guadagno e di punto fischiante, venne praticamente dimostrato il funzionamento di un registratore di livello, appositamente montato nel salone dell'Associazione.

Lo scelto uditorio, formato in maggioranza di tecnici particolarmente competenti nella materia delle comunicazioni, ha seguito l'oratore, nella sua chiara e precisa esposizione, con attenzione ed interesse e gli ha tributato al termine di ciascuna conferenza un vivo e meritato applauso.

Il Presidente Ing. Gasparoni ha ringraziato vivamente il Conferenziere per le due interessanti comunicazioni ed ha associato nel suo cordiale ringraziamento anche la S.I.R.T.I. che si è gentilmente prestata per la riuscita esecuzione degli esperimenti pratici.

* *

SEZIONE DI NAPOLI

Verbale della Riunione di Consiglio del 14 dicembre 1934-XIII. — Alle ore 21,30 il Presidente Prof. Giordani apre la seduta e parla della nomina delle « Nuove cariche sociali pel triennio 1935-1937 ». Il Prof. Giordani ricorda i criteri tradizionali a cui ci si attiene nella nomina delle nuove cariche, ed espone diffusamente la situazione attuale della Sezione.

I Consiglieri udita la relazione del Presidente dopo breve esauriente discussione stabiliscono che ai primi del 1935 venga convocata l'Assemblea generale dei soci per la nomina del nuovo Consiglio.

Il Prof. Giordani riferisce poi sui rapporti finanziari col Centro di Coltura e parla del saldo da versare per la gestione 1934. Il Presidente parla delle spese incontrate per l'adattamento della nuova sede e delle spese di gestione incontrate nel primo anno.

Dopo breve discussione si stabilisce che la Sezione dia un contributo a saldo per l'anno 1934 di L. 6000 di cui 3000 per saldo spese di impianto e L. 3000 a saldo spese di gestione. Salvo poi a rivedere la spesa di gestione del 1935 e a stabilire il nuovo contributo, questione di cui si occuperà il nuovo Consiglio.

Nelle varie il Prof. Giordani avverte che a fine dicembre visarà la visita alla nuova linea elettrificata Napoli-Salerno, visita che sarà preceduta da una conferenza illustrativa alla Sezione che sarà tenuta dall'Ing. Vincenzo Bifulco.

Il Presidente parla poi della nuova categoria di soci sostenitori ed invita i Consiglieri a fare opera attiva di propaganda.

Alle ore 22 non essendovi altro a deliberare il Presidente toglie la seduta.

* *

Il 28 dicembre 1934 il Prof. Giordani apre la seduta alle ore 21,30 e prima di dare la parola al chiarissimo Ing. Bifulco, ricorda ed illustra ai soci la nuova categoria di *sostenitori* stabilita a Gardone nella assemblea generale del 26 settembre 1934.

Il Presidente presenta poi tre nuovi soci, i Sigg.: *Izzi* Ing. *Salvatore*, presentato dei soci Ing. Stefano Brun e Ing. Guido Cerillo; *Mazzoleni* Ing. *Dante*, presentato dai soci Ing. Carmelo La Greca e Ing. Giacinto Froggio; *Nupiero* Sig. *Antonio*, presentato dai soci Sig. Attilio Barra e Sig. Nicola Mazzarella.

L'Ing. **Bifulco** inizia esponendo rapidamente i **concetti informatori** che hanno guidato l'Amministrazione delle FF. SS. alla **elettrificazione della linea Napoli-Salerno e diramazioni.**

Descrive rapidamente l'impianto ed in particolare si sofferma alla sottostazione di Cava dei Tirreni dove i soci andranno il 30 dicembre.

L'Ing. Bifulco accenna alle soluzioni possibili da realizzarsi quando si voglia ottenere il recupero. Si potrebbero inserire i convertitori o per meglio dire i mutatori in parallelo su un solo trasformatore uno per l'energia da erogare e l'altro per quella da recuperare, ovvero si potrebbe aver sul mutatore un invertitore automatico delle connessioni sì da fargli automaticamente variare la funzione.

A Cava si è adottata la disposizione di avere due gruppi normali erogatori da 2.000 kW l'uno ed inoltre un terzo gruppo adatto per il recupero provvisto da invertitore automatico delle connessioni.

L'Ing. Bifulco attentamente seguito dai Soci parla poi delle altre pecularità dell'impianto soffermandosi anche alle varie difficoltà incontrate e risolte per l'elettrificazione di una linea densa di opere d'arte d'ogni genere e attraversante una zona intensamente abitata.

La fine dell'esposizione dell'Ing. Bifulco è accolta dagli applausi fervidi dei numerosi soci presenti.

Il giorno 30 dicembre una folta comitiva di soci si trovò alla stazione centrale e quindi in vettura speciale gentilmente concessa dall'Amministrazione delle FF. SS., si recò a Cava dei Tirreni.

Con la comitiva si unì anche il Comm. Ing. Costantino Franzi Capo dell'Ufficio I. E. S. del Compartimento di Napoli, il quale

insieme all'Ing. Bifulco fece da guida ai soci nella visita della Sottostazione.

I soci visitarono minutamente le varie parti della sottostazione e si interessarono poi dei dettagli dell'installazione ottenendo chiare ed esaurienti spiegazioni.

Particolarmente osservato fu il mutatore adatto al funzionamento a recupero e sul quale stanno per essere iniziate le prove definitive.

L'Ing. Cerillo in assenza del Prof. Giordani, ringraziò vivamente il Comm. Franzi, l'Ing. Bifulco e gli altri funzionari e tecnici delle FF. SS. per la cordiale accoglienza e per le cortesi spiegazioni.

Alle 12 la comitiva dei soci aveva già fatto ritorno a Napoli.

* *

Assemblea generale del 16 gennaio 1935. — Alle ore 21,30 il Vice Presidente, Ing. Cerillo, apre la seduta, in sostituzione del Presidente Giordani dovutosi trattenere a Roma per improvvise ragioni.

L'Ing. Cerillo propone di invertire l'ordine del giorno cominciando dalle varie.

L'assemblea approva la proposta.

L'Ing. Cerillo comunica i nomi dei seguenti nuovi soci:

Ing. *Ettore de la Greunelais*; Ing. *Alfonso Brancaccio*; Ing. *Gerardo Cardente*; Ing. *Matteo Di Cunto*; Ing. *Pasquale d'Elia*; Ing. *Alfredo Grassi*; Ing. *Aniello Jacono*; Ing. *Antonio Passari*; Ing. *Enrico Sasso*; Ing. *Giuseppe Testa*; Ing. *F. Saverio Del Re*; Ing. *Arturo Jannucci*; Ing. *Guido Mattei*; Ing. *Eugenio Panico*; Ing. *Mario Rispo*; Ing. *Aldo Rossi*; Ing. *Michele Scognamiglio*.

L'Ing. Cerillo passa poi a parlare della nuova categoria di soci sostenitori.

Soci individuali sostenitori: coloro che verseranno oltre l'ordinaria quota annuale, lire cento all'anno (80 alla Sede Centrale, 20 alla Sezione).

Il nome dei soci sostenitori sarà via via pubblicato su *L'Elettrotecnica*, essi avranno diritto al volume dei Rendiconti e, conseguentemente, pagheranno 25 lire in meno per l'iscrizione al Congresso annuale.

Coloro che rimarranno Soci sostenitori almeno per quattro anni, saranno proclamati benemeriti (art. 7 dello Statuto), riceveranno un distintivo d'oro analogo a quello dei soci vitalizi ed il loro nome verrà stampato in grassetto nell'elenco soci.

Soci collettivi sostenitori: gli Enti che, oltre la quota ordinaria, verseranno annualmente almeno lire cinquecento (400 alla Sede Centrale, 100 alla Sezione).

Il nome dei soci collettivi sostenitori sarà via via pubblicato su *L'Elettrotecnica*. Essi avranno diritto a 5 copie de *L'Elettrotecnica* (o dell'*Alta Frequenza*) e di tutte le Norme pubblicate nell'anno. Non occorre aggiungere che anche i soci vitalizi e perpetui possono farsi sostenitori versando annualmente solo le quote complementari.

L'Ing. Cerillo riferisce poi sull'attività della Sezione nel triennio 1932-1934.

Nel triennio 1932-34 la Sezione di Napoli ha svolto una importante attività, che si può riassumere nelle seguenti cifre: sono state

35 riunioni alla sede (di cui 3 assemblee);
9 » presso il R. Istituto Superiore d'Ingegneria;
10 gite ad impianti diversi dell'Italia Centrale e Meridionale.

Tra le manifestazioni degne di menzione vi sono da ricordare le conferenze dei Proff. Bordoni sulle « *Incognite nei fenomeni elettrici dell'atmosfera* »; Carrelli sulla « *Trasmutazione artificiale degli elementi* » e su « *L'elemento 93* »; Rizzo sui « *Raggi cosmici* » e Lori sui « *Plasmi luminosi* ».

Un'altra importante manifestazione si è avuta in occasione della inaugurazione ufficiale della sede in via Tarsia avvenuta il 28 giugno 1933 con la conferenza dell'Ing. Cenzato: « *Storia elettrica del Mezzogiorno d'Italia* » essendo presenti tutte le Autorità politiche, civili e militari.

Le riunioni al Politecnico hanno avuto sopratutto lo scopo di diffondere tra i giovani allievi le notizie pratiche inerenti l'esercizio delle molteplici attività industriali di carattere elettrotecnico.

Le gite non sono state molte, però alcune sono state assai importanti; da ricordare in specie quella Abruzzese durata tre giorni e che permise ad una numerosa comitiva di soci di visitare gli impianti idroelettrici del Volturno, del Pescara, del Sagittario oltre alla stazione amplificatrice di Mignano, del cavo telefonico Roma-Napoli; quella al Gargano durata due giorni che fu compiuta in unione alla Sezione Pugliese con la visita della ferrovia elettrica S. Severo-Peschici e dell'impianto di sollevamento di Monte Santangelo.

Infine da ricordare la gita a Roma per la visita ai modernissimi impianti della Città del Vaticano compiuta in unione ai soci della Sezione di Roma e Pugliese.

La visita interessantissima culminò nell'udienza speciale concessa dal Santo Padre il quale dopo un elevato discorso impartì a tutti i soci dell'A.E.I. e ai loro famigliari l'Apostolica Benedizione.

Occorre poi ricordare che nel triennio decorso e precisamente nell'estate 1933 la Sezione ha contribuito per l'organizzazione del Congresso Nazionale dell'A.E.I. a Sorrento.

Infine nello stesso 1933 la Sezione in unione col Sindacato Ingegneri a cui è legata da cordiali rapporti, ha stabilito la sua sede nell'edificio di via Tarsia di proprietà del Comune di Napoli e dato in uso al Sindacato Ingegneri, all'A.E.I. e all'Istituto d'Incoraggiamento.

L'Ing. Cerillo passa poi a parlare della situazione soci.

I soci della Sezione di Napoli hanno subito nel triennio 1932-34 una live contrazione come è dimostrato dalle segueni cifre:

	31-12-1931	31-12-1934
Soci individuali	483	426
Soci collettivi	19	18
Totali	502	444

I nuovi soci ammessi nel triennio sono stati n. 78.

Questa contrazione importa la conseguenza statutaria come si vedrà, passando in seguito alla nomina delle nuove cariche, che i consiglieri di sezione e i consiglieri delegati alla Sede Centrale non possono essere più di dieci.

Ad ogni modo vi è da sperare che sotto il vigoroso impulso della nuova Presidenza possa la Sezione ampliarsi ed estendersi sempre più.

L'Ing. Cerillo passa quindi a parlare sui bilanci:

CONSUNTIVO 1934 E PREVENTIVO 1935.

La gestione 1934 è stata del tutto tranquilla, figurano ancora nelle spese dei contributi a fondo perduto per la sistemazione della nuova sede. Il Bilancio consuntivo 1934 è il seguente:

Attivo:

Residuo in Cassa al 31 dicembre 1934		L. 16.527,70
Titoli di Stato		» 17.946,40
Quote da esigere pel 1934:		
Residenti	95 × 80	L. 7.600,—
Non residenti	36 × 75	» 2.700,—
Residenti all'estero	3 × 120	» 360,—
Quote arretrate anni precedenti		» 2.480,—
Quote arretrate esatte:		
Residenti	30 × 80 + 5	L. 2.405,—
Non residenti	21 × 75 + 2,80	» 1.577,80
Residenti all'estero	2 × 120	» 240,—
Collett. 2ª categ.	1 × 250	» 250,—
Tassa ammissione	1 × 10	» 10,—
Quote esatte 1934:		
Residenti	219 × 80	L. 17.520,—
Non residenti	76 × 75	» 5.700,—
Residenti all'estero	3 × 120	» 360,—
Collett. 1ª categ.	14 × 500	» 7.000,—
Collett. 2ª categ.	3 × 250	» 750,—
Tasse ammissione	10 × 10	» 100,—
Quote in conto 1935		» 575,—
Rendita titoli		» 1.600,—
Interessi libretto		» 350,20
Pranzo		» 684,—
Rend.		» 34,15
Totale		L. 86.770,25

Passivo:

Contributo Sede Centrale a saldo 1934	L. 18.640,—
Contribuzione gestione sede centro di coltura	» 10.000,—
Compenso e spese esazione	» 417,05
Spese postali	» 785,60
Abbonamenti riviste	» 539,—
Compensi per assistenza conferenze	» 335,—
Stampati e cancelleria	» 1.393,50
Gratifiche e regalie	» 1.365,—
Manifestazioni sociali	» 106,95
Piccole spese	» 127,75
Album ricordo Ing. Selmo	» 100,20
Opere assistenziali	» 700,—
Residuo a pareggio	L. 52.260,20
	L. 86.770,25

Il residuo è costituito da:

Titoli di rendita	L. 17.946,40
Quote da esigere	» 13.140,—
C. C.	» 1.847,60
Contanti	» 19.326,20
	L. 52.260,20

Il residuo è di circa 4000 lire superiore a quello previsto nel bilancio preventivo 1934 sottoposto alla precedente assemblea generale dei soci del 10 gennaio 1934.

L'Ing. Cerillo rileva tuttavia l'ingente cifra ancora da riscuotere dei soci e le varie difficoltà che s'incontrano.

Per tali motivi il bilancio preventivo 1935 è stato impostato con grande prudenza per tener conto sia di una ulteriore ed eventuale riduzione dei soci, sia per far fronte a qualche ulteriore spesa di sistemazione della sede.

Il bilancio preventivo 1935 è il seguente:

PREVENTIVO 1935.

Attivo:

Residuo attivo come da bilancio consuntivo 1934		L. 52.260,20
Quote 1935:		
Residenti	303 × 80	L. 24.240,—
Non residenti	111 × 75	» 8.325,—
Residenti all'estero	6 × 120	» 720,—
Collett. 1ª categ.	14 × 500	» 7.000,—
Collett. 2ª categ.	4 × 250	» 1.000,—
Rendita titoli		» 700,—
» libretto e c. c. postale		» 400,—
Un nuovo socio residente		» 90,—
» » » non residente		» 85,—
		L. 94.570,20
Quote pel 1935 già esatte		» 575,—
		L. 93.995,20

Passivo:

Contribuzione Sede Centrale per soci:		
Residenti e non residenti	418 × 50	L. 20.900,—
Residenti all'estero	6 × 95	» 570,—
Soci collettivi	18 × 150	» 2.700,—
Spese gestione centro coltura		» 6.000,—
Spese postali		» 800,—
Abbonamenti riviste		» 1.000,—
Compensi, gratifiche personale		» 1.400,—
Cancelleria e stampati		» 1.500,—
Compenso e spese per esazione		» 450,—
Piccole spese		» 150,—
Imprevisti e perdite		» 5.000,—
		L. 40.470,—
Residuo attivo		» 53.525,20
		L. 93.995,20

A questo punto vengono nominati revisori i Sigg.: Ing. Mario De Querquis e Prof. Guido Maione i quali controllano la concordanza delle cifre.

I bilanci vengono poi approvati all'unanimità e per acclamazione.

Il Vice Presidente passa poi all'ultimo punto dell'ordine del giorno:

Nomina nuove cariche sociali per il triennio 1935-37 e di cinque Consiglieri delegati presso la Sede Centrale.

L'Ing. Cerillo annuncia che per compiuto triennio scadono dalle cariche a fianco di ciascuno segnate:

Giordani S. E. Prof. Francesco, *Presidente;* Cerillo Ing. Guido, *Vice Presidente;* Masoni Ing. Luigi, *Segretario;* Tocchetti Ing. Luigi, *Vice Segretario;* Sersale Ing. Carlo, *Cassiere.*

Addeo Avv. Comm. Giuseppe; Bakunin Prof. Marussia; Eller Vainicher Ing. Luigi; Greco Dott. Ing. Comm. Luigi; Ippolito Dott. Ing. Prof. Girolamo; Mastrangelo Dott. Ing. Vincenzo; Masturzo Dott. Ing. Tullio; Motti Dott. Ing. Francesco; Pansini Dott. Ing. Sergio; Schisano Dott. Ing. Gr. Uff. Roberto; Tolomeo Dott. Ing. Domenico, *Consiglieri.*

Scadono inoltre sei Consiglieri delegati:

Cavaccini Prof. Ing. Cav. Nicola; Franzi Dott. Ing. Comm. Costantino; Leanza Dott. Ing. Cav. Eugenio; Maffezzoli Prof. Dott. Ing. Alfonso; Maglione Dott. Ing. Girolamo; Rocca Dott. Ing. Fausto.

L'Ing. Cerillo a nome del Prof. Giordani esprime a tutti un cordiale ringraziamento per l'opera proficua svolta a favore della Sezione.

Occorre pertanto procedere alla nomina del Presidente, Vice Presidente, Segretario, Vice Segretario, Cassiere, di dieci Consiglieri di Sezione e dei Consiglieri delegati, che con i Consiglieri delegati rimasi in carica completano la lista dei Consiglieri delegati.

Chiede la parola il Consigliere delegato Rossi Ing. Prof. Ettore, il quale rilevato che alla Sezione di Napoli si è sempre proceduto a votazione per acclamazione, propone anche a nome di molti altri consoci che vengano eletti alle cariche a fianco di ciascuno indicate i Signori:

Greco Ing. Comm. Luigi, *Presidente;* Ferrando Ing. Giuseppe, *Vice Presidente;* Tocchetti Ing. Luigi, *Segretario;* Pistilli Ing. Giuseppe, *Vice Segretario;* Sersale Ing. Carlo, *Cassiere.*

Cangia Ing. G. Domenico; Cerillo Ing. Guido; Focaccia Ing. Prof. Basilio; Finzi Ing. Leo; Guerra Ing. Carlo; Leanza Ing. Cav. Eugenio; Maffezzoli On. Ing. Alfonso; Masoni Dott. Ing. Luigi; Paolantonio Ing. Sergio; Pizzuti Prof. Ing. Michele, *Consiglieri.*

Bifulco Ing. Vincenzo; Catalano Ing. Cav. Giorgio; Gianturco Ing. Vincenzo; Giordani Prof. Francesco; Motti Ing. Francesco; Tolomeo Ing. Domenico, *Consiglieri delegati.*

L'assemblea unanime aprova la lista tra entusiastiche acclamazioni specie all'indirizzo del nuovo Presidente il Prof. Comm. Greco che ringrazia vivamente.

Alle ore 22,15 l'assemblea dei soci è terminata.

I soci rimangono in sede di riunione per udire il Prof. Ing. **Lorenzo De Montemayor** sull'interessante argomento: **«Ultrasuoni»**.

L'Ing. Cerillo ringraziato il Prof. De Montemayor gli dà la parola.

Il Prof. De Montemayor inizia la comunicazione definendo gli ultrasuoni come oscillazioni elastiche con frequenza superiore a 20.000 Hz non percepibili dal nostro orecchio.

Parla della loro velocità di propagazione nell'aria e nell'acqua marina di media composizione, parla della possibilità di poterli artificialmente creare e dirigere a fascio in una determinata direzione a profittto di numerose e svariate applicazioni pratiche.

Il Prof. De Montemayor, richiamate rapidamente alcune notizie teoriche, si sofferma ad illustrare il fenomeno d'assorbimento e quindi descrive i tipi di apparecchi ora in uso per la produzione di questi ultrasuoni.

In particolare dopo aver riassunta brevemente le proprietà piezoelettriche del quarzo, descrive nei dettagli il generatore di ultrasuoni costituito da tante piccole lamelle di quarzo incollate tra loro e tenute a posto tra due grosse piastre di acciaio (sandwich piezoelettrico). Ne descrive le proprietà ed i risultati pratici che si raggiungono.

Il Prof. De Mantemayor accenna infine agli apparecchi ricevitori quasi sempre pure del tipo a quarzo piezoelettrico oppure costituiti di microfoni di tipo speciale, adatti questi ultimi a raccogliere le oscillazioni elastiche del mezzo di frequenza non superiore a 60.000 Hz.

In ultimo l'Oratore illustra le principali applicazioni degli ultrasonori nella navigazione, nel campo della chimica e della biologia, accennendo brevemente alle numerose applicazioni ancora da compiere e alle ricerche ancora da fare per ottenere sempre più numerosi e vasti vantaggi.

Il Prof. De Montemayor, la cui lucida esposizione era stata attentamente seguita è salutato alla fine da calorosi applausi.

Il Vice Presidente Cerillo e numerosi altri soci si congratulano vivamente col conferenziere.

* *

SEZIONE DI ROMA

Il 16 dicembre u. s. i soci della Sezione, effettuarono la preannunciata visita al **Centro di trasformazione e di distribuzione** situato in via Piacenza, che l'Azienda Elettrica del Governatorato di Roma (A.E.G.R.) ha inaugurato il 28 ottobre 1934.

Erano a ricevere gli intervenuti il Comm. Ing. Corrado Puccioni, l'Ing. Carlo Parvopassu, rispettivamente Direttore e Capo del Servizio Impianti della A.E.G.R., ed altri funzionari dell'Azienda stessa.

La visita riuscì interessantissima e fu preceduta da una breve esposizione dell'Ing. Puccioni circa gli impianti di produzione e di distribuzione dell'A.E.G.R. con speciale riguardo al «Centro» oggetto della visita.

Il Presidente, Ing. Faranda, espresse infine all'Ing. Puccioni ed ai suoi valenti collaboratori il vivo compiacimento e ringraziamento degli intervenuti.

*

Le utenze della A.E.G.R. assorbono oggi circa 150 milioni annui di kWh, con potenze che, in ore di punta, superano ormai i 37.000 kW.

Per provvedere alla produzione ed al trasporto di tale energia, la A.E.G.R. dispone di tre centrali idroelettriche e di una centrale termoelettrica; di circa 170 km di linee aeree di trasmissione a 30.000 e 60.000 volt colleganti le centrali suddette fra di loro e con gli impianti di altri Enti pubblici e privati produttori di energia; delle relative sottostazioni di trasformazione da 30.000 e 60.000 a 8400 volt, collocate di norma presso le centrali di produzione, oppure in nodi di particolare importanza.

Per la distribuzione della energia nella città l'Azienda dispone di una vasta rete a 8400 volt, costituita da cavi sotterranei e, in piccola parte, da linee aeree. In tale rete viene immessa energia principalmente nella sua zona centrale, e, per il rimanente, alla periferia con prelevamento diretto dalla centrale termoelettrica Montemartini e da una sottostazione presso Prenestina.

IL LIBRO D'ORO DELL'A. E. I.

Secondo elenco dei Soci Sostenitori dal 10 gennaio al 10 marzo 1935
(Vedasi elenco precedente nel N. 1)

Sezione di BOLOGNA

FUNGHINI Ing. Cav. Giuseppe

Sezione di GENOVA

CARLI Carlo
DE MICHELI Ing. Carlo

Sezione di MILANO

LOCATELLI Ing. Giuseppe
ALESSANDRI Ing. Eugenio
CATTANEO Ing. Comm. Mario

Sezione di NAPOLI

**Soc. Generale Elettrica Napoletana

Sezione PUGLIESE

MARINACCI Vincenzo
**Soc. Generale Pugliese di Elettricità

Sezione di ROMA

THURLOW Giuseppe
**Soc. Italiana «Italo Radio»
**Ministero della Guerra, Direz. Gener. del Genio Militare
**Azienda Tranvie e Autobus del Governatorato di Roma

Sezione SARDA

SILVA Ing. Cav. Silvio

Sezione di TORINO

ANDREONI Ing. Carlo
**Azienda Tranvie Municipali
LUTZ Ing. Carlo

Sezione di TRIESTE

PEDROTTI Ing. Felice
**Azienda Comunale Elettricità e Gas

Sezione VENETA

REVESSI Ing. Prof. Giuseppe
DE FASSI Dott. Giovanni

** *Socio collettivo*

La rete convoglia l'energia ad oltre 300 cabine urbane di trasformazione, dalle quali irradia una seconda rete di cavi e di linee aeree a bassa tensione (210 volt) che convoglia l'energia fino agli utenti.

Dalle suddette cabine irradia anche una terza rete, speciale, che provvede alla distribuzione dell'energia per la pubblica illuminazione.

L'alimentazione centrale della rete urbana veniva fatta finora da due cabine principali di semplice smistamento, alimentate da sei cavi a 8400 volt provenienti dalla centrale Montemartini.

L'incessante incremento della potenza di punta imponeva, per altro, un forte aumento di portata di cavi di collegamento fra centrale Montemartini e centro della città. Si imponeva, d'altra parte, una sostituzione delle cabine principali di smistamento, che si sarebbero rese a breve scadenza insufficienti alla loro funzione; tanto più che una di esse, situata in via dei Modelli, risultava compresa in zona di demolizione secondo il piano Regolatore 1931. Queste circostanze hanno condotto alla creazione del nuovo Centro di via Piacenza.

Altri centri di alimentazione sono in progetto (Monte Sacro-Tuscolano), che, insieme con la centrale Montemartini, provvederanno rispettivamente alla alimentazione delle zone Nord, Est, Sud, della periferia lasciando al Centro di via Piacenza il compito di alimentare tutto il centro della città, e cioè, approssimativamente, la zona racchiusa dalle antiche mura di Roma.

Il nuovo Centro non è di semplice smistamento; infatti l'aumento di portata da 12.000 a 42.000 kVA dei collegamenti con la centrale Montemartini, è stato ottenuto non moltiplicando i cavi a 8400 volt, ma adottando — per la prima volta in Roma — una trasmissione in cavi sotterranei a 60.000 volt; in correlazione, il Centro comprende, oltre all'ampio quadro di smistamento e di comando a 8400 volt, anche una sottostazione di trasformazione 60.000/8400 volt della potenza di 30.000 kVA, con due trasformatori da 15.000 kVA ciascuna.

Una moderna sala banchi di manovra accentra i comandi ed controlli relativi ai trasformatori, ai preesistenti sei cavi alimentatori a 8400 volt, ed ai 24 cavi erogatori irradiantisi dal Centro.

Normalmente l'esercizio vien fatto colla trasmissione a 60.000 volt, mediante la quale l'energia delle centrali giunge direttamente a via Piacenza, facendo semplice transito alla centrale Montemartini; sei cavi a 8400 volt servono da riserva, e per l'eventualità di alimentazioni separate, termiche o idriche, che talora si rendono utili in speciali circostanze.

Una delle caratteristiche salienti del nuovo Centro è quella di una grande compattezza di disposizione, dovuta essenzialmente alla scarsità dell'area disponibile nella località centralissima che occorreva prescegliere per la installazione di cui si tratta.

La trasmissione dell'energia a 60.000 volt è ottenuta mediante sei cavi monofasi della sezione di 75 mm², isolati in carta impregnata di speciale miscela, e rivestiti di piombo con copertura di juta.

Non potendosi adottare per cavi monofasi la corazzatura in acciaio usata per quelli trifasi, i cavi in questione sono stati posati, nella loro trincea profonda 1 m 50, in speciali tavelloni scanalati di protezione, in cemento armato, con copertura dello stesso materiale.

La lunghezza del tronco di linea così formato è di circa 4,5 km, corrispondenti a 27 km di cavo monofase.

Il fabbricato, costruito in cemento armato, copre un'area di m 12,50×16 ed ha una altezza di 17 m su via Piacenza e di 26 metri sul piano delle fondazioni. Comprende un sotterraneo e quattro piani, uno seminterrato, in elevazione gli altri.

Nel sotterraneo entrano e si smistano i cavi a 60.000 volt e quelli a 8400 volt provenienti dalla centrale Montemartini.

Nel seminterrato si trova il locale per i due trasformatori da 15.000 kVA, servito nella parte centrale da una grue a ponte da 40 tonn.; si trova altresì la sala delle sbarre a 60.000 volt, nella quale giungono i cavi ad altissima tensione e sono installate le relative apparecchiature di testa.

Il primo piano contiene la sala dei banchi di manovra e due locali annessi: nella sala risiede il personale di turno, che da essa può manovrare a distanza tutti gli interruttori del Centro, e rendersi conto in ogni istante dello stato del servizio, a mezzo di un modernissimo quadro a segnalazioni luminose.

Nel secondo piano sono installate tutte le apparecchiature a 8400 volt relative ai trasformatori ed ai 30 cavi a 8400 V, alimentatori od erogatori.

L'ultimo piano comprende alcuni ambienti destinati ad uffici, ed alle batterie di accumulatori occorrenti per le segnalazioni e per i comandi; comprende inoltre una terrazza coperta, disposta in modo da risultare ottimamente ventilata, nella quale trovano posto due grandi batterie di radiatori per la refrigerazione dell'olio dei trasformatori, che apposite pompe sollevano dalla quota assai più bassa (locale seminterrato) in cui i trasformatori si trovano.

La disposizione suddetta dei trasformatori è originale e caratteristica di questa sottostazione; essa è stata studiata per superare le difficoltà inerenti alla installazione di unità di grande potenza e di grande peso in un edificio di piccola pianta compreso fra altri edifici; difficoltà che si aggravano quando si debba, come nel caso presente, adottare raffreddamento ad aria, per mancanza di acqua perenne in quantità sufficiente, e rinunziare alla ventilazione forzata onde la sottostazione non risulti rumorosa e quindi incompatibile con una località centrale intensamente abitata.

PERSONALIA

Come venne già pubblicato nel «Bollettino Ufficiale» del 31 dicembre 1934-XIII, il nostro socio Cav. **Angelo Betzu** Ufficiale in S. P. E. in forza della nuova legge sull'avanzamento degli Ufficiali, è stato dichiarato prescelto per il ruolo Comando nella stessa Arma del Genio e promosso Ten. Colonnello; resta confermata la sua destinazione all'Ufficio Fortificazioni del Corpo d'Armata di Bologna.

All'esimio consocio le più vive e cordiali congratulazioni per il meritato e onorifico riconoscimento.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI CATANIA (presso la R. Università).

23 Febbraio - ore 18,30. — MATTIOLI Prof. Gian Domnico: «Aspetti meccanici del volo».

SEZIONE DI LIVORNO (Via Cairoli - Palazzo della Galleria).

7 Marzo - ore 21,15. — PISTOIA Prof. Dott. Cosimo: «Fotosbarramenti e fotocomunicazioni».

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

1º Marzo - ore 21. — *Assemblea Generale Ordinaria dei Soci*. Seguirà: VALLE Prof. Dott. Giorgio: «I fondamenti della elettrotecnica nella fisica moderna».

15 Marzo - ore 21,15. — ZERIALI Ing. Giovanni: «Risultati di un decennio di esperienze pratiche sulla saldatura di ventole per ventilatori e macchine elettriche».

SEZIONE DI NAPOLI (Via Tarsia, 39).

25 Febbraio - ore 10. — Visita alla Mostra d'Arte Coloniale nel Maschio Angioino e agli impianti d'illuminazione e riscaldamento dello stesso.

SEZIONE DI TORINO (Piazzetta Madonna degli Angeli, 2)

23 Febbraio - ore 21,15. - presso l'Istituto di Fisica della R. Università. — S. E. Prof. Enrico FERMI: «Radioattività provocata da bombardamento di neutroni».

SEZIONE DI TRENTO (Via Belenzani, 27).

26 Febbraio - ore 21 - presso l'Istituto Fascista di Coltura. — LORI Prof. Ing. Gr. Uff. Ferdinando: «Onde e corpuscoli».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile*. Ind. Graf. It. STUCCHI - Milano.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, DIRETTORE DELLA RIVISTA - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ, REDATTORE CAPO - F. NERI - G. SILVA, REDATTORI - M. BOELLA - P. LOMBARDI, COLLABORATORI ORDINARI

AMMINISTRAZIONE: UFFICIO CENTRALE DELL'A.E.I.: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (2/2) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086 - C/C POSTALE 3/1189 - MILANO

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

SOMMARIO

Realtà pratica ed esperienze di laboratorio.

Se è vero, come fu detto, che il bello è lo splendore del vero, non può far meraviglia che nelle forme più varie delle manifestazioni umane, anche in quelle che più sembrano lontane da ogni riflesso artistico, si generi sempre, in chi a fondo le coltivi, un certo senso estetico; è quella mentalità per la quale lo scienziato od il tecnico si compiacciono di una esperienza « elegante ».

Questo atteggiamento mentale se, da una parte rivela in chi la manifesta una lunga preparazione intellettuale ed una profonda assimilazione del proprio ordine di studi, può d'altra parte essere pericolosa in quanto tende ad allontanare lo studioso o lo sperimentatore da quelli che sono i problemi contingenti delle pratiche applicazioni.

Questi ultimi infatti difficilmente si prestano, per la loro stessa natura complessa e spesso non ben definita, alla esperienza « elegante » la quale esige quasi sempre un certo schematicismo semplificatore che rende poi incerta l'applicazione del risultato ottenuto alle necessità della tecnica. È così ad esempio che mentre innumerevoli esperienze sono state eseguite sulle scariche esplosive, l'enorme maggioranza di esse si riferisce ad elettrodi di forma particolare e ben definita, punte o sfere, mentre assai scarse sono, nel confronto, le esperienze relative ad elettrodi complessi e svariati come quelli che entrano in gioco nelle scariche che possono avvenire negli impianti elettrici.

Senza menomare l'importanza delle esperienze del primo genere che, hanno fra l'altro servito a mettere a punto dispositivi preziosi per la misura delle altissime tensioni, e senza disconoscere la loro opportunità per lo studio delle leggi generali e fondamentali del fenomeno delle scariche esplosive, ognuno riconoscerà la grandissima utilità di esperienze eseguite in condizioni sufficientemente vicine a quelle della pratica e che possano quindi informarci circa le modalità dei fenomeni che possono presentarsi nei nostri impianti.

Siamo quindi ben lieti di pubblicare oggi l'articolo del prof. G. REBORA, il quale colla consueta semplicità quasi schematica, ma tanto efficace, rende noti i risultati di esperienze eseguite appunto in condizioni che riproducono con grande approssimazione quelle reali. Siamo certi che tali risultati i quali vengono sostanzialmente a confermare, ampliandoli, quelli già dallo stesso Autore esposti molti anni fa sul nostro giornale, riscuoteranno il vivo interesse dei nostri lettori.

Trasformatori per corrente continua.

Non è facile prevedere quale potrà essere lo sbocco degli studî e delle tendenze odierne per un ritorno alla corrente continua nel caso delle grandi trasmissioni di energia; ma è innegabile che essi hanno acuito l'interesse per tutto quanto alle correnti continue si riconnette. Nel campo delle misure l'eventuale necessità di misure su circuiti ad altissima tensione ha richiamato l'attenzione degli studiosi su particolari dispositivi che oggi avevano la loro ragione d'essere proprio nel caso opposto della misura di fortissime intensità di corrente continua, a bassa tensione. Dell'argomento si occuperà certamente il Congresso nostro nel prossimo autunno, dedicato come è noto alle misure, ma oggi intanto sarà letto con interesse uno studio del Prof. SOMEDA su alcuni di quei dispositivi di misura che, per il principio che li informa, vanno generalmente noti sotto il nome di « trasformatori » di misura per correnti continue.

Si tratta in realtà, com'è noto, di uno di quei casi di reciprocità tanto frequenti nella tecnica.

Come si cerca talvolta di ricondurre le misure in corrente alternata a procedimenti e metodi proprî delle correnti continue, così l'uso di una corrente alternata ausiliaria può consentire la misura indiretta di fortissime intensità di correnti continue.

Gruppi in cascata.

Sono generalmente note le numerose applicazioni che i gruppi in cascata hanno nella tecnica moderna, laddove si tratti di conferire alla macchina asincrona proprietà che essa non possiede naturalmente.

La « iniezione », pel tramite di una macchina a collettore, di forze elettromotrici di fase e grandezza convenienti negli avvolgimenti rotorici della macchina asincrona principale e la corrispondente messa in giuoco di potenze reali e reattive, consente in via generale di risolvere una quantità di problemi, fra i più tipici dei quali ricordiamo quelli del « rifasamento » e della regolazione della velocità.

Le modalità di inquadramento delle svariate possibilità offerte dai gruppi così realizzati possono essere molteplici; l'ing. DELLA SALDA ne offre un esempio nella indagine minuziosa che oggi pubblichiamo.

LA REDAZIONE.

DISTANZE ESPLOSIVE

GINO REBORA

L'A. richiamate le caratteristiche degli spinterometri a sfere e ad ago, presenta le conclusioni di ricerche sulle distanze esplosive in aria tra elettrodi speciali e precisamente tra corni, tra conduttori cilindrici e «muro», tra sfera e «muro», tra conduttori cilindrici e blocchetti di calcestruzzo, tra blocchetti di calcestruzzo e «muro», usando tensioni sinusoidali e frequenze industriali.

Per comodità di riferimento le prove sono paragonate alle distanze esplosive tra aghi che a colpo d'occhio consentono una rapida valutazione quantitativa del fenomeno.

1. - Premessa.

Negli Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, 15 dicembre 1913, ho pubblicato uno studio sulle «Distanze esplosive negli impianti elettrici». Mi ero proposto allora di determinare fra l'altro il rapporto tra le distanze di scarica e le tensioni corrispondenti sperimentando anzichè con elettrodi di tipo ben caratterizzato, come sfere od aghi, con punti qualunque di strutture, come telai di ferro, pareti di cemento, sbarre, conduttori di un impianto elettrico, tra i quali possono stabilirsi occasionalmente, dove meno si aspetta e si desidera, differenze di potenziale eccezionali capaci di dar luogo a scariche, a scintille, ad archi.

Le conclusioni delle mie ricerche vennero a suo tempo nella citata Memoria raccolte in diagramma.

Ho ripigliato ora l'argomento su più vasta scala e con varianti sperimentali di qualche interesse. Penso che i risultati ai quali sono giunto formino un complesso di nozioni acquisite in più ed una specie di esplorazione nel vasto campo dei fenomeni che accompagnano e determinano le scariche elettriche nell'aria.

È bene avvertire subito che nello studio dei fenomeni transitori negli impianti, uno degli scopi principali delle mie ricerche del 1913 e di oggi, si avranno bensì da considerare scintille e scariche scoccate tra elettrodi simili a quelli del mio studio ma la forma del fenomeno elettrico sarà nella maggior parte dei casi diverso da quello da me sperimentato.

In luogo di differenze di potenziale sinusoidali a frequenza industriale avremo transitori caratterizzati da fronti più o meno ripidi, o da eventuali frequenze elevate.

I risultati dunque di laboratorio mirano non a determinare in genere il valore assoluto della differenza di potenziale effettivamente agente nel transitorio dell'impianto, ma a stabilire per ogni dato tipo di elettrodo la d.d.p. sinusoidale corrispondente ad ogni data distanza.

Elemento questo già utilissimo per sè quale dato di paragone, e quasi metro per la misura della differenza di potenziale (d.d.p.) effettiva che potrà presentarsi negli impianti variabile da caso a caso.

Così se in una centrale, nella quale si manifesti un transitorio, constatiamo l'avvenuta scarica tra un conduttore di punta ed un muro distanti 300 mm potremo dire che la scintilla, se a frequenza industriale ed a tensione sinusoidale, avrebbe avuto luogo a 120 kV efficaci. In generale da d.d.p. massima effettivamente manifestatasi a causa del transitorio non sarà $120 \times 1,41 = 170$ kV ma un altro valore, in relazione al rapporto di impulso, proprio di quella scarica e degli elettrodi corrispondenti in giuoco.

Comunque, qualunque possa essere il conguaglio tra fenomeno permanente e fenomeno transitorio, la conoscenza per ogni data coppia di elettrodi delle curve che forniscano le tensioni esplosive sinusoidali a frequenza industriale in funzione delle distanze sarà sempre una base preziosa. Conto prossimamente di poter dare i risultati delle esperienze condotte con scariche a impulso.

Disposizione generale delle prove:

— Trasformatore monofase capace di un carico continuo di 80 kVA e di 200 kVA per un'ora con rapporto di trasformazione 300-350.000 volt efficaci, 42 periodi/sec. Alimentazione dalla rete cittadina attraverso un regolatore ad induzione. Uno dei poli dell'alta tensione del trasformatore a terra.

2. - Generalità.

Le distanze esplosive in aria vennero in tutto il mondo particolarmente studiate quale mezzo semplice per la misura delle tensioni applicate.

È noto che operando con corrente alternata a frequenza industriale (16-60 e fino a 1000 cicli/sec.) la tensione efficace sinusoidale corrispondente ad una distanza esplosiva in aria è in generale funzione specialmente dei seguenti elementi:

1°) Forma e dimensione degli elettrodi (aghi più o meno appuntiti, sfere di diametro diverso). La tensione di scarica è tanto minore quanto più piccolo è il raggio di curvatura.

2°) Messa a terra od isolamento di uno degli elettrodi.

3°) Pressione barometrica, umidità, temperatura. (H, U, t).

La tensione disruttiva tra due aghi è minore di quella tra due sfere ad egual distanza.

La tensione occorrente a produrre, per una data distanza, la scarica tra due sfere cresce col diametro delle sfere.

La messa a terra di una delle sfere abbassa il valore della tensione disruttiva per una data distanza. Cioè per una data tensione la distanza esplosiva è maggiore con una sfera a terra. L'effetto però varia per ogni diametro di sfera e per ogni distanza. La tensione disruttiva per una data distanza fra le sfere varia colla densità relativa dell'aria.

Occorrerà tensione minore coll'aria meno densa. Fenomeno che per es. assume speciale valore alle alte quote dove l'aria è rarefatta.

La densità dell'aria varia in ragione diretta della pressione barometrica ed in ragione inversa della temperatura assoluta.

$$\frac{\delta_1}{\delta} = \frac{H_1}{H} \frac{273 + t}{273 + t_1},$$

Assumendo per densità unitaria quella corrispondente ad $H = 760$ mm di mercurio e $t = 25°$ C si ha in ogni caso:

$$\delta = \frac{0,392\, H}{273 + t}$$

δ densità dell'aria;
H pressione barometrica in mm di mercurio;
t temperatura ambiente in gradi C.

Riguardo all'umidità non si è ancora trovata una formula che si adatti al fenomeno; giova però notare che nelle condizioni medie sperimentali la sua influenza si ritiene trascurabile sugli spinterometri

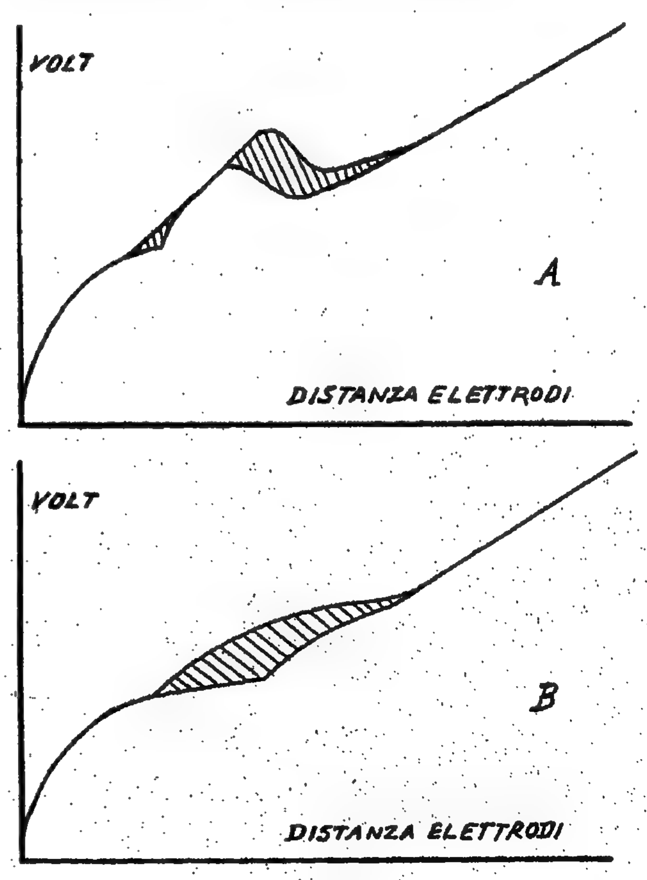


Fig. 1.

a sfere, piccola su quelli ad ago. Maggiore invece si manifesta sugli isolatori sottoposti alla prova di carico a secco.

Quando la differenza di potenziale applicata agli elettrodi non è più sinusoidale, i fenomeni ed i valori possono mutare.

Così le onde a fronte ripido per la stessa distanza esplosiva possono presentare un valore massimo, di cresta, diverso dal valore massimo corrispondente alla tensione sinusoidale.

Come è noto il rapporto tra questi due valori per una stessa distanza esplosiva è detto *rapporto di impulso*.

$$\text{Rapporto di impulso} = \frac{\text{valore max dell'onda a fronte ripido}}{\text{valore max della tensione sinusoidale}}.$$

Per le sfere il rapporto è = 1. Per gli aghi varia a seconda dei casi ed è maggiore di 1.

Tra due elettrodi, col crescere delle d.d.p. fra di essi, si notano successivamente: prima luminosità, poi piccole scintille irregolari, più o meno ramificate, indi una scintilla più nutrita e secca, ed infine l'arco se la potenza disponibile è sufficiente.

Con una macchina elettrostatica per es. la quale è capace di fornire piccolissima energia non si arriva alla formazione dell'arco.

Le tensioni corrispondenti a questi singoli fenomeni successivi sono diverse per quanto in certe condizioni possano essere assai vicine fra loro. Da qui una prima difficoltà sorge in molte prove nel giudicare della avvenuta perforazione del mezzo isolante.

Il fenomeno complesso si lascia però individuare nel suo aspetto generale e le esperienze lo fissano nel diagramma fig. 1 illustato da Schwaiger (Theory of Dielectrics).

A, corrisponde al caso di piccoli elettrodi (punte e piccole sfere); *B*, a quello delle sfere oltre 2 cm di diametro.

La parte tratteggiata indica una zona incerta entro la quale si hanno risultati irregolari ed è in relazione coll'inizio dell'effetto corona.

Nelle mie prove l'andamento viene confermato in parecchi casi come in seguito viene mostrato.

3. - Distanze esplosive tra sfere ed aghi.

Il grafico fig. 2 non fa che raccogliere i dati bene noti delle distanze esplosive tra sfere di diverso diametro fra 62,5 e 750 mm ($t = 25°$; $H = 760$ mm; umidità 80 %) e quelle tra due aghi ben

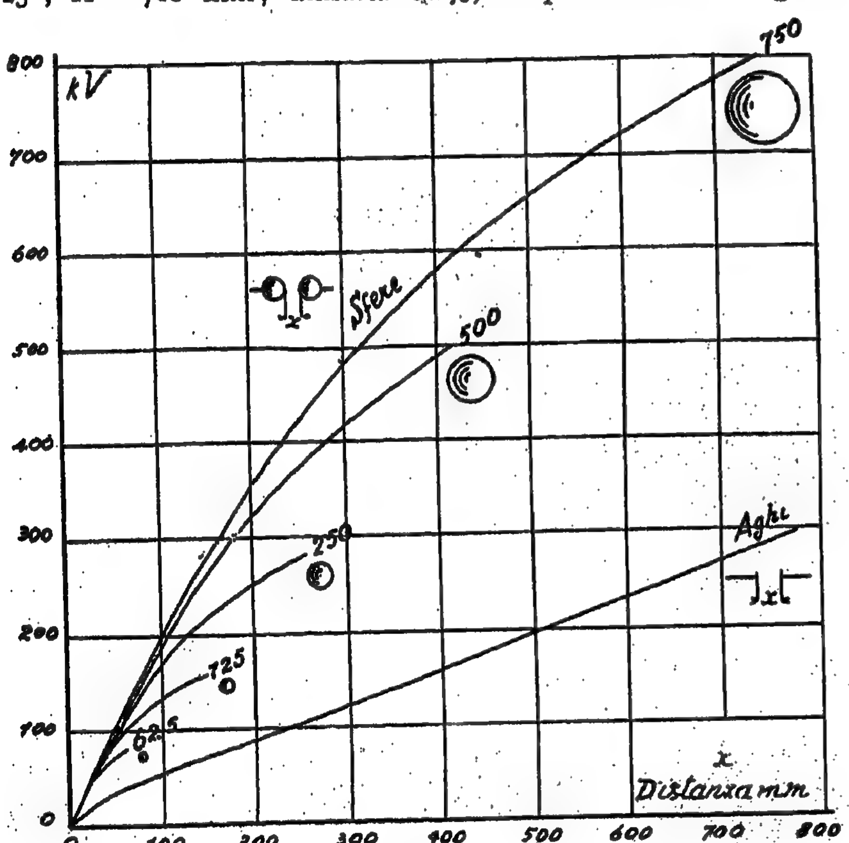


Fig. 2.

accuminati. Valori tante volte ripetuti e controllati a scopo specialmente di misura. In tutto questo studio i kV indicati si intendono *efficaci*.

Il riavvicinamento nella stessa figura dei diversi diagrammi è assai utile perchè mostra in sintesi, a colpo d'occhio, i rapporti che intercedono tra i comportamenti dei differenti elettrodi.

I valori indicati per le sfere si riferiscono alle condizioni sperimentali con una delle sfere in comunicazione col suolo.

Per gli aghi la messa a terra è indifferente (Peek, e da me anche verificato). Si vede dai grafici la utilità, a scopo di misura, di mutare il diametro della sfera aumentandolo coll'elevarsi della tensione da misurare. Infatti per ciascun tipo, col piegarsi più accentuato della curva, si verrebbe a diminuire l'esattezza della valutazione della tensione.

Ogni modello di sfera, 20, 62,5, 125, 250, 500, 750 mm di diametro, ha nelle Norme C. E. I. una distanza massima consigliata, di uso, pari al diametro della sfera.

In corrispondenza a tale valore massimo la tensione disruttiva colle sfere entrambe isolate è circa $1{,}12 \div 1{,}14$ volte quella che si osserva con una sfera a terra.

Per una data tensione le differenze tra le distanze con sfere isolate o con una terra diventano piccole per distanze inferiori ad 1/3 del diametro della sfera.

Il paragone colla curva degli aghi è sempre istruttivo perchè molti sono i casi pratici che si avvicinano al comportamento degli aghi stessi.

Così in tutti i diagrammi di questa Memoria insieme ai punti sperimentati per ciascuna coppia di elettrodi verrà segnata a titolo di riferimento la curva delle distanze esplosive tra due aghi.

4. - Distanze esplosive tra corni.

Per quanto lo scaricatore a corni sia ormai quasi scomparso dai nostri impianti come apparecchio protettore, tuttavia sotto forma di spinterometro impiegato per usi diversi di laboratorio e in certe apparecchiature si può tuttora prendere in considerazione.

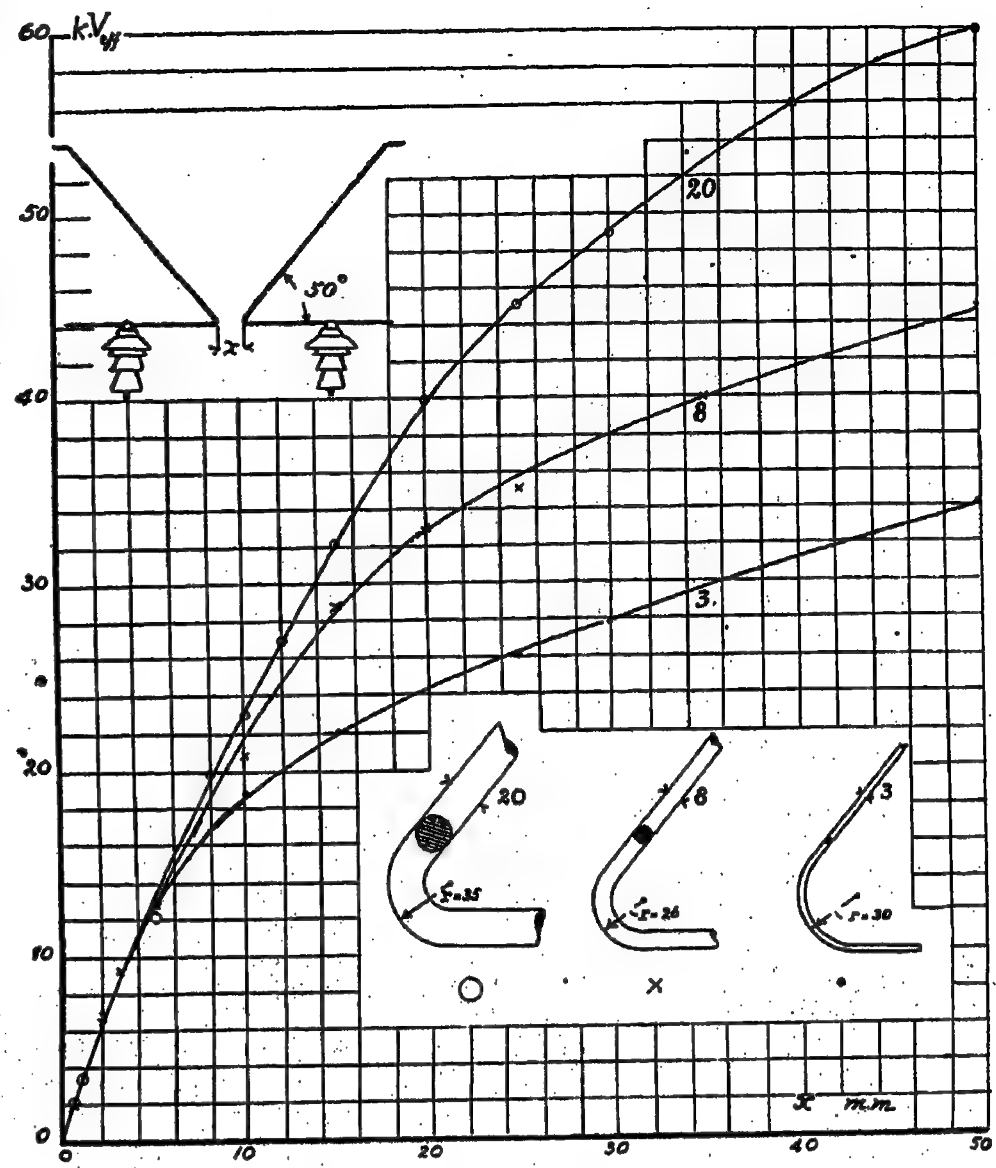


Fig. 3.

Come era da prevedersi è risultato che la relazione tra kV disruttivi e distanza esplosiva dipende essenzialmente, a parità di altre condizioni, dal diametro del filo col quale il corno è costruito.

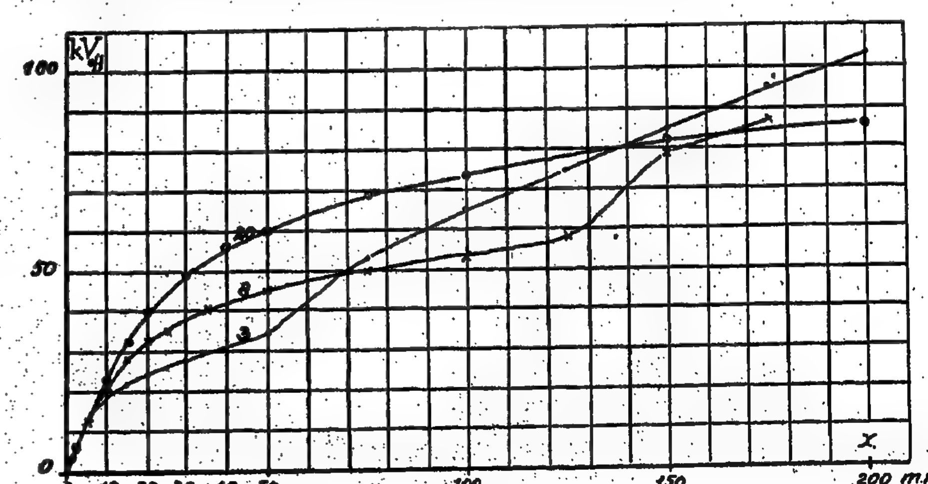


Fig. 4.

La fig. 3 mette bene in evidenza il fatto. A pari distanza la tensione disruttiva cresce col diametro del conduttore.

Tale nozione fissata in numeri dalle curve può essere utile nel valutare in casi particolari il valore probabile di una scarica. I corni sperimentati sono di tre tipi, caratterizzati dai seguenti elementi:

— Spessore del filo: 3, 8, 20 mm.
— Angolo del corno colla orizzontale 50°.
— Lunghezza del corno 400-600 mm.
— Un elettrodo è a terra.
— Curvatura di raggio $r = 30$, 26, 35 mm.

Condizioni di ambiente:
— Barometro $H = 748 \div 766$ mm.
— Umidità relativa 50 %.
— Temperatura $17° \div 19°$ C.

La fig. 3 presenta i risultati per distanze esplosive sino a 50 mm sperimentando su tre tipi e precisamente su corni formati con un conduttore di 3, 8, 20 mm di diametro.

L'andamento delle tre curve è regolare ed i punti in questa prima parte del diagramma, fino cioè a 50 mm di distanza esplosiva,

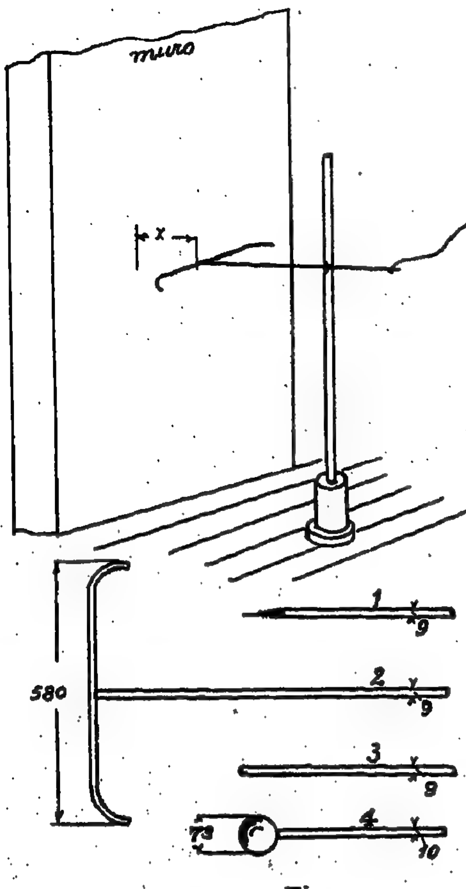


Fig. 5.

si adagia ottimamente tra la curva delle sfere 62,5 e quella degli aghi, come era da aspettarsi.

Senonchè accrescendo la distanza x si manifestano le irregolarità che il diagramma fig. 4 illustra. Si nota cioè ad un certo punto di ogni curva una zona singolare, nella quale la curva cambia direzione. Crescendo la x tale zona appare prima per il filo di 3 mm

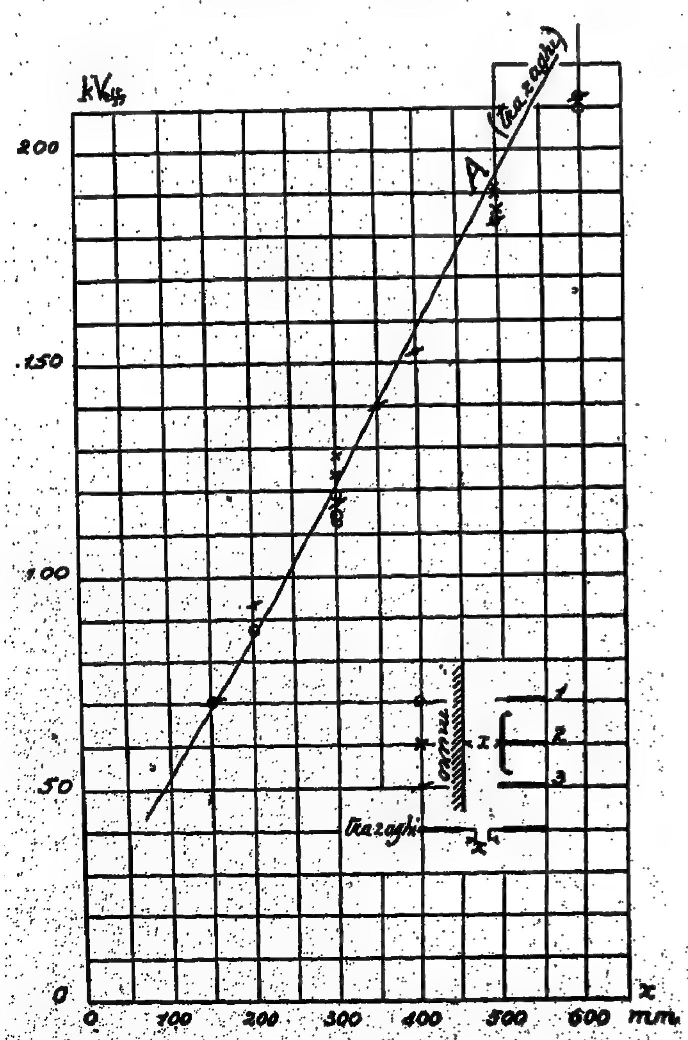


Fig. 6.

(oltre i 50 mm). Successivamente per quello da 8 mm (oltre i 125 mm). E non si manifesta ancora, nei limiti almeno della esperienza, per i 20 mm. Essa apparirà certamente per distanze esplosive maggiori, e probabilmente, per extrapolazione, si avrà verso i 300 mm. Tale comportamento che a prima vista può giungere inaspettato, coincide però coll'andamento generale del fenomeno di perforazione dell'aria illustrato dallo Schwaiger (fig. 1). Certo questi fenomeni meriterebbero di essere maggiormente approfonditi.

❋

Premessi i risultati d'esperienza corrispondenti alle Scariche tra elettrodi ben definiti (aghi, sfere, corni) ho affrontato la prova studiando il comportamento delle scariche tra elettrodi metallici cilindrici e « muro » o pezzi di lastre di cemento, e tra muro e pezzi di cemento.

5. - Distanze esplosive tra conduttori cilindrici e « muro ».

La fig. 5 dà un'idea della disposizione generale.

I conduttori sono:

1) conduttore di rame di 9 mm di diametro, portante alla estremità 1 ago presentato di punta contro il muro.

(H = 750 mm ; U = 77 % ; t^o = 15° C).

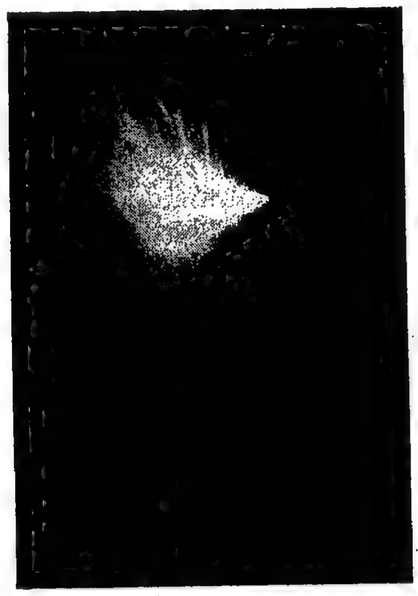


Fig. 7.

2) conduttore di rame, di 9 mm di diametro, presentato parallelamente al muro.

(H = 750 mm ; U = 77 % ; t^o = 15° C).

3) conduttore di rame, di 9 mm presentato di punta contro il muro. (Foto fig. 7) 140 kV, distanza 350 mm.

(H = 753 mm ; U = 85 % ; t^o = 14° C).

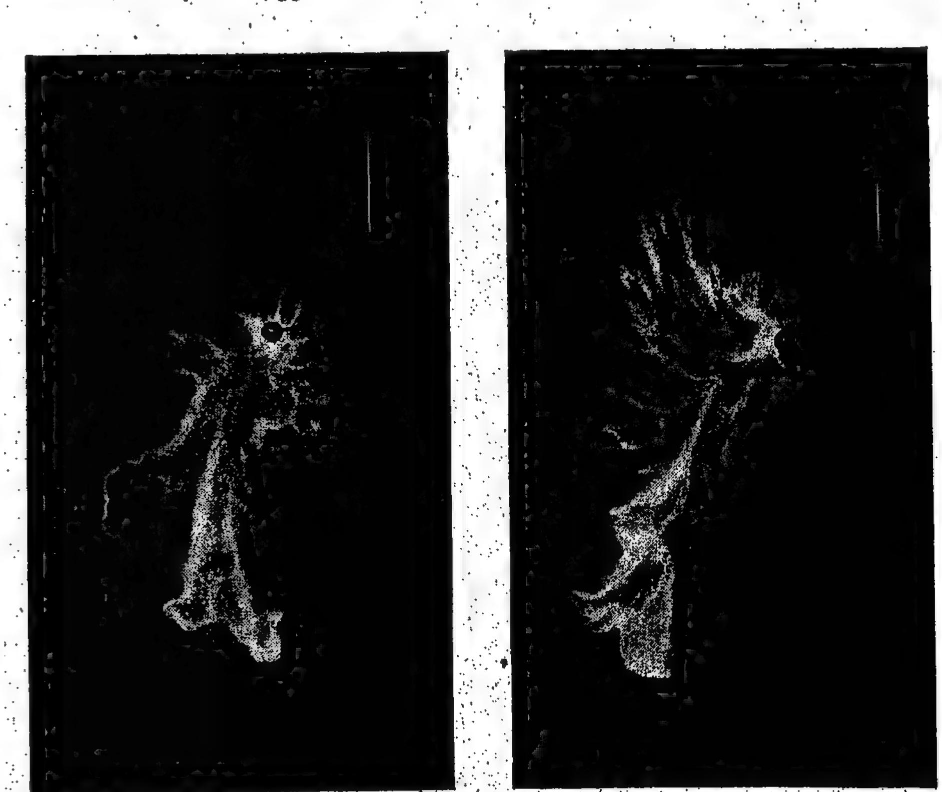


Fig. 8.

Il « muro » secondo elettrodo in ciascuna prova, è la parete del laboratorio di m 5,20 × 5,80.

I punti sperimentati figurano nel diagramma fig. 6 dove al solito ho tracciato la curva delle distanze esplosive tra due aghi.

Si conclude che il comportamento dei tre tipi di conduttori rispetto al « muro » si approssima assai a quello classico tra due aghi.

Osservazioni sperimentali:

A titolo di esempio, se la scintilla scocca a 140 kV, mantenendo per pochi secondi la scarica contro il muro, il muro stesso si riscalda fino a presentare punti luminosi incandescenti e nello stesso tempo la corrente e la potenza salgono rapidamente. Si arriva subito a 36 kVA sul secondario e la corrente dell'arco è dell'ordine di 0,25 A (fig. 7).

L'arco, una volta innescato, è estremamente vario e assume dimensioni imponenti (più di 1 metro). La distanza esplosiva iniziale non ha più alcun rapporto collo sviluppo dell'arco.

6. - Distanze esplosive tra sfera e muro.

Uno degli elettrodi « muro » è la parete del laboratorio (metri 5,20 × 5,80) l'altro è una sfera di 73 mm di diametro secondo la disposizione generale della fig. 5. Le fotografie, fig. 8, corrispondono ad una distanza di 300 mm ed una tensione 128 kV ($H = 754$; $U = 70\%$; $t^o = 20^o$ C).

La fig. 9 dà conto dei risultati sperimentali col confronto della solita curva di riferimento A (tra due aghi).

Anche qui si osserva un andamento curvilineo uniforme per distanze x tra 0 e 200 mm e subito dopo appare la zona irregolare con ripresa di tratto regolare oltre i 350 mm.

Si può affermare che dopo i 350 mm le distanze esplosive sfera-muro tendono ad avvicinarsi a quelle caratteristiche degli aghi.

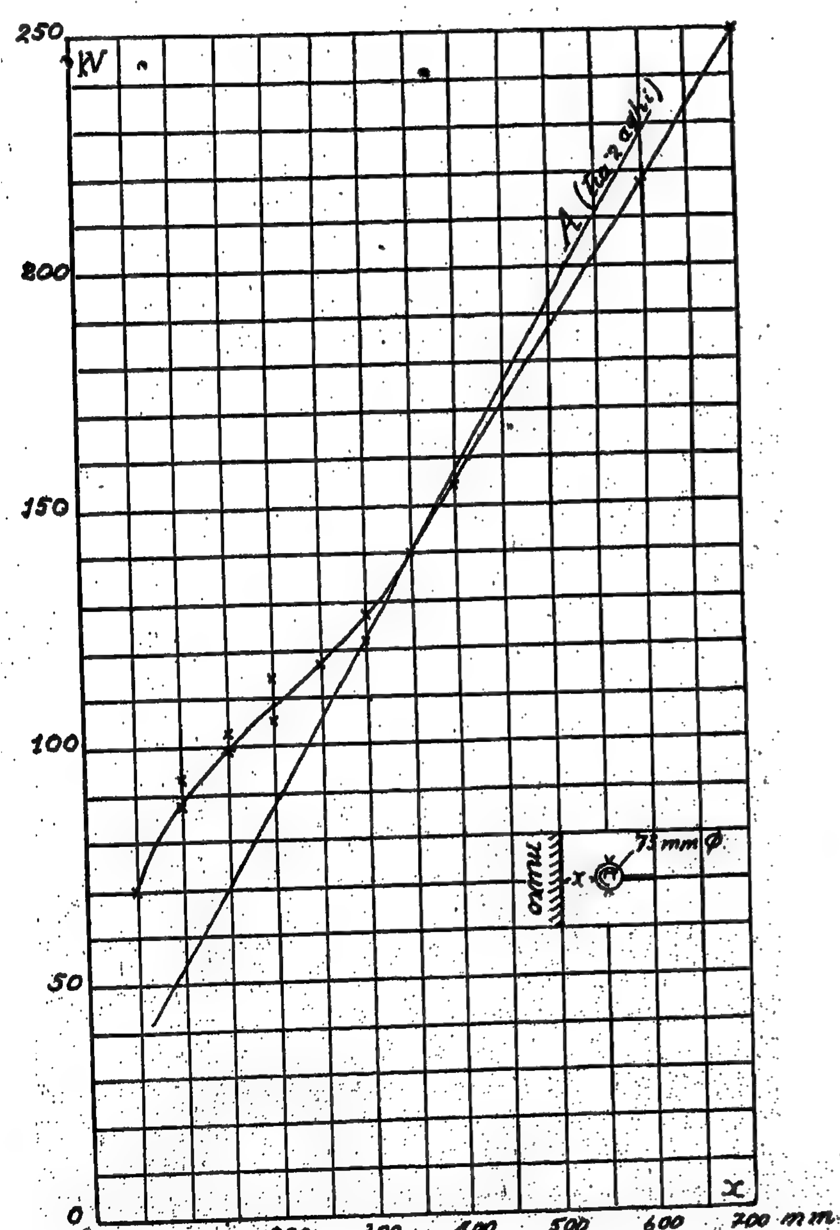


Fig. 9.

7. - Distanze esplosive tra conduttori e blocchetto di calcestruzzo.

Si sono sperimentati ancora i condutori 2-3 di fig. 5 non contro un grande muro come nel caso 6, ma contro un prisma di calcestruzzo di limitate proporzioni (400 × 500 × 80 mm) (vedi fig. 10) messo a terra mediante una legatura di filo di rame.

I risultati di prova sono raccolti nella fig. 12 al n. 2-3 e corrispondono rispettivamente al conduttore parallelo ed a quello di punta.

Condizioni di prova:

$$H = 751,5 \text{ mm} \; ; \; U = 85\% \div 90\% \; ; \; t = 15^o,4 \text{ C.}$$

La curva normale degli aghi dà un'idea del comportamento relativo ai casi 2-3.

8. - Distanze esplosive tra blocchetto di calcestruzzo e « muro ».

La disposizione è chiarita nella fig. 11.

Gli elettrodi sono un grande muro (parete del laboratorio) ed il blocchetto di calcestruzzo già usato (500 × 400 × 80 mm) isolato dal suolo con legno e isolatori.

Condizioni di prova:

$$H = 740 \text{ mm} \; ; \; U = 80\% \; ; \; t = 19^o \text{ C.}$$

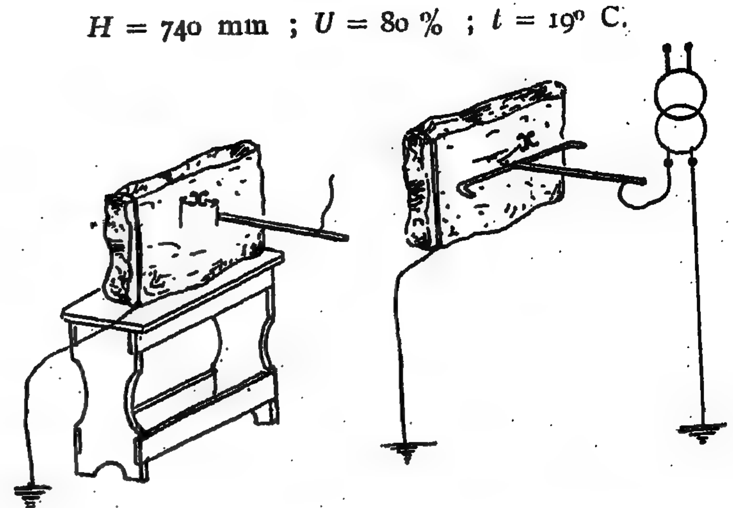


Fig. 10.

La esperienza presenta una variante; la posizione della legatura. In un caso essa dista 440 mm dalla estremità del blocco; nel se-

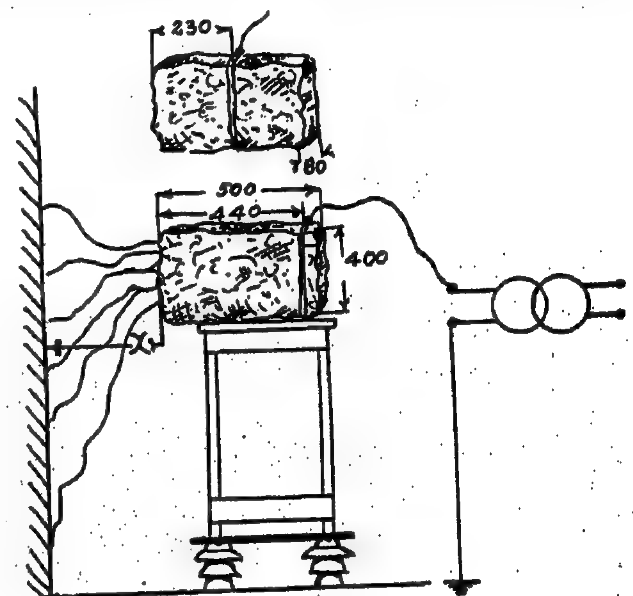


Fig. 11.

condo caso solo 230 mm. Nessuna differenza si è rivelata nei risultati in quanto i punti sperimentali (vedi fig. 12, curva 4) si sono allineati insieme in modo soddisfacente.

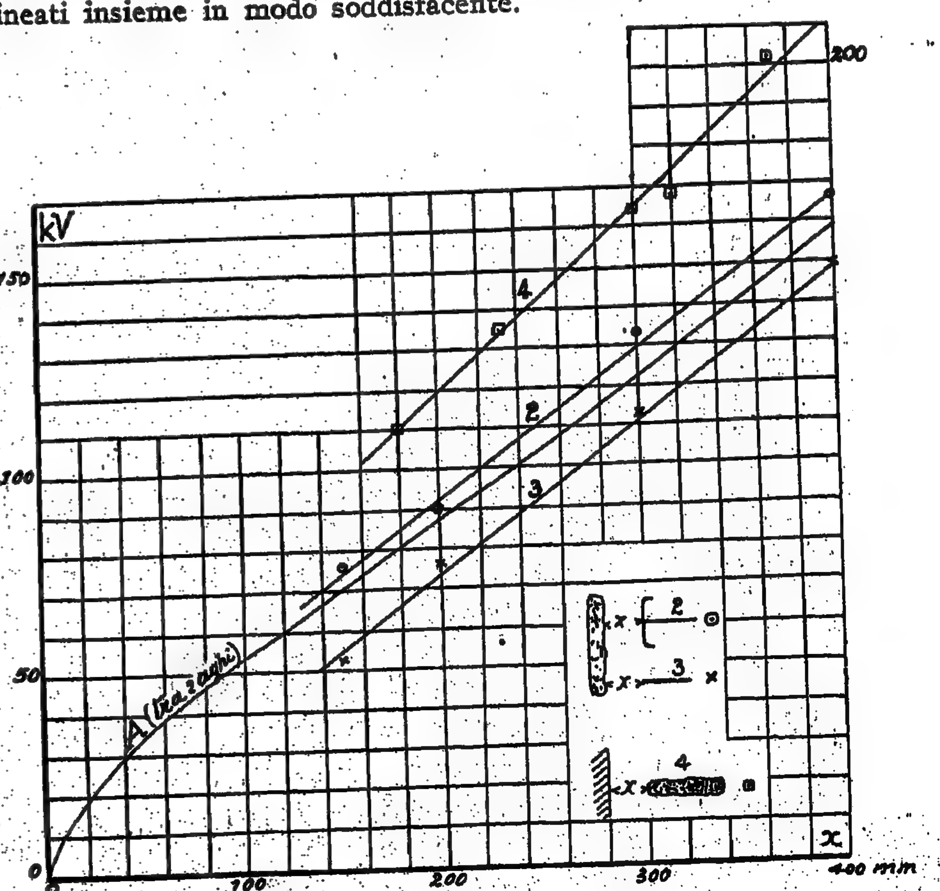


Fig. 12.

Come in altra prova l'arco assume lunghezza ed estensione notevolissime.

La curva 4, fig. 12 dà a colpo d'occhio la misura della variazione di comportamento rispetto alla curva degli aghi.

9. - Conclusione.

Le prove eseguite mostrano quanto segue:

1°) *tra i corni.*

Le distanze esplosive tra i corni vanno determinate per ogni singolo tipo e forma di conduttore costituente il corno.

Alle piccole distanze esplosive i valori della tensione disruttiva, pur diversi per ogni conduttore, rivelano però un andamento uniforme e simile per ogni tipo.

Aumentando le distanze (distanza tanto maggiore quanto più grande è il diametro del conduttore) si notano irregolarità sistematiche che si ripetono per ogni tipo di conduttore.

Indi si ha la ripresa regolare ,circa rettilinea.

2°) *conduttori-muro.*

Impiegando conduttori diversi «di punta e paralleli al muro» le distanze esplosive coincidono praticamente colla curva caratteristica della scarica tra due aghi.

Per «muro» si intende una larga estensione di muratura per es. pareti di un locale. Poichè operando su lastre di cemento, o tavelloni, ecc., di limitate dimensioni le distanze stesse aumentano a pari tensione, o, dicendo la stessa cosa in altro modo, le tensioni disruttive diminuiscono a pari distanze.

3°) *sfera-muro.*

Operando con una sfera di 73 mm di diametro contro un grande muro le tensioni distruttive in funzione delle distanze seguono un andamento analogo a quello presentato dai corni. Cioè curvilineo regolare sino ad una certa distanza poi zona perturbata, infine: tratto rettilineo.

La zona incerta si sposta con tutta probabilità variando il diametro della sfera.

Le tensioni disruttive si mantengono superiori a quelle tra aghi sul primo tratto e coincidono all'incirca con quello tra aghi nel tratto rettilineo.

4°) *conduttori diversi - blocchetto di calcestruzzo.*

Le distanze esplosive variano peresentando il condutore parallelamente o di punta. Le tensioni disruttive sono minori nel caso del conduttore di punta ed inferiori a quello tra due aghi.

Per il conduttore parallelo la curva si avvicina assai a quella degli aghi.

5°) *blocchetto di calcestruzzo - muro.*

Le tensioni disruttive sono notevolmente superiori a quelle tra due aghi. Nei limiti sperimentati il rapporto è risultato circa 1,35.

*

Concludendo, posso aggiungere che le esperienze condotte nel 1913 si accordano in modo soddisfacente con quelle qui illustrate eseguite oggi a 21 anni di distanza e con diverso attrezzamento sperimentale.

Laboratorio Istituzione Elettrotecnica C. Erba.
R. Istituto Superiore di Ingegneria - Milano.

CONTRIBUTO AL PROBLEMA DELLA MISURA INDIRETTA DELLA CORRENTE CONTINUA

G. SOMEDA

Per la misura di correnti continue di grandissima intensità o sotto tensioni elevate, gli strumenti ordinari danno luogo ad errori ed a difficoltà d'impiego.

Vari sistemi, che vengono rapidamente passati in rassegna nella nota, basati sulle azioni magnetiche della corrente da misurare, possono consentire la realizzazione di dispositivi che in qualche caso ricordano lontanamente i trasformatori di misura usati per la corrente alternata.

Due schemi realizzati dall'autore vengono in particolar modo illustrati sulla base dei risultati sperimentali.

Premessa.

Il concetto di misura (di intensità, tensione, potenza o energia) in corrente continua, richiama alla mente dispositivi costituiti da strumenti a bobina mobile e relativi shunt o resistenze addizionali.

Finchè i valori della intensità e della tensione non oltrepassano determinati limiti, la semplicità, la sicurezza, la precisione e l'economia raggiungibili con questi strumenti sono tali da soddisfare pienamente alle normali esigenze e ciò spiega come non vi sia stata, per lungo periodo, ragione di spingere le ricerche verso altri sistemi di misura.

Una necessità di tal genere è andata tuttavia manifestandosi, nei tempi più recenti, da un lato per lo sviluppo di impianti a corrente continua ad altissima intensità per usi elettrochimici, dall'altro per l'impiego di tensioni abbastanza elevate (impianti di trazione); in questo secondo caso, i previsti sviluppi nella tecnica danno a tal genere di studi un interesse sempre maggiore.

La misura diretta di correnti molto intense, o anche limitate ma sotto tensioni elevate, presenta infatti difficoltà ed inconvenienti che vale la pena di ricordare.

Nel caso di correnti molto intense (10.000 ampere ed oltre) il consumo proprio di uno shunt diviene così notevole (qualche kW) da procurare serie difficoltà nel limitarne il sovrariscaldamento; la resistenza dei blocchi di rame terminali dello shunt non è più trascurabile e, con ciò, si introducono errori che possono facilmente raggiungere qualche unità per cento; la formazione di giunti nelle sbarre, in corrispondenza alle estremità dello shunt, provoca ulteriori difficoltà e pericoli di riscaldamento locale.

È per ovviare a questi inconvenienti che è stato anche proposto di utilizzare come shunt una porzione delle stesse sbarre in rame, provvedendo lo strumento di una resistenza addizionale dello stesso materiale, posta in stretto contatto con le sbarre, in guisa che essa segua e compensi tutte le variazioni dovute alla temperatura di queste.

Nel caso delle tensioni elevate i problemi sono di altra natura e, precisamente, inerenti all'isolamento dello strumento; il consumo proprio della resistenza addizionale dei circuiti voltmetrici appare assai meno preoccupante di quello dello shunt, almeno nell'ambito delle tensioni oggi in uso, e tuttavia non è evitabile nemmeno con i dispositivi di cui dirò.

Tutto ciò ha spinto alla ricerca di nuovi mezzi di misura con i seguenti obbiettivi:

1°) Riduzione del consumo proprio del complesso misuratore e, con esso, delle difficoltà inerenti al raffreddamento.

2°) Isolamento dello strumento dalla rete.

Ciò naturalmente senza venir meno alle esigenze dell'esattezza della misura, anzi cercando di accrescerla, nei casi più difficili.

Le soluzioni fino ad oggi studiate sono parecchie; non ne effettuerò qui una particolareggiata descrizione, in quanto lo scopo della presente nota è piuttosto quello di dar relazione di alcune esperienze da me eseguite; tuttavia, per la mancanza di pubblicazioni italiane in argomento, non sarà inutile farne un breve cenno.

Tutti i sistemi traggono origine dalle azioni magnetiche della

corrente da misurare (1); ritengo tuttavia conveniente raggrupparli in tre categorie e precisamente:

1°) Metodi che non richiedono correnti ausiliarie.

2°) Metodi che richiedono una corrente continua ausiliaria.

3°) Metodi che richiedono una corrente alternata ausiliaria.

Per ciascuna categoria considero separatamente i metodi a lettura diretta e quelli di riduzione a zero; questi ultimi hanno soprattutto importanza per le operazioni di taratura e di controllo dei dispositivi di misura diretta; essi richiedono sempre una corrente continua di compensazione, destinata ad equilibrare la f.m.m. dovuta alla corrente da misurare; da questa corrente si fa astrazione nella precedente classificazione.

Perciò necessita tener presente la distinzione fra corrente ausiliaria e di compensazione.

Metodi che non richiedono correnti ausiliarie.

a) Metodi a lettura diretta.

1°) *Metodo elettromeccanico.* — Un nucleo toroidale di materiale di alta permeabilità, tagliato in una sezione, è magnetizzato dalla corrente da misurare. Un dispositivo meccanico permette di trasmettere ad un indice gli spostamenti relativi delle due superfici affacciate all'interferro, fra le quali si esercita una forza che è funzione della corrente da misurare. Il dispositivo è applicabile a correnti intense (un solo passaggio del conduttore); esso però non permette di trasportare lo strumento indicatore ad una certa distanza dalle sbarre e probabilmente risente dell'isteresi. Non consta che abbia avuto applicazioni.

2°) *Metodo della dinamo.* — Assegnando all'interferro, praticato nel nucleo toroidale dianzi considerato, una forma opportuna si può in esso far ruotare l'indotto di una piccola dinamo; se la velocità è fissa, la f.e.m. generata può fornire la misura della corrente. Il metodo è affine a quello di riduzione a zero proposto da Pestarini (vedi oltre, fig. 1). Sebbene esso non richieda direttamente una sorgente ausiliaria di corrente, bisogna tuttavia provvedere in qualche modo all'alimentazione del motorino, che fa girare l'indotto.

Perciò questo sistema formerebbe, in un certo senso, una categoria a sè.

b) Metodi di riduzione a zero.

1°) *Il metodo elettromeccanico* suddetto potrebbe facilmente trasformarsi in uno di riduzione a zero disponendo intorno al nucleo magnetico un secondo circuito, di compensazione, formato con

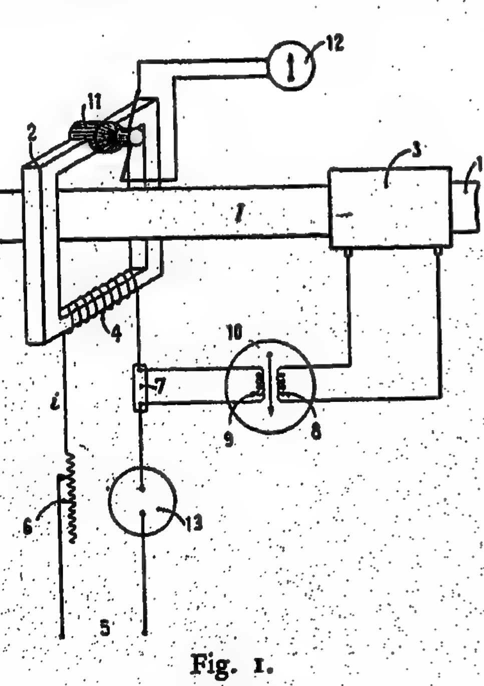


Fig. 1.

1. Conduttore percorso dalla corrente c. da misurare I - 2. Nucleo magnetico - 3. Shunt da tarare - 4 e 5. Circuito percorso dalla corrente c. di compensazione *i* - 6. Reostato di regolazione - 7. Shunt - 8, 9, 10. Galvanometro differenziale - 11. Indotto rotante - 12. Indicatore di zero, di compensazione - 13. Amperometro per la misura della corrente di compensazione.

un numero di spire in noto rapporto con quelle del circuito principale. Dalla misura della corrente di compensazione necessaria per ridurre a zero l'indice dello strumento si risale immediatamente alla conoscenza della corrente da misurare; non mi consta però che tale dispositivo sia stato attuato e d'altra parte è facile intravvederne le deficienze.

2°) *Metodo di Pestarini.* — È il metodo della dinamo suindicato, con l'aggiunta del circuito compensatore di noto numero di spire. Dalla misura della corrente di compensazione, previa riduzione a zero della f.e.m. generata nell'indotto rotante, si deduce immediatamente il valore della corrente incognita. La fig. 1 mostra lo schema completo applicato alla taratura di uno shunt per forte intensità.

Metodi che richiedono una corrente continua ausiliaria.

a) Metodi a lettura diretta.

1°) *Metodo di Knopp.* — Deriva dall'automatizzazione del metodo di riduzione a zero proposto dallo stesso autore (vedi oltre).

2°) *Metodo S. S. W.* — Il dispositivo riproduce nelle sue linee generali il noto permeametro di Koepsel. Nell'interferro praticato in corrispondenza ad una sezione di un nucleo toroidale, magnetizzato dalla corrente da misurare, si muove una bobina percorsa da una corrente ausiliaria; la deviazione è funzione della magnetizzazione del nucleo e quindi della corrente da misurare, oltre che della corrente ausiliaria, che dev'essere stabilizzata con un opportuno dispositivo.

Anche questo apparecchio non consente di allontanare lo strumento indicatore dalle sbarre; inoltre l'influenza dell'isteresi non sembra trascurabile.

b) Metodi di riduzione a zero.

1°) *Metodo di Knopp.* — Il nucleo toroidale, di cui sopra, porta in questo caso anche l'avvolgimento compensatore; ridotta a zero la deviazione della bobina, la corrente di compensazione dà, conosciuto che sia il rapporto delle spire dei due circuiti, la misura della corrente principale. Il metodo è stato anche trasformato per consentire la lettura diretta (come indicato più sopra), facendo compiere alla bobina mobile la funzione di relais di comando del dispositivo di regolazione della corrente di compensazione.

Metodi che richiedono una corrente alternata ausiliaria.

a) Metodi a lettura diretta.

1°) *Metodo di Besag.* — Si fonda sulla variazione dell'impedenza di una bobina di autoinduzione a nucleo di ferro, quando alla magnetizzazione alternativa si sovrappone una magnetizzazione continua.

Nel caso di correnti intense il dispositivo risulta costituito da due nuclei magnetici toroidali infilati sulla sbarra, percorsa dalla corrente da misurare.

I due nuclei, ciascuno dei quali riceve un avvolgimento distribuito, sono magnetizzati in senso contrario dalla corrente alternata ausiliaria; si eliminano così le f.e.m. indotte nel circuito a corrente continua. Alimentando il circuito ausiliario a tensione costante, le variazioni d'impedenza possono essere desunte dalle indicazioni di un amperometro, che può essere tarato in modo da dare direttamente i valori della corrente continua. Con l'impiego di misuratori di rapporto (del solito tipo a bobine incrociate) e con l'aiuto di una bobina di autoinduzione, non influenzata dalla corrente continua, si può rendere l'indicazione dello strumento indipendente, entro certi limiti, dalla tensione ausiliaria. Analogo è il dispositivo *Voigt* e *Haeffner.*

Una variante del sistema precedente è altresì rappresentata dalla disposizione a ponte di quattro impedenze a nucleo di ferro (due magnetizzate solo a corrente alternata e due influenzate dalla corrente continua), indicata da *Keinath;* il sistema è più adatto per misure di piccole che di grandi correnti.

2°) *Metodo di Rottsieper.* — Questo Autore ha studiato un complesso di apparecchi che realizzano dei veri e propri «trasformatori di misura a corrente continua». Si ritrovano ancora qui i due nuclei magnetizzati in senso contrario con una corrente alternata ausiliaria, usati dal Besag, ma essi portano in più un terzo avvolgimento, contenente lo strumento di misura (fig. 2). Le due sezioni (una per ciascun nucleo) di questo avvolgimento sono montate in opposizione, cosicchè in presenza della sola magnetizzazione alternativa nessuna corrente passa nello strumento. Per effetto della magnetizzazione a corrente continua esso viene percorso da una corrente di frequenza doppia di quella di alimentazione; il complesso riproduce infatti sostanzialmente il noto schema di duplicazione magnetica

(1) Queste notizie sui metodi finora proposti sono in gran parte desunte da:
B. Usigli: Mésures de courant continu - Congr. Int. Paris 1932.
G. Keinath: Messung hoher Gleichstroeme - ATM V 3213 - I (dicembre 1932).
K. Rottsieper: Gleichstrom Messung - ATM V 3216 - I (agosto 1933).
In questi articoli si trova la bibliografia completa fino al luglio 1933. Oltre tale data non ho rintracciato altre pubblicazioni in argomento.

della frequenza (Vallauri). La corrente secondaria efficace è una funzione quasi lineare della corrente continua (a tensione ausiliaria costante). Il Rottsieper mostra come il dispositivo permetta di realizzare anche dei circuiti wattmetrici e possa servire all'azionamento di relais a ritorno di energia, ecc.

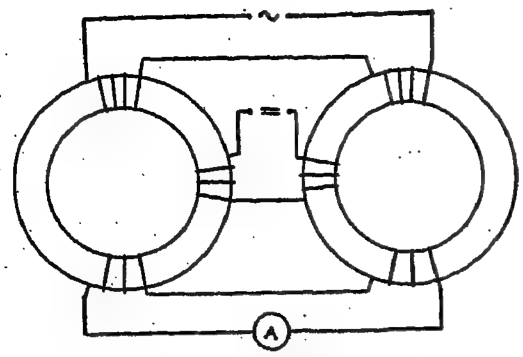


Fig. 2.

3°) *Metodo di Fitz Gerald.* — È ancora fondato sul principio della variazione d'impedenza di un'autoinduzione contenente ferro eccitata con corrente continua ed alternata; tale autoinduzione forma un lato di ponte; ad ogni squilibrio di questo interviene l'azione di un complesso di valvole termoioniche, alle quali è affidata la funzione di controllare la corrente continua in un circuito compensatore. Si tratta quindi di un metodo di riduzione a zero automatica e, come tale, adatto alla lettura diretta.

b) Metodi di riduzione a zero.

1°) *Metodo di Dietsch.* — Se in un riduttore di corrente si magnetizza il nucleo con una corrente continua l'errore di fase si accresce fortemente, anche per piccoli valori della magnetizzazione costante.

Dietsch annulla la magnetizzazione dovuta alla corrente da misurare con un congruo numero di amperspire di compensazione e determina la condizione di equilibrio come quella corrispondente al minimo errore di fase dell'apparecchio, considerato come un ordinario trasformatore di corrente. Il metodo è dotato di elevata sensibilità.

2°) *Metodo di Rottsieper.* — Dal metodo di deviazione indicato dallo stesso Autore si passa subito a quello di riduzione a zero con l'aggiunta del circuito compensatore.

Metodi dello scrivente.

I metodi di misura suindicati non esauriscono le possibilità, chè altri appaiono possibili. Così il metodo elettromeccanico già accennato, unito a dispositivi di rivelazione ed amplificazione di spostamenti (già noti ed applicati per esempio ai torsiometri), potrebbe avere qualche impiego; del pari sembrerebbe degna di studio l'applicazione dell'effetto Hall.

Ma anche rimanendo nel vasto campo offerto dai complessi fenomeni dovuti alla sovrapposizione di una magnetizzazione alternativa con una continua, si intravvedono possibilità diverse da quelle già indicate e, per lo meno, degne di esame.

Tra esse le due che passo a descrivere:

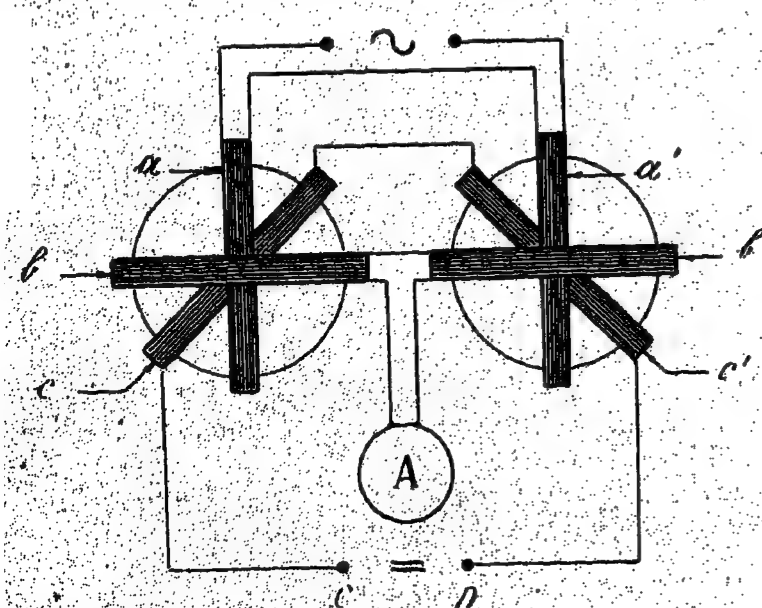


Fig. 3.

1°) Il primo tipo di « trasformatore di misura » a corrente continua, da me studiato, corrisponde allo schema di principio indicato in fig. 3. Sopra un nucleo cilindrico di lamiere magnetiche sono disposti tre avvolgimenti. Il primo *a*) alimentato di una sorgente ausiliaria di corrente alternata di frequenza f; il secondo *b*) disposto ortogonalmente al primo, è chiuso sullo strumento di misura A; il terzo *c*), a 45° con i precedenti, è percorso dalla corrente continua da misurare.

In assenza di corrente in *c*) (circuito aperto) l'induzione mutua fra *a*) e *b*) è nulla, cosicchè lo strumento non dà deviazione alcuna.

Se in *c*) circola una corrente continua (prescindendo per ora dall'effetto della corrente alternata indotta in esso) il cilindro perde la sua simmetria magnetica ed, in conseguenza, una corrente indotta si stabilisce nel circuito *b*) ed è misurata dallo strumento A.

Per raggiungere in realtà la supposta condizione, che non s'inducano in *c*) correnti di frequenza f, si richiede l'impiego di due apparecchi identici (come indicato nella stessa fig. 3); le due bobine *c*) *c'*) sono in opposizione, mentre *b*) e *b'*) sono in serie.

Ciò non è tuttavia sufficiente ad evitare che, in presenza della magnetizzazione continua, si sviluppi fra C e D una f.e.m. alternata di frequenza $2f$, dovuta alla saturazione del ferro.

È chiaro che, in conseguenza di ciò, le indicazioni dello strumento saranno, in generale, influenzate dal valore della corrente che tale f.e.m. mette in giuoco nel circuito a corrente continua, e quindi dalle caratteristiche di quest'ultimo.

Per eliminare tale inconveniente si presentano due possibilità; la prima consiste nell'impedire la circolazione della corrente di frequenza $2f$, con l'impiego di un'adeguata reattanza; tale artificio appare possibile solo ove l'apparecchio debba assumere caratteristiche

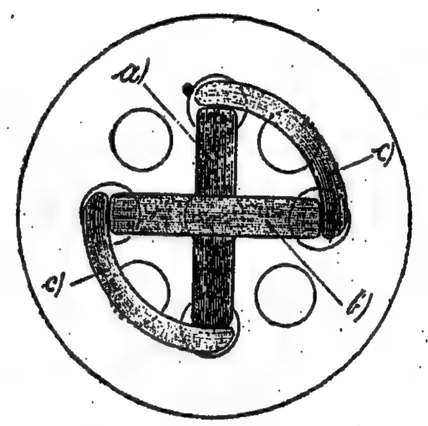
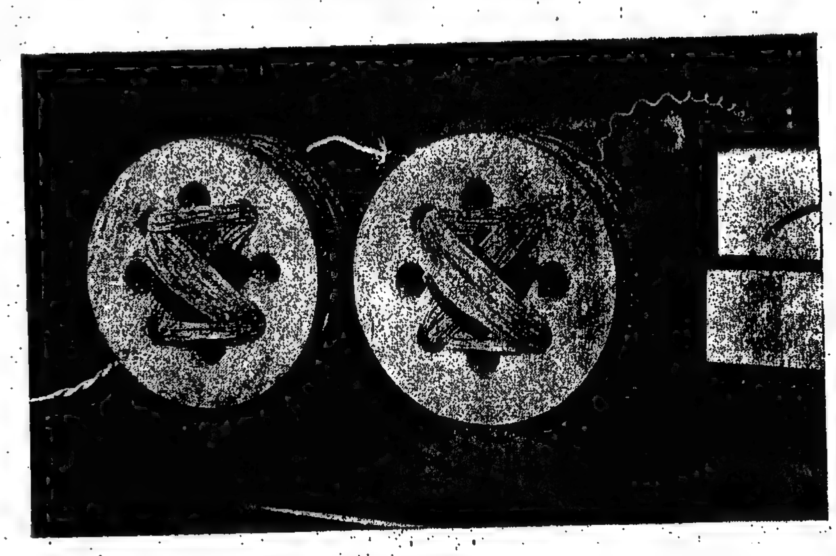


Fig. 4.

di « trasformatore di tensione », nel quale caso poi la inevitabile presenza di una forte resistenza addizionale sarà di per sè sufficiente a bloccare praticamente l'armonica.

La seconda prevede invece la formazione di un corto circuito, per l'armonica stessa, fra i punti C e D; in tal caso la corrente di frequenza $2f$ assumerà un valore indipendente dalle caratteristiche del circuito a corrente continua. Per ottenere questo risultato è sufficiente disporre sugli avvolgimenti *c*) e *c'*) un altro circuito (smorzatore) chiuso su sè stesso. Questa dsposizione è evidentemente usabile in ogni caso, ed elimina praticamente ogni f.e.m. indotta nel circuito a corrente continua, quindi ogni effetto delle caratteristiche di questo sulle indicazioni dello strumento.


Fig. 5.

Ciò premesso, passo all'esposizione dei risultati sperimentali ottenuti sopra un dispositivo del genere il quale però, pur sfruttando il principio indicato, si presenta costruttivamente in forma un po' diversa, ispirata alla considerazione che i risultati ottenibili sono assai più cospicui ricorrendo ad un circuito magnetico chiuso.

Ciascuno dei due apparecchi, montati secondo lo schema di fig. 3, è formato da un pacco di lamiere al silicio (a perdita specifica 1,3, dello spessore di 35/100 di mm); gli avvolgimenti sono di-

posti entro quattro cave ricavate per punzonatura, come indicato in fig. 4. I dischi di lamiera hanno in realtà 8 fori; 4 di questi sono rimasti inutilizzati in seguito ad un mutamento nel tipo di avvolgimento adottato; tuttavia essi appaiono non superflui raggiungendosi, con essi, una distribuzione dell'induzione pressochè uniforme nelle diverse sezioni.

L'avvolgimento *a*) e quello *b*), sono ciascuno di 100 spire; quello *c*) è diviso in due sezioni di 40 spire cadauna. La fig. 5 mostra l'insieme dell'apparecchio.

In fig. 6 è riportata la caratteristica a vuoto $[V_1 = f\ (I_1)]$ per i due apparecchi in serie, alimentati con tensione pressocchè sinus-

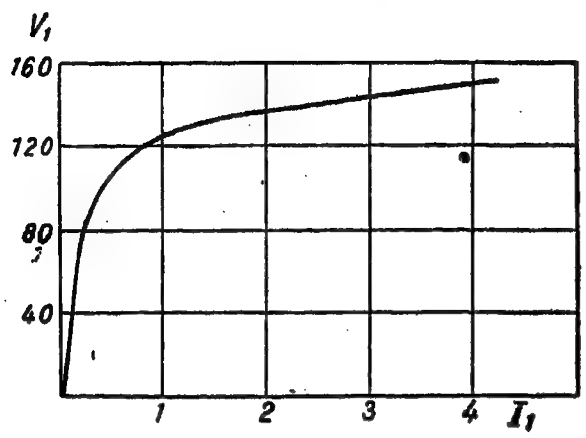


Fig. 6.

soidale a 42 hz. Da essa appare che il ginocchio della curva di magnetizzazione si raggiunge per una tensione di circa 110 volt.

Le caratteristiche di fig. 7 mostrano come varia la tensione V_2 ai morsetti secondari in funzione della corrente continua I_c, per diverse tensioni di alimentazioni V_1, indicate su ciascuna curva. I corrispondenti rilievi sono stati eseguiti alimentando il circuito a corrente continua attraverso una bobina di self (a circuito magnetico aperto) atta a rendere trascurabile la seconda armonica di corrente, indotta in esso. Tali curve riproducono il noto andamento della caratteristica normale di magnetizzazione.

Le caratteristiche di fig. 8 hanno significato analogo alle precedenti ,ma sono state ottenute senza bloccare la seconda armonica, ma anzi creando per essa un corto circuito. Nel caso specifico, in

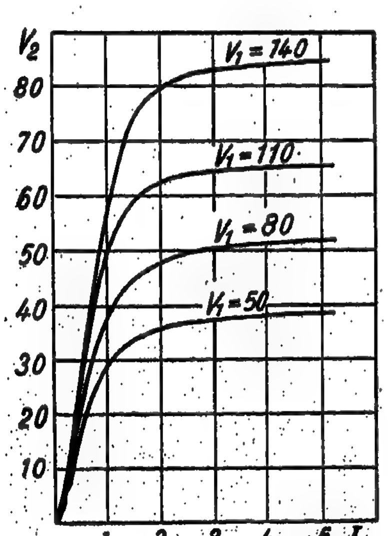


Fig. 7.

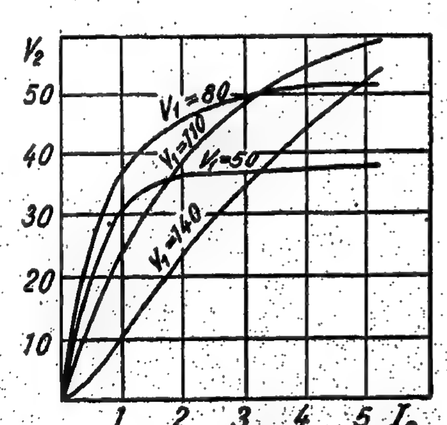


Fig. 8.

luogo di ricorrere all'anzidetto avvolgimento smorzatore, si è ottenuto un risultato praticamente equivalente shuntando i morsetti *C D*, mediante una piccola resistenza (circa un quarto di quella dell'avvolgimento *c*) *c'*); la misura della corrente continua è stata fatta sempre con strumento a magnete permanente.

La differenza di comportamento dell'apparecchio, in queste condizioni rispetto a quelle del primo caso, è evidentissima e notevole, specie se la saturazione è spinta a valori un po' elevati. Mentre nel primo caso ad un accrescimento della tensione ausiliaria corrisponde sempre (a parità di corrente continua) un aumento della tensione secondaria, nel secondo si nota un comportamento simile solo fino alla tensione di circa 90 volt (inizio della saturazione); oltrepassato questo valore la tensione secondaria anzichè aumentare diminuisce (per valori piuttosto bassi di I_c) e la caratteristica cambia sensibilmente di forma.

Le figg. 9 e 10 rappresentano invece le caratteristiche rilevate chiudendo il circuito di misura sopra uno strumento di bassa resistenza (amperometro) e rispettivamente nelle due condizioni anzidette di seconda armonica soppressa e circolante; le differenze fra i due casi non hanno bisogno di particolare illustrazione, essendo di per sè chiare. Mi limito solo ad osservare che la corrente assume valori sensibilmente maggiori nel secondo caso; in entrambe però, fino a che la saturazione dovuta alla corrente alternata ausiliaria non è molto forte, le caratteristiche conservano per un lungo tratto andamento praticamente rettilineo; fatto notevole.

Può ancora interessare l'esame degli oscillogrammi di figg. 11 e 12 relativi ai due casi di seconda armonica soppressa e circolante.

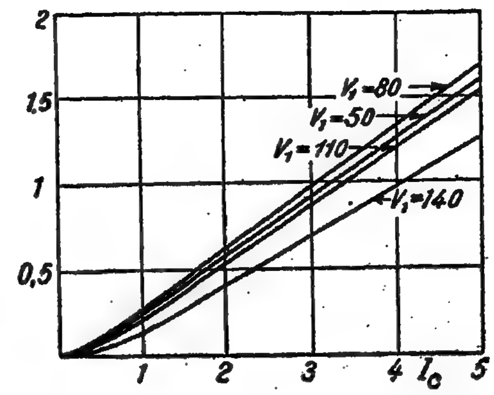


Fig. 9.

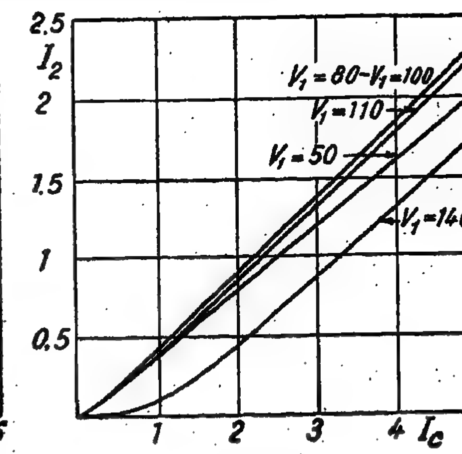


Fig. 10.

In entrambe la corrente di misura (tracciato inferiore) e sensibilmente deformata, ma assai più nel primo caso che nel secondo; il tracciato superiore degli oscillogrammi si riferisce al circuito a

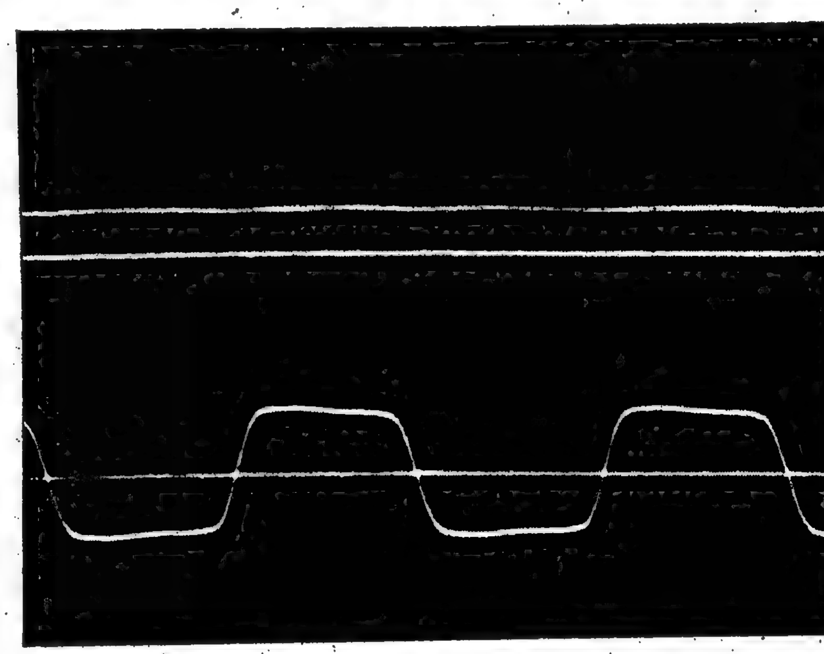


Fig. 11.

corrente continua; va da sè che con l'artificio indicato, del circuito smorzatore in luogo dello shunt, adoperato nelle prove nel secondo caso, la circolazione della seconda armonica può essere mantenuta al di fuori del circuito a corrente continua.

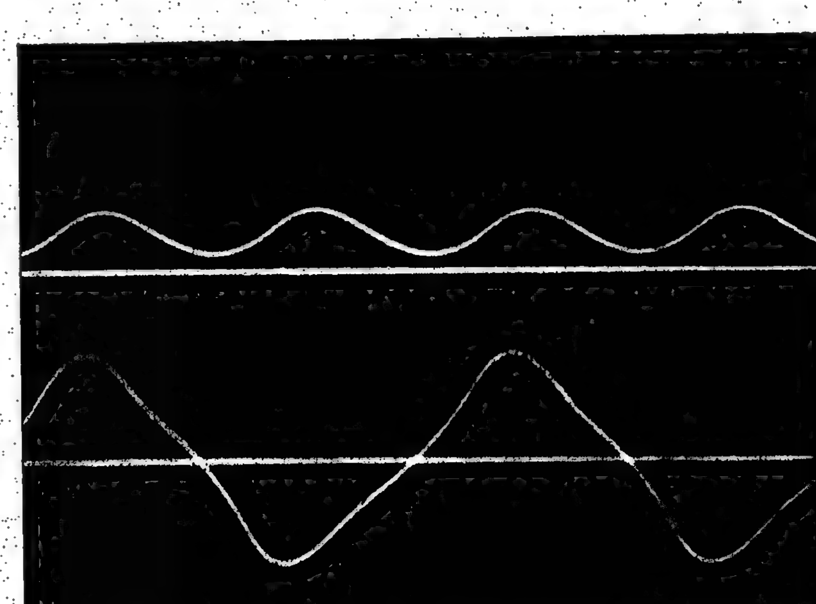


Fig. 12.

Le caratteristiche tracciate servono a stabilire la dipendenza che intercorre fra corrente di misura e tensione alternata di alimentazione. Tale legame esiste in tutti i dispositivi di questo genere ed è pertanto, in generale, necessario ricorrere all'impiego di uno stabilizzatore della tensione ausiliaria.

Per rendere meglio evidente questa relazione ho riportato nelle curve di fig. 13 i valori di I_2 in funzione di V_1 per diverse intensità I_c e ciò con riferimento al caso di figura 10. Esse mostrano in modo assai chiaro l'esistenza di un valore della tensione di alimentazione (circa 90 volt) nel cui intorno le variazioni della corrente di

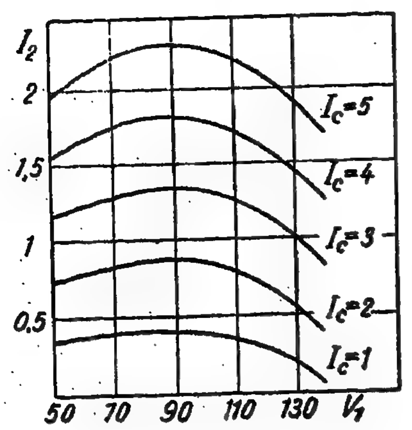


Fig. 13.

misura sono piccole, anche per una forte variazione di V_1. Più precisamente per una variazione di V_1 del ± 10 % la variazione di I_2 è inferiore a ± 1 %.

È questo un risultato assai soddisfacente, quando si consideri che, per questi valori di V_1 (prossimi al ginocchio della curva di magnetizzazione) la caratteristica $I_2 = f(I_c)$ è ancora praticamente rettilinea. Inoltre in queste condizioni si raggiunge anche la massima prestazione di misura. Non appare dunque, se l'apparecchio è alimentato con una tensione ausiliaria adeguata alle sue caratteristiche, necessaria un'accurata stabilizzazione di questa; variazioni fino al ± 5 % appaiono perfettamente tollerabili in un dispositivo di misura industriale.

Accenno ancora ad alcune determinazioni fatte allo scopo di stabilire la influenza del carico, inserito nel circuito secondario di misura, sulle indicazioni dello strumento, ciò per determinare la prestazione di misura.

Alcuni risultati di queste prove sono indicati nella fig. 14, che sempre si riferisce alle condizioni sperimentali realizzate nel rilievo delle caratteristiche di fig. 10.

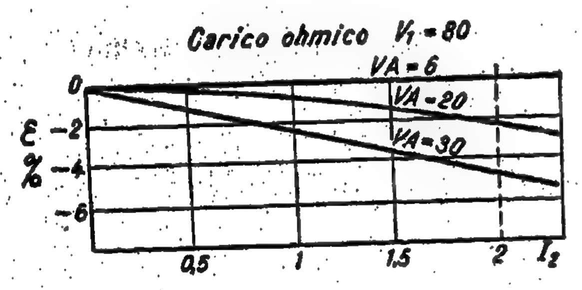


Fig. 14.

È chiaro che un simile dispositivo deve venir tarato una volta tanto sperimentalmente; è quindi necessario assumere una condizione di carico secondario come corrispondente ad un errore zero.

Nel tracciamento delle curve di fig. 14 e 15 si è assunto come nullo l'errore nella condizione rappresentata dalla inserzione di un

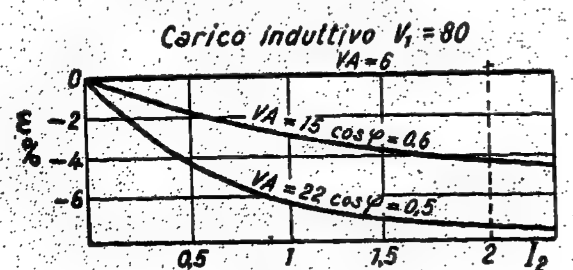


Fig. 15.

amperometro elettrodinamico cui corrisponde, per la corrente di 2 amp (assunta come valore nominale del riduttore), una potenza apparente di circa 6 VA. L'influenza di diversi carichi, ohmici ed induttivi, è indicata dalle differenti curve. Il carico induttivo perturba l'indicazione assai più di quello ohmico.

Sotto questo punto di vista, della prestazione, il dispositivo può essere naturalmente di molto migliorato, con l'adozione di più razionali criteri costruttivi. Tuttavia si può osservare che, effettuata la taratura con prestazione di 10 VA, le variazioni d'indicazione, occasionate da mutamenti del carico (ohmico) compresi fra 5 e 15 VA, restano nei limiti del ± 0,5 % circa.

In conclusione un dispositivo basato sullo schema di fig. 3 sembra idoneo a risolvere il problema del « trasformatore di misura » a corrente continua, sia per la tensione (con adeguata resistenza addizionale in serie col primario) sia per la corrente. In questo caso esso non sembra tuttavia il più adatto per le grandissime intensità (riduttore ad un solo conduttore), ma piuttosto si presta per ottenere l'isolamento nei circuiti a tensione elevata.

Ho anche voluto esaminare le possibilità del dispositivo usato con metodo di compensazione. Esse sono del tutto soddisfacenti, ma appaiono tuttavia assai meno interessanti di quelle relative all'impiego dell'apparecchio per lettura diretta.

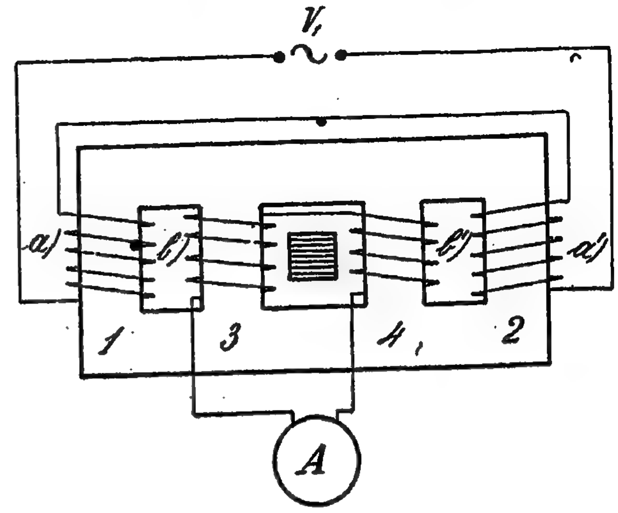


Fig. 16.

2°) Ho accennato più sopra al fatto che il dispositivo descritto male si presta alla realizzazione di un riduttore per fortissime intensità, cioè a semplice passaggio del conduttore.

In relazione a questo specifico problema ho voluto sperimentare il dispositivo indicato in fig. 16 e costituito da un nucleo a 4 colonne; sulle colonne laterali 1 e 2 sono disposti i due avvolgimenti

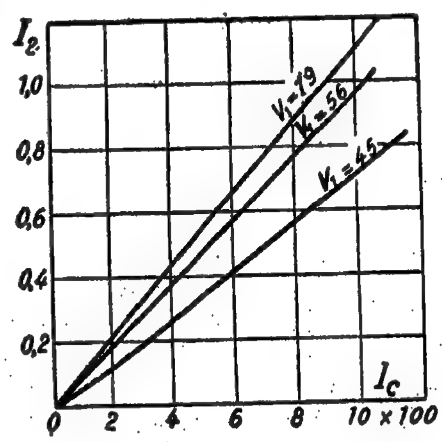


Fig. 17.

a) ed a') alimentati dalla corrente ausiliaria; i sensi d'avvolgimento sono discordi, cosicchè i due flussi vengono a chiudersi rispettivamente attraverso le colonne 3 e 4.

Queste colonne portano i due avvolgimenti secondari b) e b'), in serie fra loro e chiusi sullo strumento di misura.

Nel foro centrale passa il conduttore percorso dalla corrente continua da misurare.

Quando quest'ultima è nulla, le f.e.m. indotte nei secondari si fanno equilibrio, come pure è nulla la f.e.m. indotta nel circuito a corrente continua, che non si concatena col flusso alternativo.

In presenza della corrente continua si ha una ineguale ripartizione del flusso alternativo fra le due colonne 3 e 4, ripartizione che si modifica ad ogni mezzo periodo; nei circuiti b) ed b') si stabilisce una corrente di frequenza doppia; il dispositivo sfrutta in altra forma (con la fusione dei due circuiti magnetici in uno solo) il concetto applicato da Rottsieper. Alcuni risultati ottenuti con questo dispositivo sono raccolti in fig. 17.

Maggio 1934-XII.

R. Istituto Superiore d'Ingegneria - Padova.

LA MACCHINA AD INDUZIONE IN CASCATA CON UNA MACCHINA A COLLETTORE

C. DELLA SALDA

Riassunti gli scopi realizzabili mettendo in cascata una macchina ausiliaria a collettore con una macchina principale ad induzione, in riguardo a quest'ultima si stabiliscono due forme differenti di circuito equivalente, si dà una nuova costruzione grafica per dedurre la corrente secondaria dalla primaria e viceversa, si sviluppano diagrammi delle tensioni, forze magnetomotrici e flussi per diverse tensioni della macchina ausiliaria, e si traggono conclusioni teoriche e pratiche.

SOMMARIO.

Come è ben noto, una macchina ad induzione del tipo a rotore avvolto può venire disposta in cascata con una macchina ausiliaria a collettore. Questo collegamento elettrico — spesso integrato con un accoppiamento meccanico — equivale, in ultima analisi, ad introdurre nel secondario della macchina principale ad induzione una tensione avente la stessa frequenza della f.e.m. generata nel detto circuito dal campo rotante fondamentale. Attribuendo alla tensione in parola una ampiezza ed una fase convenienti, si conferiscono alla macchina ad induzione nuove proprietà nel funzionamento e si aumentano le sue possibilità di impiego; tanto come motore o generatore asincrono quanto come condensatore-reattore rotante.

La tensione o f.e.m. ausiliaria viene generata per moto meccanico relativo dei conduttori di un indotto tipo corrente continua attraverso un campo magnetico rotante od alternato della macchina a collettore. Oppure viene ricavata da una tensione già altrimenti disponibile — ad es., la tensione alimentante la macchina principale — mediante una semplice conversione di frequenza effettuata nella stessa macchina a collettore, anche senza che avvenga un moto meccanico relativo vero e proprio tra i conduttori ed un campo magnetico.

In questa Nota, il cui carattere è principalmente di sintesi di concetti teorici, alcuni dei quali si ritengono nuovi o presentati sotto nuovo aspetto, con riferimenti pratici schematizzati, si esamineranno i punti dell'argomento di cui ai paragrafi 1÷9, esponendo per ultimo alcune conclusioni.

Si lascerà da parte quanto riguarda piuttosto la macchina a collettore (sue particolarità costruttive, modi di eccitarla — in autoeccitazione o meno, con eccitazione separata, ecc. —, modi di regolare la tensione ausiliaria introdotta nella macchina principale, trasformatori ed apparecchi interposti) che la macchina ad induzione, e che richiederebbe di per sè una larga trattazione in aggiunta alla presente.

Si tralascierà anche lo sviluppo dei diagrammi delle correnti della macchina ad induzione, il quale, per la maggior parte dei casi, non potrebbe venire effettuato senza prima stabilire le formule complete che esprimono la tensione ausiliaria in funzione di grandezze o parametri delle macchine del gruppo ed in relazione col tipo e schema della macchina a collettore.

Delimitato così il campo che si vuole coprire nel presente lavoro, questo troverebbe un seguito logico in altri che considerassero sia la macchina a collettore indipendentemente dalla macchina principale ad induzione, sia il gruppo in cascata nel suo complesso.

Per brevità si indicheranno con le lettere A e C la macchina principale e la macchina ausiliaria. Facendo sempre riferimento ad una fase di stella statorica e rotorica di una macchina trifase A, si chiameranno:

E_1 ed E_2 le f.e.m. indotte dal flusso fondamentale rotante Φ della macchina A nel primario a frequenza f e nel secondario a frequenza $f_2 = fs$; I_1 ed I_2 le rispettive correnti; V_1 la tensione alimentante il primario; φ_1 l'angolo di fase della grandezza I_1 rispetto alla V_1; V_0 la tensione eguale ed opposta alla f.e.m. E_1; E_c la tensione ausiliaria introdotta dalla macchina C nel secondario della A (si intende depurata dalle cadute di tensione localizzate nella C); R_1 ed X_1, R_2 ed X_2 le resistenze effettive e le reattanze di dispersione magnetica primaria e secondaria, alla frequenza f; d il rapporto di trasformazione tra primario e secondario della macchina A; X_0 la reattanza di eccitazione del flusso Φ a frequenza f, riferita al numero di spire per fase primaria; G_1 e b_1 la conduttanza e la suscettanza di eccitazione del detto flusso Φ (approssimativamente è $b_1 = 1/X_0$); s_0 lo scorrimento rispetto al flusso rotante della macchina A in marcia a vuoto teorica con livello di velocità, ipo- od ipersincrono, diverso da quello definibile come livello naturale (sarà $s_0 = 0$ con macchina A non in cascata); s' lo scorrimento in carico rispetto alla velocità teorica di marcia a vuoto; s lo scorrimento generico, a vuoto od in carico, della macchina A rispetto al flusso rotante, cioè $s = s_0 \pm s'$; F_1 ed F_2 le f.m.m. globali rispettivamente del primario e del secondario; F_0 la f.m.m. risultante geometrica delle F_1 ed F_2 che eccita il flusso Φ; I_0 la corrente primaria magnetizzante relativa al detto flusso; ψ_1 l'angolo avente per tangente il rapporto $s\,X_2/R_2$; E_{10} ed E_{20} i particolari valori a frequenza f che verrebbero assunti dalle f.e.m. E_1 ed E_2 con macchina A a secondario aperto ed immobile; V_{00} ed I_{10} i valori spettanti in questo caso alla tensione V_0 ed alla corrente I_0 ossia I_1; I_{20} il valore della corrente I_{10} riportata sul secondario; $E_{2s} = s\,E_{20}$ la f.e.m. che verrebbe generata dal flusso Φ corrispondente alla f.e.m. E_{20} nel secondario supposto aperto e mantenuto mediante un artificio qualsiasi in rotazione con scorrimento s; ϱ l'angolo di cui la tensione E_c appare sfasata rispetto alla E_2 al carico che si considera; β, δ, γ gli angoli di sfasamento rispettivi delle grandezze E_2 sulla I_2, E_c sulla I_2, E_c sulla $s\,E_{20}$; θ l'angolo tra le tensioni V_1 e V_0; θ_0 l'angolo tra la V_1 e la V_{00}.

Le lettere E'_c, E'_2, E'_{20}, I'_2, R'_2, X'_2 significheranno le grandezze E_c, E_2, E_{20}, I_2, R_2, X_2 riportate in scala e frequenza del primario della macchina A. Si indicherà nei diagrammi sempre con $\overline{OP}$ il vettore risultante delle f.e.m. o tensioni E_c ed E_{2s}; e con $\overline{OP'}$ il vettore risultante delle f.e.m. E'_c ed E'_2.

Si userà il carattere grassetto per le grandezze vettoriali, o complesse, ed il carattere normale per le grandezze scalari.

§ 1. - Scopi realizzabili mediante una macchina ad induzione in cascata con una macchina a collettore.

Macchina principale funzionante come motore. — Correzione (o compensazione) di fase o del cos φ; regolazione entro dati limiti, sopra o sotto il sincronismo, del livello di velocità in marcia a vuoto; controllo del modo di variare della velocità da vuoto a carico e col crescere del carico, a frequenza di linea supposta costante; regolazione e controllo della potenza motrice ceduta all'asse, col variare dello scorrimento.

Macchina A come generatore. — Correzione (o compensazione) del cos φ; facoltà di scegliere il livello di velocità in marcia a vuoto, sopra o sotto il sincronismo; controllo del modo di variare del carico coll'aumentare della velocità, a frequenza di linea costante; regolazione e controllo della potenza elettrica ceduta alla linea, col variare dello scorrimento.

Macchina A come condensatore-reattore asincrono. — Controllo della potenza capacitiva e reattiva, prodotta od assorbita.

Circa gli scopi suddetti, per correzione del cos φ va inteso in generale tanto l'intervento della macchina a collettore C per diminuire un ritardo quanto quello per accrescere un anticipo della corrente della macchina ad induzione A agente da motore, rispetto alla tensione applicata. Il contrario si dica per la A come generatore, ferme tenute le direzioni delle correnti positive.

Entro certi limiti, la correzione del cos φ può prodursi in modo, per così dire, *naturale* quando essa trae origine da tensioni proprie del secondario della macchina ad induzione, anzichè dipendere direttamente dalla tensione ausiliaria introdotta nel secondario stesso, la quale tuttavia è presente in tal caso per altro scopo, quello della regolazione dei giri.

Ciò premesso, sono da distinguere i seguenti gruppi di macchine A e C aventi maggiore importanza:

a) *Gruppo per correzione del cos φ di un motore o di un generatore ad induzione.* — La macchina A funziona a cos φ eguale o prossimo al valore 1, a pieno carico od anche a vuoto e carico frazionario. La velocità a vuoto ha ancora il livello naturale di sincronismo.

La caratteristica di velocità della macchina A come motore rimane, nei limiti normali del carico, simile a quella di un motore a cor-

rente continua ad eccitazione derivata — cioè il numero di giri varia linearmente col carico o colla coppia, beninteso a frequenza di linea immutata — ed il grado di sovracaricabilità della macchina A risulta aumentato.

Per la macchina A come generatore la caratteristica del carico in funzione della velocità è lineare ed analoga alla caratteristica precedente, salvo l'andamento invertito.

b) *Gruppo per correzione del cos φ e compoundizzazione di un motore o di un generatore ad induzione.* — La caduta di velocità della macchina A come motore cresce col carico in proporzione maggiore o minore di quanto si verifica in assenza della macchina C; vale a dire che la A assume una caratteristica di velocità simile a quella di motori a corrente continua dotati di eccitazione rispettivamente composita aggiuntiva o composita differenziale. Nel primo caso il motore dicesi « *a scorrimento addizionale* ».

Similmente l'aumento di velocità da imprimere alla macchina A come generatore è più grande o più piccolo di quello che sarebbe necessario a macchina C esclusa e la caratteristica « velocità-carico » della A assume un'inclinazione maggiore o minore.

c) *Gruppo condensatore-reattore asincrono.* — La macchina A produce potenza capacitiva a cos φ minimo, di forte anticipo, come condensatore asincrono. Oppure, come reattore asincrono, assorbe potenza reattiva con angolo φ di ritardo prossimo a 90°.

Nell'intento di diminuire la frequenza secondaria, e quindi la potenza apparente richiesta alla macchina C per gli scopi suddetti, la velocità della A si fa generalmente risultare — mediante compoundizzazione differenziale, ad esempio — un poco più vicina al sincronismo di quanto non si riscontrerebbe, a parità di corrente nel secondario, in assenza della macchina C.

d) *Gruppo per regolazione del livello di velocità di marcia a vuoto e correzione del cos φ di un motore ad induzione.* — Il motore A assume livelli di velocità a vuoto diversi da quello naturale, e la velocità può essere o solo iposincrona o solo ipersincrona oppure tanto ipo- che ipersincrona (regolazione *bilaterale*).

La caratteristica « velocità-carico » del motore varia ancora linearmente, a frequenza di linea supposta costante. Il cos φ viene corretto a pieno carico od a vuoto e carico parziale, col vantaggio anche di realizzare un maggior grado di sovracaricabilità per il motore.

Nel caso particolare che ci si limiti a ricondurre il cos φ al valore che il medesimo motore presenterebbe marciando al suo livello naturale di velocità e con eguale corrente, si potrà dire che il motore è *a cos φ normalizzato*.

e) *Gruppo per regolazione del livello di velocità di marcia a vuoto, correzione del cos φ e compoundizzazione di un motore ad induzione.* — A differenza di quanto al caso d), il motore A assume la caratteristica di velocità propria dei motori ad eccitazione composita, come al caso b).

f) *Gruppo per correzione del cos φ e compoundizzazione di un generatore ad induzione la cui velocità impressa a vuoto ha un valore arbitrario.* — Analogamente al caso d), anche il livello di velocità di un generatore a vuoto può venire assunto ipersincrono od iposincrono, diverso cioè, entro certi limiti, dal livello naturale. La caratteristica del carico erogato in funzione della velocità resta praticamente lineare, a frequenza di linea costante, ed ha inclinazione maggiore o minore di quella normale a seconda che la compoundizzazione è aggiuntiva o differenziale.

g) *Gruppo per regolazione della potenza utile sull'asse e correzione del cos φ di un motore ad induzione.* — Il motore A sviluppa, per un dato livello di velocità (sincrono, ipo- od ipersincrono come ai gruppi a), b), d), e) di marcia a vuoto, rallentando, si comprende, rispetto al medesimo, una potenza meccanica che segue una determinata legge. Ad es., detta potenza resta praticamente costante, per quanto lo scorrimento subisca variazioni, ben inteso limitate, a cagione di mutamenti che possono intervenire tanto nella frequenza di alimentazione, quanto, per la natura stessa dell'applicazione elettrica o meccanica del gruppo, nella velocità della macchina comandata dal motore A.

In aggiunta agli scopi di cui sotto lettera g), potrà venire perseguita la compoundizzazione del motore, con schema più complesso.

Alla specie g) appartengono i gruppi per azionare treni di laminatoi, ed anche, per quanto concerne la loro unità motrice, i gruppi destinati ad interconnettere due reti a frequenza f ed f', eguali o diverse. Gli ultimi menzionati realizzano il trapasso di energia da una ad altra rete e sono costituiti da un motore asincrono A a frequenza f, con annessa macchina ausiliaria C in cascata, accoppiato meccanicamente con un generatore sincrono a frequenza f'.

h) *Gruppo per regolazione della potenza elettrica prodotta e correzione del cos φ di un generatore ad induzione.* — Reciproci di quelli di cui al caso ultimo considerato, ed egualmente utilizzabili per la interconnessione di due reti a frequenza f ed f', sono i gruppi costituiti da un motore sincrono a frequenza f e da un generatore asincrono a frequenza f' aggregato con macchina ausiliaria in cascata. In essi un generatore A marciante a vuoto al sincronismo, od anche ipo- od ipersincrono come al caso f), sviluppa una potenza che segue una legge prestabilita. Ad es., questa potenza resta praticamente costante per quanto lo scorrimento corrispondente alla velocità impressa possa oscillare a cagione di variazioni verificantisi comunque tanto nella frequenza f' della rete alimentata dall'asincrono, quanto nella frequenza f della rete alimentante il sincrono.

Agli scopi sotto lettera h) si potrà aggiungere quello della compoundizzazione del generatore, similmente al caso precedente.

Nell'applicazione pratica dei gruppi g) ed h) può venire richiesto di capovolgere, automaticamente o meno, il senso in cui si trasferisce l'energia tra due reti, oltre che fissare per la potenza passante un determinato valore entro dati limiti. In conformità di quanto detto sopra, per ogni valore stabilito per la potenza, questa non subisce l'influenza di eventuali leggere variazioni delle frequenze f ed f'.

Nei gruppi a), b), c) la macchina ausiliaria C prende il nome di *compensatore di fase* od *eccitatrice* della macchina principale ad induzione A.

Di regola la C viene accoppiata meccanicamente con la A, o con altra macchina ausiliaria ad induzione allacciata alla stessa rete primaria.

Alla macchina C nei gruppi d), e), f) si dà il nome di *eccitatrice* della macchina principale A, il che risulta giustificato per quanto riflette la correzione del cos φ. Si potrebbe anche chiamare la C macchina *de-survoltrice*, atteso che essa, nei riguardi del numero di giri e della tensione indotta dal flusso rotante Φ nel secondario della A, esplica un compito molto simile a quello di un de-survoltore disposto in serie con un motore o generatore a corrente continua. La differenza tra il gruppo a corrente alternata e quello a corrente continua qui paragonati consiste in ciò, che nel primo gruppo il de-survoltore viene inserito nel secondario della macchina principale anzichè nel circuito allacciato alla rete, dove non avrebbe effetto di regolazione apprezzabile.

In pratica la macchina C nei principali gruppi viene accoppiata meccanicamente con la A quando si tratta di applicazione che richiede un momento elettromagnetico di rotazione all'incirca inversamente proporzionale al numero di giri (potenza costante). Invece conviene accoppiare la C meccanicamente con altra macchina ad induzione ausiliaria derivata sulla stessa linea che alimenta la macchina A, qualora dalla A si voglia un momento rotatorio pressochè costante a tutte le velocità (potenza proporzionale ai giri).

Infine la macchina C nei gruppi g), h) potrebbe assumere, oltre la qualifica già conosciuta di eccitatrice, quella di de-survoltrice, intendendo però quest'ultima in senso più lato che al caso dei gruppi d), e), f), in quanto che, come si vedrà nel seguito, la C fa equilibrio totale o parziale alla f.e.m. prodotta dal flusso fondamentale rotante della macchina A e ad altre f.e.m. e tensioni del secondario della stessa A.

§ 2. - Circuito equivalente semplice per la macchina ad induzione in cascata.

Le equazioni fondamentali di una macchina ad induzione A in cascata sono (1):

$$\mathbf{V}_1 = (R_1 + j\,X_1)\,\mathbf{I}_1 + \mathbf{V}_0\,, \tag{1}$$

$$\mathbf{E}_0 + \mathbf{E}_2 = (R_2 + j\,s\,X_2)\,\mathbf{I}_2\,, \tag{2}$$

$$\mathbf{F} + \mathbf{F}_2 = \mathbf{F}_0\,. \tag{3}$$

Venendo nella (2) il secondario considerato a sè, all'infuori di ogni riferimento al primario, lo scorrimento s andrà inteso positivo tanto se la velocità è iposincrona quanto se è ipersincrona.

Applicando un noto processo di sostituzione di circuiti fittizi ai circuiti reali rotorici, di cui lo scrivente ha fatto uso sistematico in altri suoi lavori, e fissando per le correnti e tensioni nei primari e secondari direzioni positive che siano concordanti sotto il punto di vista delle f.m.m. suscitate dalle correnti stesse, le equazioni fondamentali per la macchina ad induzione con rotore fittizio diventano:

$$\mathbf{E}'_0 + \mathbf{E}'_2 = (R'_2/s + j\,X'_2)\,\mathbf{I}'_2\,, \tag{4}$$

$$\mathbf{I}_1 + \mathbf{I}'_2 = \mathbf{I}_0\,, \tag{5}$$

oltre alla (1) di cui sopra. Al contrario di quanto nella (2), nella (4) si intenderà s positivo o negativo rispettivamente a seconda che la velocità della A è ipo- od ipersincrona.

La f.e.m. E'_0 ha un'ampiezza eguale a $d\,E_0/s$, come la E'_2 è eguale a $d\,E_2/s$.

---

(1) In esse $j\,X_1\,\mathbf{I}_1$ ed $j\,sX_2\,\mathbf{I}_2$ significano vettori di tensioni anticipanti di 90° sulle correnti $\mathbf{I}_1$ ed $\mathbf{I}_2$.

Va messo in rilievo che in regime ipersincrono, motorio o generatorio, sia la f.e.m. E'_2 che la E'_c, per quanto riguarda i loro valori istantanei, vengono ad essere capovolte rispetto alle corrispondenti grandezze E_2 ed E_c. A tale velocità, mentre lo sfasamento ϱ tra le f.e.m. E_c ed E_2 sussiste anche tra le f.e.m. E'_c ed E'_2, gli sfasamenti della f.e.m. E'_c rispetto alla corrente I'_2 e della E'_2 rispetto alla I'_2 vengono espressi rispettivamente da 180°-δ e 180°-β.

Invece a velocità iposincrona i tre sfasamenti ora considerati rimangono eguali a ϱ, δ e β.

Semplici considerazioni e sviluppi di calcolo, che vengono omessi per brevità, dimostrano:

1°) che la f.m.m. F'_2 del rotore fittizio coincide con la F_2 e presenta rispetto al flusso principale Φ nello spazio lo stesso sfasamento di $90° \pm \tau$ (dove $\tau = \beta$ od a $180° - \beta$), ritardo se motore, anticipo se generatore, della F_2 rispetto al flusso Φ;

2°) che la f.m.m. F_1 della macchina modificata coincide con la F_1 della macchina effettiva A ed altrettanto accade per il flusso Φ.

Ne consegue che la corrente I_1 della macchina trasformata coincide con la I_1 della macchina effettiva girante con un dato scorrimento s (positivo e negativo), ed ogni calcolo elettrico potrà effettuarsi sulla nuova anzichè sulla macchina originaria.

In base alle formule (1) (4) (5) si può tracciare il circuito equivalente (fig. 1) della macchina ad induzione in cascata. In esso le freccie

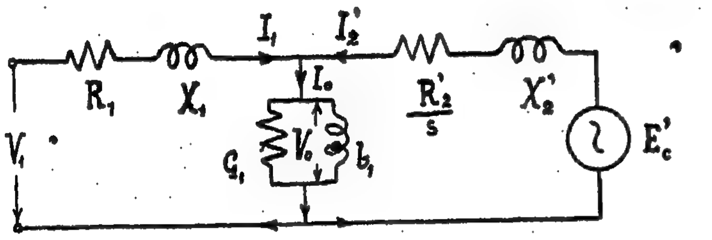


Fig. 1.

stabilite per i valori positivi delle tensioni e correnti valgono tanto per il funzionamento motorio che per quello generatorio della macchina.

È ovvio che lo schema fig. 1 permarrebbe anche se la macchina ausiliaria C fosse sincrona od asincrona del tipo non a collettore; esso ha quindi un significato generale per i gruppi in cascata.

§ 3. - Diagrammi delle tensioni della macchina ad induzione in cascata, con riferimento al circuito equivalente semplice.

Le fig. 2 e 3 dànno i diagrammi vettoriali delle tensioni per la macchina ad induzione A funzionante rispettivamente come motore e generatore normale, non in cascata. La fig. 2 non richiede spiegazioni particolari. Circa la fig. 3, che forse può riuscire meno chiara al lettore, va rilevato che la corrente I_1 ritarda di un angolo compreso tra 90° e 180° sulla tensione V_1 del generatore, la direzione stabilita dei

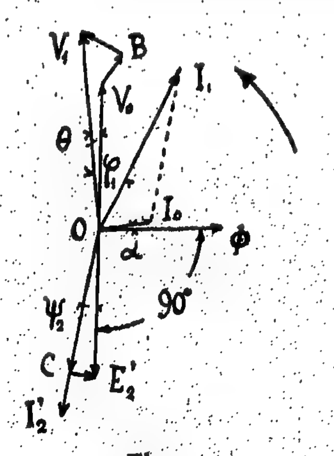


Fig. 2.

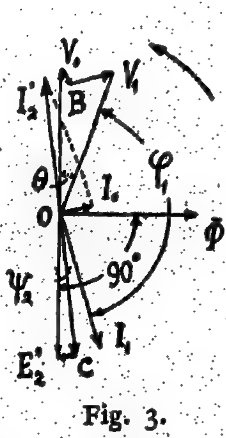


Fig. 3.

valori positivi essendo la medesima che per il motore. Inoltre il vettore $\overline{OC} = I'_2 R'_2/s$, dove s negativo, è opposto al vettore $\overline{OI'_2}$ e la grandezza E'_2 anticipa sulla I'_2 di un angolo a $180° - \psi_2$, come la E_2 anticipa di ψ_2 sulla I_2 nel secondario considerandolo indipendentemente dal primario. Il vettore $\overline{CE'_2} = jX'_2 \mathbf{I}'_2$ in fig. 3 anticipa di 90° sulla corrente $\mathbf{I}'_2$, come in fig. 2; i vettori $\overline{V_0B} = R_1 \mathbf{I}_1$, $\overline{BV_1} = jX_1 \mathbf{I}_1$ sono in fase e rispettivamente a 90° di anticipo sulla corrente $\mathbf{I}_1$.

Osservando la fig. 3, si ricava che, se per una data corrente si aumenta la resistenza primaria R_1, cresce il vettore $\overline{V_0B}$ e la tensione V_0 può risultare maggiore della V_1; nel qual caso il flusso rotante Φ sarà più grande con generatore in carico che a vuoto. Particolarità quest'ultima che non si verifica in funzionamento motorio, come si può desumere osservando la fig. 2.

Nelle fig. 4 ÷ 14 si hanno i diagrammi delle tensioni per diversi casi della macchina ad induzione A in cascata. Essi verranno qui brevemente illustrati, senza entrare, per altro, in specificazioni nei riguardi della tensione E_c, a differenza di quanto verrà fatto nei paragrafi 7 ed 8.

a) *Motore iposincrono con velocità di marcia a vuoto a livello naturale e provvisto di correzione del cos φ.* — In fig. 4, per motore in carico, è: ϱ angolo di anticipo eguale o leggermente superiore a 90°, δ anticipo $\cong$ 90°, β ritardo $<$ 90° e la tensione risultante $\overline{OP'}$ delle E'_c ed E'_2 cade nel quadrante inferiore destro delimitato dalle direzioni del flusso Φ e della f.e.m. E'_2.

La potenza elettrica fornita dalla macchina C alla A è tutta reattiva. La velocità del motore in carico sarà leggermente inferiore a quella che esso svilupperebbe funzionando non in cascata, lo scorrimento essendo aumentato causa la maggior resistenza del circuito secondario.

Qualora per la macchina A in carico si facesse risultare δ anticipo leggermente $<$ 90°, la C fornirebbe alla A anche una piccola potenza attiva e lo scorrimento s della A diminuirebbe, senza tuttavia cambiare di segno.

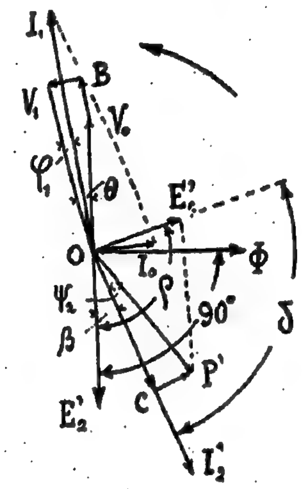


Fig. 4.

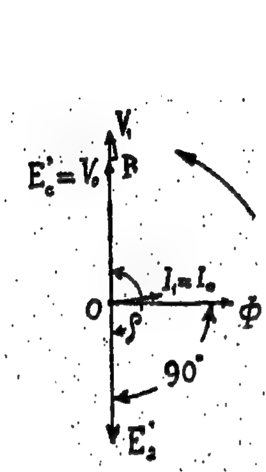


Fig. 5.

b) *Motore iposincrono con velocità di marcia a vuoto a livello inferiore a quello naturale e provvisto di correzione del cos φ.* — La fig. 5, dove $\varrho = 180°$ ed $\mathbf{E}'_c = -\mathbf{E}'_2$, come è $\mathbf{E}_c = -\mathbf{E}_2$, rappresenta il caso particolare di funzionamento teorico a vuoto. Lo scorrimento del motore A rispetto al campo rotante sarà $s = E_c/V_0/d \cong d\,E_c/V_1$, e si intende $E_c < V_0/d$. In fig. 6, per funzionamento in carico, è: ϱ anticipo $>$ 90°, δ anticipo $>$ 90, β ritardo $<$ 90°. La componente della f.e.m. E'_c nella direzione della E'_2 è minore della E'_2 e la risultante $\overline{OP'}$ cade ancora nel quadrante inferiore destro.

La macchina C assorbe, come motore, potenza attiva dalla A ed inoltre genera potenza reattiva. Lo scorrimento del motore A rispetto al campo rotante risulta aumentato tanto in marcia a vuoto quanto in carico. La macchina C sviluppa una potenza meccanica proporzionale all'incirca al suddetto scorrimento, a parità di corrente e di altre condizioni. Lo scorrimento della A in carico rispetto alla velocità di motore a vuoto risulta più grande di quello che si avrebbe, a parità di corrente, per lo stesso motore non in cascata. Ciò a cagione anche del maggior valore relativo che assume la reattanza secondaria $s\,X_2$ nel caso a giri abbassati sotto il livello naturale.

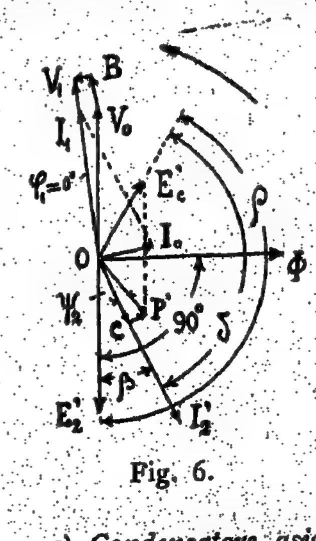


Fig. 6.

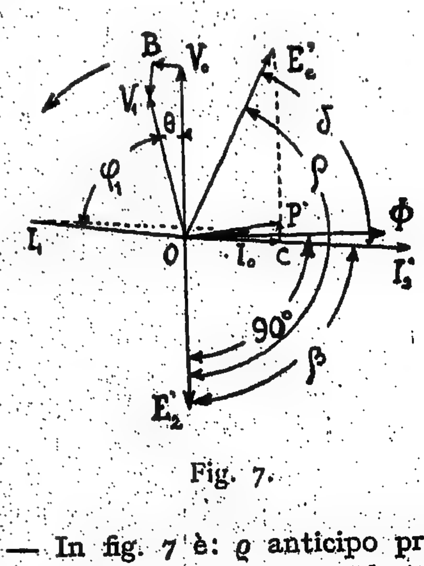


Fig. 7.

c) *Condensatore asincrono.* — In fig. 7 è: ϱ anticipo prossimo a 180°, δ anticipo vicino ed inferiore a 90°, β ritardo $<$ 90°; la tensione $\overline{OP'}$ cade nel quadrante superiore destro.

Mentre la macchina A assorbe dalla rete potenza capacitiva — od, in altri termini, riversa sulla rete stessa potenza reattiva — la C fornisce alla A potenza reattiva ed una piccola potenza attiva. La velocità della A risulta più vicina al sincronismo di quanto non accadrebbe

attribuendo all'angolo δ il valore di 90°. Per effetto della reattanza primaria X_1 e quindi della tensione induttiva $j\,X_1\,\mathbf{I}_1$ (vettore $\overline{B\,V_1}$), può risultare $V_0 > V_1$ a macchina in carico. Perciò il flusso rotante Φ potrebbe crescere nel trapasso dal funzionamento a vuoto a quello in carico di un condensatore asincrono.

d) *Reattore asincrono.* — In fig. 8 è: ϱ ritardo vicino a 180°, δ ritardo vicino a 90°, β anticipo $< 90°$ e la tensione $\overline{O\,P'}$ cade nel quadrante inferiore sinistro.

La macchina C fornisce alla A una potenza capacitiva ed una piccola potenza attiva, mentre la A assorbe potenza reattiva dalla linea. La velocità della A risulta più vicina al sincronismo, come al caso precedente.

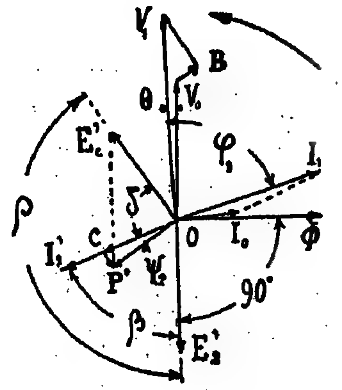


Fig. 8.

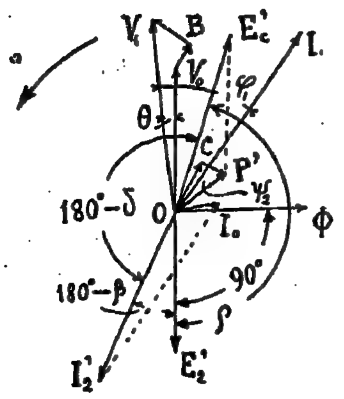


Fig. 9.

e) *Motore ipersincrono* (φ_1 *ritardo*). — La fig. 5 rappresenta anche il caso particolare di marcia a vuoto per questa macchina. Lo scorrimento del motore sarà $s_0 \cong -E_c\,d/V_1$, e si intende $E_c \lessgtr V_0/d$.

In fig. 9, valevole per un motore in carico, è: ϱ anticipo vicino a 180°, 180° — δ ritardo vicino a 180°, 180° — β anticipo $< 90°$. La componente della f.e.m. E'_c nella direzione della E'_2 supera la E'_2, e risulta $\overline{O\,P'}$ nel quadrante superiore destro. Nonostante lo scorrimento s sia negativo, il prodotto vettoriale $\mathbf{E}'_c/s \times \mathbf{I}'_2$ è positivo come il prodotto corrispondente $\mathbf{E}_c \times \mathbf{I}_2$.

La macchina C dà alla A potenza attiva e reattiva. Quest'ultima potrebbe mutarsi in capacitiva qualora l'angolo 180° — δ, anzichè di ritardo, fosse di anticipo e vicino a 180°. Circa lo scorrimento del motore A in carico rispetto alla velocità di vuoto, è da ripetere quanto al caso b).

Un utile rilievo si può fare basandosi sulla fig. 9, dove si tengano fermi l'angolo ϱ e la tensione E'_c e quindi il vettore $\overline{O\,P'}$, e cioè: se si aumenta la reattanza secondaria X'_2, l'angolo ψ_2 cresce e l'angolo di ritardo φ_1 cala, il fattore di potenza del motore tende a migliorare. Dando valori adeguati alla X'_2, l'angolo φ_1 potrebbe annullarsi e cambiare anche di segno. La reattanza secondaria realizza pertanto nel motore ipersincrono, in grado maggiore o minore, una correzione *naturale* del cos φ, contrariamente alla reattanza primaria.

f) *Motore ipersincrono provvisto di correzione del cos* φ ($\varphi_1 = 0°$ *od angolo di anticipo* $< 90°$). — In fig. 10, relativa ad un motore in carico, nella quale si è scelta una tensione E'_c anticipante su quella del caso fig. 9, è: ϱ ritardo vicino a 180°, 180° — δ anticipo vicino a 180°, 180° — β ritardo $< 90°$. Risulta $\varphi_1 = 0°$ ed il vettore $\overline{O\,P'}$ cade nel quadrante superiore sinistro.

La macchina C dà alla A potenza capacitiva ed attiva.

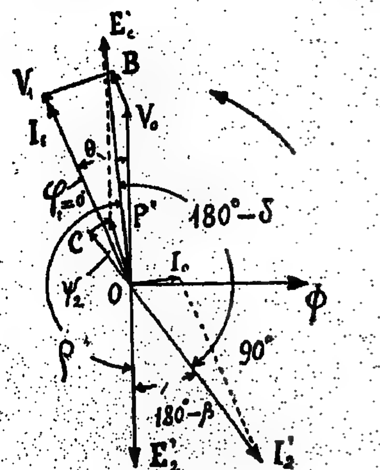


Fig. 10.

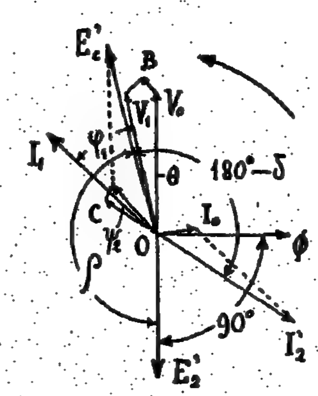


Fig. 11.

Nel caso fig. 11 l'angolo φ_1 diventa di anticipo. Tanto nella fig. 10 che nella fig. 11, quella correzione del cos φ che per la fig. 9 aveva origine nella stessa macchina A dietro il benefico intervento della reattanza secondaria X'_2, viene disimpegnata principalmente dalla macchina C, grazie all'anticipo impresso alla tensione E'_c nei confronti di quanto a fig. 9. Naturalmente tanto maggiore è la reattanza X'_2 e tanto minore sarà l'anticipo necessario da imprimere alla tensione E'_c per raggiungere la correzione voluta.

g) *Generatore ipersincrono con velocità di marcia a vuoto a livello eguale o superiore al livello naturale, e provvisto di correzione del cos* φ ($\varphi_1 = 180°$). — La fig. 5 vale anche per un generatore girante a vuoto con velocità superiore a quella naturale. In fig. 12, riferentesi ad un generatore in carico, è: ϱ ritardo $> 90°$, 180° — δ anticipo $< 90°$, 180° — β ritardo $> 90°$.

In quanto la tensione E'_c possiede una componente contraria ed inferiore alla E'_2, si intende che nel caso considerato la velocità impressa al generatore A è superiore al livello naturale.

La tensione $\overline{O\,P'}$ risulta nel quadrante inferiore sinistro.

La macchina C assorbe dalla A potenza attiva e le dà potenza capacitiva. Circa lo scorrimento della A rispetto alla velocità di vuoto, vale quanto detto ai casi b) ed e).

Come già in fig. 3, aumentando in fig. 12 la resistenza primaria R_1, può risultare $V_0 > V_1$ e conseguirne un aumento del flusso rotante nel passaggio dal funzionamento a vuoto a quello in carico.

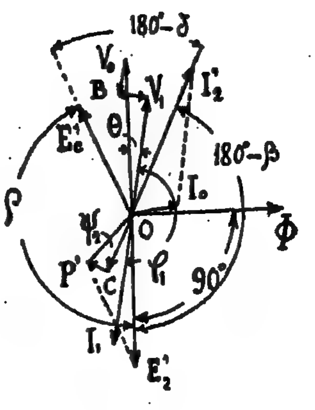


Fig. 12.

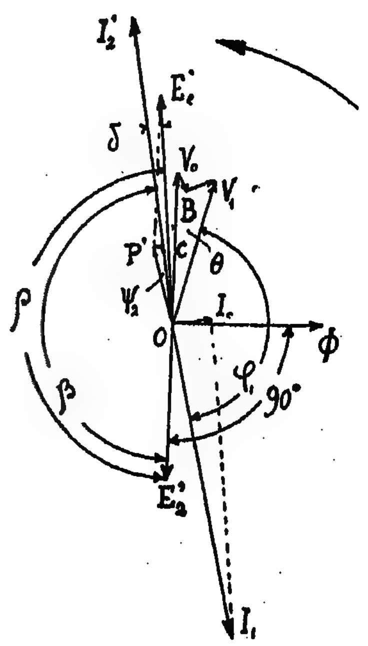


Fig. 13.

Qualora fosse 180° — δ = 90°, la macchina C fornirebbe alla A potenza capacitiva senza assorbire potenza attiva, e la velocità da imprimere alla A resterebbe quella normale, leggermente ipersincrona, corrispondente allo sviluppo del momento rotatorio elettromagnetico per un dato carico.

h) *Generatore iposincrono* (φ_1 *ritardo minore di* 180°). — La fig. 5 vale anche per un generatore azionato a vuoto ad un livello di velocità inferiore a quello naturale. In fig. 13, riferentesi ad un generatore in carico è: ϱ ritardo vicino a 180°, δ ritardo $< 90°$, β anticipo $> 90°$. La componente della E'_c nella direzione della E'_2 supera la E'_2, e risulta $\overline{O\,P'}$ nel quadrante superiore sinistro.

La potenza $\mathbf{E}'_c/s \times \mathbf{I}'_2$ è positiva, come la $\mathbf{E}_c \times \mathbf{I}_2$; e la macchina C fornisce alla A potenza attiva e capacitiva. Quest'ultima potrebbe mutarsi in reattiva qualora l'angolo δ fosse, anzichè di ritardo, di anticipo $< 90°$.

Un nuovo rilievo, analogo a quello di cui al caso e), si può fare in base alla fig. 13 nella quale si tenga fermo il vettore $\overline{O\,P'}$, e cioè: se si aumenta la reattanza X'_2, quindi il vettore $\overline{C\,P'}$, lo sfasamento φ_1 tende a portarsi verso 180° di ritardo e potrebbe, per adeguati valori della X'_2, invertirsi di segno.

Pertanto anche nel generatore iposincrono la reattanza secondaria determina una correzione naturale del cos φ, contrariamente alla reattanza primaria.

k) *Generatore iposincrono provvisto di correzione del cos* φ ($\varphi_1 = 180°$ *od angolo di anticipo* $< 180°$). — In fig. 14 è: ϱ anticipo vicino a 180°, δ anticipo $< 90°$, β ritardo $> 90°$. Rispetto al caso precedente, la tensione E'_c ha subito un ritardo di fase. La componente della E'_c nella direzione della E'_2 supera la E'_2, l'angolo φ_1 diventa 180° di anticipo e risulta la $\overline{O\,P'}$ nel quadrante superiore destro.

La macchina C dà alla A potenza attiva e reattiva.

Anche dalla fig. 14 si desume che, se si aumenta la resistenza primaria R_1, quindi il vettore $\overline{V_0\,B}$, il flusso rotante del generatore A può risultare più grande in carico che a vuoto. Se invece il carico entro

il generatore fosse fortemente capacitivo — come quello di un condensatore asincrono — potrebbe la reattanza X_1, anzichè la resistenza R_1, determinare un aumento del detto flusso in carico.

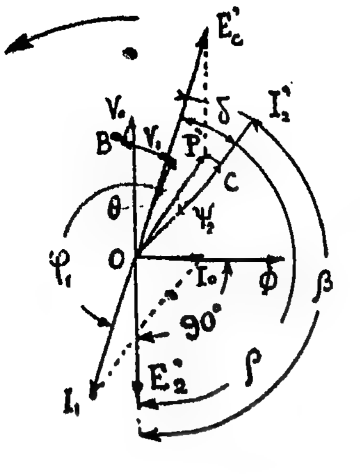


Fig. 14.

Dalla fig. 14 si deduce anche che, facendo crescere la reattanza X'_2, la corrente I_1 tende ad aumentare la sua componente a 90° di anticipo sulla tensione V_1, in accordo con quanto al caso h).

Le conclusioni non cambiano se si eseguisce il diagramma per $\varrho = 180°$, valore intermedio tra quelli contemplati nelle fig. 13 e 14.

La reattanza secondaria X'_2 determina anche nel caso k), come al caso h), una correzione naturale del cos φ grazie alla quale sarà minore il ritardo che occorresse imprimere alla tensione E_c per realizzare una data correzione del cos φ.

§ 4. - Diagrammi delle forze magnetomotrici e dei flussi rotanti.

Oltre ai diagrammi vettoriali di grandezze sinusoidali nel tempo, torna utile avere sott'occhio i diagrammi vettoriali di grandezze sinusoidali nello spazio, quali sono le f.m.m. ed i flussi rotanti fondamentali della macchina ad induzione A.

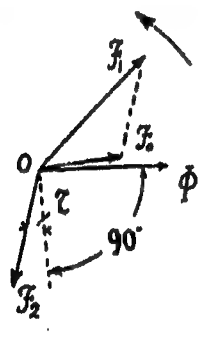


Fig. 15.

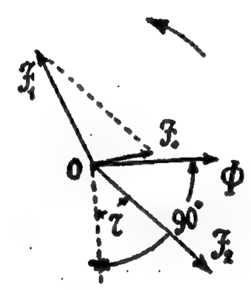


Fig. 16.

In linea generale, la fig. 15 corrisponde ai casi fig. 2-8-9 dei diagrammi delle tensioni; la fig. 16 corrisponde alle fig. 4-6-7-10; la fig. 17 corrisponde alle fig. 3-13, e la fig. 18 alle fig. 12-14.

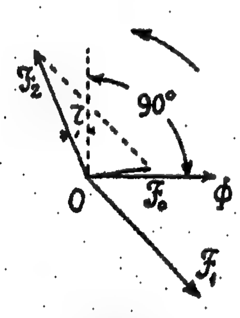


Fig. 17.

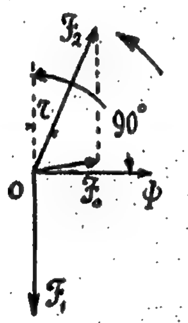


Fig. 18.

L'angolo τ, che è eguale a ψ_2 per motori e generatori normali non in cascata, diventa nei gruppi in cascata rispettivamente eguale a β per motore iposincrono e generatore ipersincrono ed a $180° - \beta$ per motore ipersincrono e generatore iposincrono.

§ 5. - Determinazione delle correnti in base al circuito equivalente semplice.

Assunte come grandezze note le tensioni V_1 ed E'_c, ed il loro sfasamento, $180° - \delta - \beta \pm \theta$, si possono determinare in base al circuito equivalente fig. 1 le correnti I_1 ed I_2 corrispondenti ad un qualsiasi scorrimento s. All'uopo si dovrebbero considerare agenti separatamente le suddette tensioni e poi sommare geometricamente le correnti parziali nei rami del circuito equivalente.

Una semplificazione notevole di questo calcolo può venire effettuata servendosi di una importante proprietà del diagramma delle tensioni della macchina ad induzione che lo scrivente mette qui in evidenza. La proprietà è la seguente (2): Per una data tensione $\mathbf{V}_1$ applicata al primario, e supposto note la corrente $\mathbf{I}_{00}$ e la tensione $\mathbf{V}_{10}$ a secondario aperto, la corrente $\mathbf{I'}_2$ che corrisponde ad una qualsiasi corrente primaria $\mathbf{I}_1$ si ricava congiungendo nel diagramma delle tensioni i punti I_1 ed I_{00} e facendo descrivere al segmento $\overline{I_1 I_{00}}$, con rotazione verso sinistra attorno al punto I_1, un angolo eguale a θ_0, ed infine amplificando il segmento stesso nel rapporto numerico V_1/V_{0c}. Il vettore $\overline{I_1 I_0}$ così ottenuto rappresenta la corrente $\mathbf{I'}_2$ in ampiezza e fase, e, di conseguenza, il terzo lato del triangolo avente per altri lati le correnti $\mathbf{I'}_2$ ed $\mathbf{I}_1$ rappresenterà la corrente $\mathbf{I}_0$.

(2) La dimostrazione qui data è nuova, per quanto consta allo scrivente. La proprietà trovasi implicita, poichè presentata sotto differente e più complesso aspetto, al § 3 di un lavoro di carattere prevalentemente matematico del Dott. Ing. L. Dreyfus « Kommutatorkaskaden und Phasenschieber ». Ed. J. Springer, Berlino, 1931.

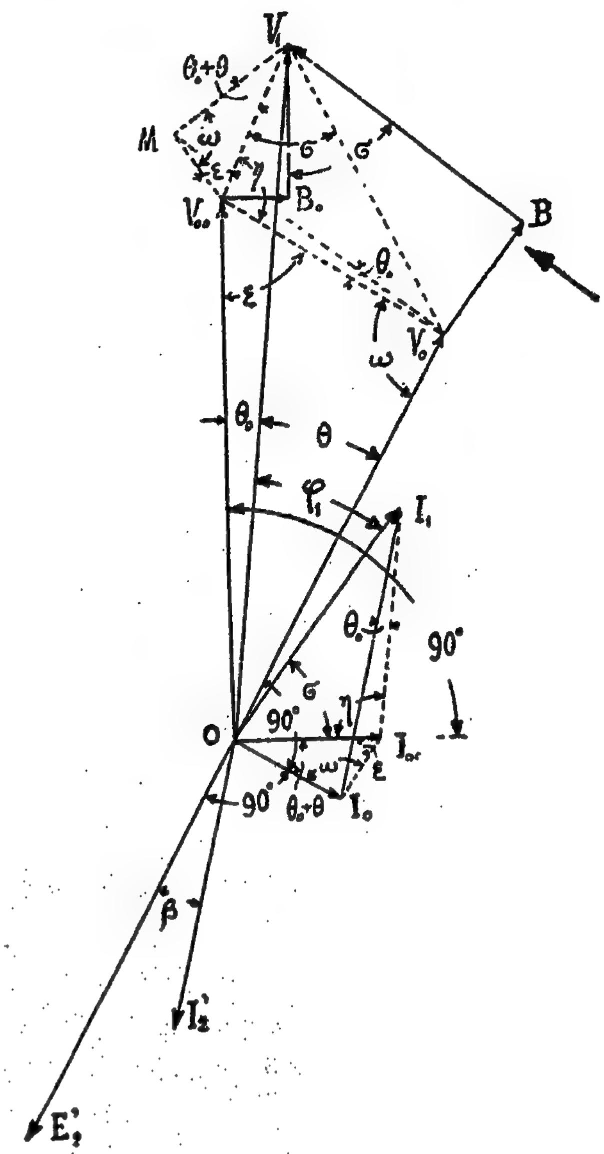


Fig. 19.

Per stabilire quanto sopra, ci si riferirà a fig. 19, nella quale vengono trascurate le perdite nel ferro della macchina ad induzione.

Assunte, con procedimento invertito, come note le correnti $\mathbf{I}_1$, $\mathbf{I}_0$, $\mathbf{I'}_2$, $\mathbf{I}_{00}$, è chiaro che basterà dimostrare le seguenti relazioni: l'angolo $\widehat{I_0 I_1 I_{00}}$ è eguale all'angolo θ_0; il segmento $\overline{I_1 I_{00}}$ è eguale al prodotto $I'_2 V_{00}/V_1$.

Si osservi anzitutto che il triangolo $OI_{00} I_0$ è simile al triangolo $O V_{00} V_0$, poichè i lati $\overline{OI_0}$, $\overline{OI_{00}}$ sono proporzionali rispettivamente ai lati $\overline{OV_0}$, $\overline{OV_{00}}$, e tra i due primi intercede lo stesso angolo, $\theta_0 + \theta$, che divide i secondi. Inoltre il triangolo $V_1 V_{00} V_0$ è simile al triangolo $O I_{00} I_1$, per le seguenti ragioni: i lati $\overline{V_1 V_{00}}$ e $\overline{V_1 V_0}$ sono proporzionali, attraverso l'impedenza primaria $R_1 + j X_1$, rispettivamente ai lati $\overline{OI_{00}}$ ed $\overline{OI_1}$; e tra i due primi è compreso un angolo σ eguale a quello racchiuso tra i due ultimi, essendo la componente $\overline{V_1 B}$ girata di un angolo σ rispetto alla $\overline{V_{00} B_0}$, ed altrettanto si può dire per la $\overline{B V_1}$ rispetto alla $\overline{B_0 V_1}$. Ne consegue: $\widehat{V_1 V_{00} V_0} = \widehat{O I_0 I_1} = \eta$.

Si costruisca ora sulla base $\overline{V_{00} V_1}$ un nuovo triangolo $V_{00} M V_1$ che sia simile al triangolo $I_{00} I_0 O$, ed il lato $\overline{V_{00} M}$ del primo corrisponda al lato $\overline{I_{00} I_0}$ del secondo. Si congiungano poi i punti M e V_0 e si confrontino i triangoli $V_{00} M V_0$ e $V_{00} V_1 O$. In essi i lati divergenti dal vertice V_{00} che racchiudono un angolo eguale, $\eta + \varepsilon$, sono proporzionali fra loro. Difatti si ha:

$$\frac{\mathbf{I}_{00}}{\mathbf{V}_{00}} = \frac{\mathbf{I}_0}{\mathbf{V}_0}, \text{ quindi anche } \frac{\mathbf{I}_{00}}{\mathbf{V}_{00}} = \frac{\mathbf{I}_{00} - \mathbf{I}_0}{\mathbf{V}_{00} - \mathbf{V}_0}.$$

E, moltiplicando per $\mathbf{Z}_1$, sarà pure:

$$\frac{\mathbf{Z}_1 (\mathbf{I}_{00} - \mathbf{I}_0)}{\mathbf{V}_{00} - \mathbf{V}_0} = \frac{\dot{\mathbf{Z}}_1 \mathbf{I}_0{}^0}{\mathbf{V}_{00}}, \text{ ossia } \frac{\overline{M V_{00}}}{\overline{V_{00} V_0}} = \frac{\overline{V_{00} V_1}}{\overline{O V_{00}}}.$$

Si deduce che l'angolo $\widehat{M V_0 V_{00}}$ sarà eguale all'angolo $\widehat{V_1 O V_{00}}$, ossia a θ_0. Si confrontino i triangoli $M V_0 V_{00}$ ed $I_1 I_{00} I_0$. I lati corrispondenti di essi che comprendono un angolo eguale, $\eta + \varepsilon$, sono proporzionali tra loro. Difatti è:

$$\frac{\overline{M V_{00}}}{\overline{I_{00} I_0}} = \frac{\mathbf{Z}_1 (\mathbf{I}_{00} - \mathbf{I}_0)}{\mathbf{I}_{00} - \mathbf{I}_0} = \mathbf{Z}_1 \quad ; \quad \frac{\overline{V_{00} V_0}}{\overline{I_{00} I_1}} = \frac{\mathbf{Z}_1 \mathbf{I}_{00} - \mathbf{Z}_1 \mathbf{I}_1}{\mathbf{I}_{00} - \mathbf{I}_1} = \mathbf{Z}_1 ;$$

da cui:

$$\frac{\overline{M V_{00}}}{\overline{I_{00} I_0}} = \frac{\overline{V_{00} V_0}}{\overline{I_{00} I_1}}.$$

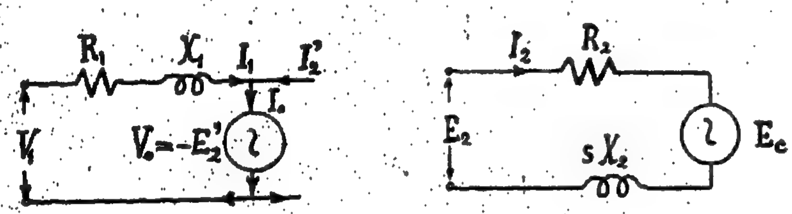
Dai detti triangoli si ricaverà che l'angolo $\widehat{I_0 I_1 I_{00}}$ è eguale all'angolo $\widehat{M V_0 V_{00}}$, quindi a θ_0. Resta così dimostrata la prima relazione di cui sopra.

Paragonando in ultimo i triangoli $O V_{00} V_1$ e $I_1 I_{00} I_0$, si vede che essi sono simili e si deduce: $\frac{\overline{I_1 I_0}}{\overline{I_1 I_{00}}} = \frac{V_1}{V_{00}}$; con ciò anche la seconda relazione resta verificata.

§ 6. - Circuito equivalente duplice per il motore ad induzione in cascata.

Prendendo lo spunto dal lavoro del Dott. Ing. L. Dreyfus sopracitato, verrà qui concretata una nuova forma di circuito equivalente, dalla quale con calcolo più rapido di quello accennato al § 5, sono ricavabili la corrente secondaria I_2, la f.e.m. E_2, la potenza trasferita dal primario al secondario o viceversa, e la potenza meccanica sviluppata od assorbita dalla macchina ad induzione in cascata.

Interpretando graficamente le equazioni (2) e (3), si tracci un circuito composto di due parti separate: una, fig. 20*a*, relativa al primario a frequenza f; l'altra, fig. 20*b*, relativa al secondario a frequenza $f s$.



a *b*

Fig. 20.

Tenendo presenti anche le equazioni (4) e (6), le due parti del circuito equivalente sono vincolate mediante le coppie di grandezze $\mathbf{I}_2$ ed $\mathbf{I'}_2$, $\mathbf{E}_2$ ed $\mathbf{E'}_2$, nonchè gli sfasamenti θ, sussistente tra le tensioni V_1 e V_0, e $\varrho - \gamma$ tra le tensioni $s S_{20}$ ed E_2 (ed anche tra le E_{10} ed $E_1 = E'_2$).

Si trascurino le perdite nel ferro della macchina A e si tenga conto della sola reattanza di eccitazione X_0, reciproca della suscettanza di eccitazione b_1.

Si moltiplichino i due termini dell'equazione (1) per il numero complesso $\frac{j X_0}{R_1 + j (X_1 + X_0)}$. Le correnti $\mathbf{I}_1$, $\mathbf{I}_2$ ed $\mathbf{I'}_2$ non muteranno poichè di tanto si amplificano e ruotano le tensioni e di altrettanto si variano le resistenze, le reattanze e le impedenze e si girano queste ultime nella loro rappresentazione grafica.

Poichè è

$$\frac{\mathbf{V}_1}{R_1 + j (X_1 + X_0)} = \mathbf{I}_{10} \quad ; \quad j X_0 \mathbf{I}_{10} = \mathbf{V}_{00},$$

si avrà:

$$\mathbf{V}_1 \frac{j X_0}{R_1 + j (X_1 + X_0)} = \mathbf{V}_{00} = -\mathbf{E'}_{20} = -\mathbf{E}_{10}, \tag{6}$$

e la (1) diventa:

$$-\mathbf{E'}_{20} = (R_1 + j X_1) \mathbf{I}_1 \frac{j X_0}{R_1 + j (X_1 + X_0)} + \mathbf{V}_0 \frac{j X_0}{R_1 + j (X_1 + X_0)} \tag{7}$$

Inoltre è:

$$j X_0 \mathbf{I}_1 = \mathbf{V}_0 - j X_0 \frac{\mathbf{I}_2}{d},$$

ed anche

$$j X_0 \mathbf{I}_1 = -\mathbf{E}_2 \frac{d}{s} - j X_0 \frac{\mathbf{I}_2}{d}.$$

Applicando la formula (2), si sostituisca nella (7):

$$\mathbf{V}_0 = -\mathbf{E}_2 \frac{d}{s} = \frac{\mathbf{E}_c d}{s} - (R_2 + j s X_2) \mathbf{I}_2 \frac{d}{s},$$

e

$$j X_0 \mathbf{I}_1 = \frac{\mathbf{E}_c d}{s} - (R_2 + j s X_2) \mathbf{I}_2 \frac{d}{s} - j X_0 \frac{\mathbf{I}_2}{d}.$$

Sviluppando e semplificando, si ricava:

$$\mathbf{E}_c + s \mathbf{E}_{20} = (R_2 + j s X_2) \mathbf{I}_2 + j \frac{(R_1 + j X_1) X_0}{R_1 + j (X_1 + X_0)} \frac{\mathbf{I}_2 s}{d^2}. \tag{8}$$

Sviluppando il quoziente nel secondo membro della (8), si ha:

$$\frac{j R_1 X_0 - X_0 X_1}{R_1 + j (X_1 + X_0)} \cdot \frac{s}{d^2} = \frac{-X_1 X_0 R_1 + R_1 X_0 (X_1 + X_0)}{R_1^2 + (X_1 + X_0)^2} \frac{s}{d^2} +$$
$$+ j \frac{R_1 X_0 + X_1 X_0 (X_1 + X_0)}{R_1^2 + (X_1 + X_0)^2} \frac{s}{d^2}. \tag{9}$$

Chiamando $s R_v$ la parte di quoziente che ha valore reale e forma un angolo di 0° o 180° con la corrente $\mathbf{I}_2$, ed $s X_v$ la parte immaginaria che comprende un angolo di 90° con la $\mathbf{I}_2$, si ottiene:

$$\begin{aligned} s R_v &= \frac{R_1 X_0^2}{R_1^2 + (X_1 + X_0)^2} \cdot \frac{s}{d^2}, \\ s X_v &= \frac{R_1^2 X_0 + X_1^2 X_0 + X_1 X_0^2}{R_1^2 + (X_1 + X_0)^2} \cdot \frac{s}{d^2}, \end{aligned} \tag{10}$$

dove la grandezza R_v ha il significato di una resistenza virtuale e la X_v quello di una reattanza virtuale a frequenza f.

Nel caso più semplice, in cui la grandezza R_1 sia trascurabile rispetto alla $X_1 + X_0$, e la X_1 sia piccola rispetto alla X_0, si ha:

$$R_v \cong R_1 \frac{1}{d^2} \quad , \quad X_v \cong X_1 \frac{1}{d^2}. \tag{11}$$

In base alla formula (10), l'equazione fondamentale (8) diventa:

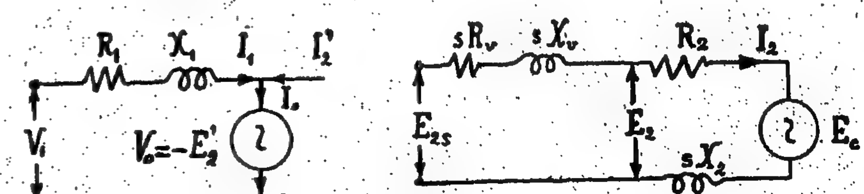
$$\mathbf{E}_c + s \mathbf{E}_{20} = \mathbf{I}_2 (R_2 + s R_v + j s X_2 + j s X_v), \tag{12}$$

od anche, dividendo per s:

$$\frac{\mathbf{E}_c}{s} + \mathbf{E}_{20} = \mathbf{I}_2 \left(\frac{R_2}{s} + R_v + j X_2 + j X_v \right). \tag{13}$$

Quest'ultima relazione corrisponde alla (4) del circuito equivalente semplice, salvo le diverse frequenze [3].

Nelle equazioni (12) e (13) lo scorrimento s si intende positivo o negativo. Se s è negativo, la divisione per s fatta sulla (12) equivale, fermo tenuto il vettore della corrente I_2, a capovolgere tutti quelli delle f.e.m. e tensioni.



a *b*

Fig. 21.

La fig. 20*a* potrà venire sostituita dal nuovo circuito equivalente fig. 21*a-b*. Questo circuito [4] permette di calcolare subito la corrente $\mathbf{I}_2$ per ogni valore attribuito allo scorrimento s. Avuta la corrente $\mathbf{I}_2$, si potrà ricavare la f.e.m. $\mathbf{E}_2$, servendosi della formula (2).

---

(3) L'equazione (12) corrisponde sostanzialmente, benchè sotto veste diversa, all'equazione fondamentale contrassegnata col numero 7 a pag. 6 nel lavoro del Dreyfus. Essa si fonda sulle singole grandezze fisiche X_0, X_1, X_2, con le quali lo scrivente ritiene si abbia generalmente maggior dimestichezza nel calcolo, anzichè su combinazioni delle medesime e del coefficiente di Blondel quali appaiono nel lavoro succitato.

(4) Esso è, in definitiva, un'interpretazione grafica schematica di formule affini a quelle stabilite dal Dreyfus nel suo lavoro.

A scopo di maggior chiarezza, la f.e.m. E_2 è stata indicata anche nella fig. 21*b*. Il posto da essa occupato sta in relazione con la seguente formula (14), ricavabile dalla (12) sostituendo in questa la tensione $\mathbf{E}_c$ secondo la (2):

$$s\,\mathbf{E}_{20} - \mathbf{E}_2 = \mathbf{I}_2\,(s\,R_v + j\,s\,X_v) \qquad (14)$$

Volendo stabilire l'espressione della potenza trasferita P_{tr}, si divida per s ogni termine della (14). Risulta:

$$\mathbf{E}_{20} - \frac{\mathbf{E}_2}{s} = \mathbf{I}_2\,(R_v + j\,X_v)\,. \qquad (15)$$

Ora è

$$P_{tr} = -3\,\mathbf{E}_1 \times \mathbf{I}_1 = 3\,\frac{\mathbf{E}_2}{s} \times \mathbf{I}_2\,, \qquad (16)$$

che, sostituendo

$$\frac{\mathbf{E}_2}{s} = \mathbf{E}_{20} + \mathbf{I}_2\,(R_v + j\,X_v),$$

diventa

$$P_{tr} = 3\,(\mathbf{E}_{20} \times \mathbf{I}_2 - R_v\,I_2^2). \qquad (17)$$

Questa formula è generale per la macchina ad induzione A agente da motore e da generatore. Come si potrà vedere dai diagrammi più avanti, se A è generatore (iper- od iposincrono), il prodotto vettoriale $\mathbf{E}_{20} \times \mathbf{I}_2$ è negativo. Per la A funzionante come motore (ipo- od ipersincrono), il detto prodotto è sempre positivo.

La potenza meccanica sviluppata dalla A come motore od assorbita come generatore sarà eguale al prodotto $(1 - s)\,P_{tr}$, dove s positivo o negativo. Da essa andranno poi detratte o, rispettivamente, aggiunte, le perdite meccaniche della macchina A, per ricavare la potenza sull'asse.

§ 7. - La tensione ausiliaria nel secondario della macchina ad induzione, considerata nei suoi rapporti con altre grandezze del circuito equivalente duplice.

Si faccia riferimento all'equazione (12) e si indichi con s lo scorrimento della macchina A rispetto al campo rotante. In linea generale la tensione E_c si potrà considerarla — nei suoi rapporti con la corrente I_2 e con la tensione $s\,E_{20}$ e con ogni tensione proporzionale alla corrente I_2 — come risultante geometrica di diverse componenti, ognuna delle quali tende ad imprimere alla macchina ad induzione A particolari proprietà di funzionamento.

Esemplificando, la tensione E_c può possedere:

rispetto alla corrente I_2: due componenti proporzionali alla I_2, delle quali una è in fase od in opposizione di fase, e l'altra è in quadratura di anticipo o di ritardo sulla I_2.

Le coppie di componenti possono essere anche più di una sola;

rispetto alla tensione $s\,E_{20}$: una componente in fase ed una in quadratura o quasi;

rispetto alla tensione $R_2\,I_2$: una componente eguale al prodotto $R_2\,I_2$ ed in fase con la corrente I_2;

rispetto ad ognuna delle tensioni $s\,R_v\,I_2$, $s_0\,R_v\,I_2$: una componente eguale ed in fase con la corrente I_2;

rispetto ad ognuna delle f.e.m. $-j\,s\,X_2\,\mathbf{I}_2$, $-j\,s\,X_v\,\mathbf{I}_2$, $-j\,s_0\,X_v\,\mathbf{I}_2$: una componente eguale e contraria.

Attraverso ogni sua singola componente, la tensione E_c può infine apparire come una funzione più o meno complicata dello scorrimento s; ciò va messo in relazione col tipo di macchina ausiliaria C adoperata ed all'essere, o no, questa accoppiata meccanicamente, con la macchina principale A.

In via esemplificativa, si accennerà a qualche combinazione realizzata più o meno esattamente in schemi pratici, e da essere risulteranno anche le qualifiche — alcune già nell'uso ed altre qui preconizzate —, che meglio possono convenire per le varie componenti della tensione ausiliaria E_c.

a) *La tensione ausiliaria consta di una sola componente,* E_{cp} *— di correzione del* cos φ *attraverso la corrente principale del secondario — che anticipa di 90° sulla corrente* I_2 *ed è proporzionale alla medesima.* — Questo caso si presenta, ad es., quando la macchina C è un compensatore di fase tipo Leblanc-Scherbius, che gira a velocità ipersincrona nello stesso verso del proprio campo principale, e la macchina A funziona da motore o generatore o condensatore-reattore asincrono. Il cos φ della A viene qui corretto prendendo di mira una delle cause originanti potenza reattiva, quali sono le cadute induttive di tensione nella macchina ad induzione. La correzione risulta nulla a vuoto ed a debole carico.

Essendo la tensione E_{cp} proporzionale alla corrente I_2, si potrà scrivere:

$$\mathbf{E}_{cp} = -j\,X_e\,\mathbf{I}_2\,. \qquad (18)$$

dove X_e significa una reattanza virtuale negativa, ossia capacitiva, a frequenza $f_2 = f\,s$, e nel circuito fig. 21*b* sarà lecito sostituire la E_c con una reattanza virtuale X_e, da disporre in serie con le reattanze $s\,X_2$, $s\,X_v$. Il funzionamento si svolgerà come se la reattanza dell'avvolgimento secondario della A fosse data dalla differenza aritmetica $s\,X_2 - X_e$, anzichè dalla sola $s\,X_2$. Analiticamente la X_e è una funzione dello scorrimento s, o di un parametro che contiene s, diversa a seconda che esista o meno un accoppiamento meccanico tra le macchine A e C.

Considerando separatamente nella C le f.e.m. opposte — prodotte le une per rotazione meccanica dell'indotto attraverso il campo principale e le altre per rotazione elettromagnetica del detto campo attraverso l'indotto — delle quali le prime prevalgono a velocità ipersincrona, si può sostituire alla grandezza X_e la differenza di due reattanze di frequenza f_2, una delle quali è negativa e proporzionale al numero di giri della macchina C, mentre l'altra è positiva e proporzionale allo scorrimento s della A. Quest'ultima potrebbe venire conglobata con la $s\,X_2$, ed allora sarebbe lecito considerare la tensione E_{cp} come una grandezza semplicemente proporzionale al numero di giri della macchina C.

b) *La tensione ausiliaria consta di una sola componente — di correzione del* cos φ *attraverso la corrente principale per conseguire la quadratura a ritardo di fase — ritardante di 90° sulla corrente* I_2 *e proporzionale ad essa.* — La macchina A funziona da reattore asincrono e la correzione del cos φ è, in certo modo, negativa in questo caso particolare. La formula (18) varrà ancora, salvo che in essa la X_2 significherà ora una reattanza positiva. Il circuito fig. 21*b* andrà trasformato come al caso precedente, e le cose si svolgeranno nella macchina A come se la reattanza dell'avvolgimento secondario fosse eguale ad $s\,X_2 + X_e$ anzichè ad $s\,X_2$.

c) *La tensione ausiliaria* E_c *è proporzionale alla corrente* I_2 *e consta di due componenti: una,* E_{cp} *— di correzione del* cos φ *attraverso la corrente principale — a 90° in anticipo sulla* I_2; *l'altra,* E_{ck} *— di compoundizzazione aggiuntiva — in opposizione di fase con la* I_2. — La macchina A agisce da motore con caratteristica di velocità compoundizzata, mentre la C è, ad es., del tipo Leblanc-Scherbius o del tipo ad eccitazione statorica.

Si potrà scrivere:

$$\mathbf{E}_{cp} = -j\,X_e\,\mathbf{I}_2\,, \quad \mathbf{E}_{ck} = -R_e\,\mathbf{I}_2\,, \qquad (19)$$

dove per la reattanza X_e andrà ripetuto quanto al caso a), e per la grandezza R_e si dovrà intendere una resistenza virtuale positiva,

$$R_e = \frac{-\mathbf{E}_{ck}}{\mathbf{I}_2}. \qquad (20)$$

La f.e.m. E_{ck} risulta in generale proporzionale al numero di giri della macchina C. Altrettanto si potrà dire per la resistenza R_e.

In fig. 21*b* sarà lecito introdurre le grandezze X_e ed R_e al posto della tensione E_c. Il funzionamento della macchina A si svolgerà come se l'avvolgimento secondario della A fosse dotato di una resistenza effettiva $R_2 + R_e$ e di una reattanza $s\,X_2 - X_e$ a frequenza $f\,s$.

d) *A differenza di quanto al caso* c), *la tensione* E_{ck} *è in fase con la corrente* I_2 *e diventa di compoundizzazione differenziale.* — In questa combinazione, ad es., la macchina C è un'eccitatrice del tipo Nehlsen e la A è un condensatore asincrono. In fig. 21*b* si potrà sostituire alla tensione E_c una reattanza virtuale X_e negativa ed una resistenza virtuale negativa R_e. La macchina A funzionerà come se il suo secondario possedesse una resistenza effettiva data dalla differenza aritmetica $R_2 - R_e$ ed una reattanza espressa dalla differenza aritmetica $s\,X_2 - X_e$, ed il suo scorrimento apparirà pertanto diminuito.

Qualora risulti $R_2 < R_e$, si rende possibile, grazie al magnetismo residuo l'autoeccitazione della macchina a collettore C, fenomeno questo che caratterizza diversi compensatori di fase ed è simile a quello, già noto, dell'autoeccitazione delle macchine a corrente continua. Anche se la macchina ad induzione A ha carico piccolo o nullo, nel secondario di essa verrà suscitata una corrente I_2 sufficiente per eccitare il flusso rotante, liberando da tale incombenza il primario della A. La correzione del cos φ può realizzarsi pertanto anche nel funzionamento a vuoto.

e) *La tensione* E_c *consta di una sola componente,* E_{ce} *— di correzione del* cos φ *mediante eccitazione del campo rotante fondamentale nel secondario — all'incirca costante di ampiezza ed anticipante di circa 90° sulla f.e.m.* $s\,E_{20}$. — La macchina C è, ad es., del tipo ad eccitazione

statorica, oppure è una convertitrice di frequenza semplice o compensata. La correzione del cos φ viene effettuata prendendo di mira, in questo caso, la seconda causa di potenza reattiva, cioè la corrente di eccitazione necessaria per il flusso rotante Φ e fornita dalla rete alla macchina ad induzione. Essa può venire realizzata tanto nel funzionamento a vuoto che in carico.

Supposto che la macchina principale A funzioni a vuoto, la tensione E_{ce} dovrà soddisfare alla relazione approssimata:

$$\mathbf{E}_{ce} \cong \mathbf{I}_{20} R_2 , \qquad (21)$$

dove $\mathbf{I}_{20}$ è la corrente magnetizzante a secondario inerte, tradotta in scala del secondario.

Per maggiore precisione, nel caso più generale che lo scorrimento s non sia minimo e che la macchina A sia compoundizzata, andrà introdotta nel secondario della A anche una f.e.m. anticipante di 90° sulla corrente, che faccia equilibrio alla f.e.m. di autoinduzione proporzionale alla reattanza globale $s X_{20}$ del secondario (pertinente al flusso principale più le dispersioni) ed alla corrente I_{20}, e dovrà essere:

$$\mathbf{E}_{ce} + j\, s\, X_{20}\, \mathbf{I}_{20} = \mathbf{I}_{20} (R_2 + R_e) , \qquad (22)$$

da cui:

$$\mathbf{E}_{ce} = \mathbf{I}_{20} (R_2 + R_e) - j\, s\, X_{20}\, \mathbf{I}_{20} , \qquad (22\ bis)$$

dove la grandezza R_e ha il significato di cui addietro.

La tensione $\mathbf{E}_{ce}$ andrà scelta pertanto in ritardo sulla corrente $\mathbf{I}_{20}$ e l'anticipo di essa sulla $s\,\mathbf{E}_{20}$ diventa minore di 90°.

Passando la macchina A da vuoto in carico, la tensione E_{ce} fornita dalla C resta invariata, oppure diventa eguale a $(1 - s)$ volte il valore precedente; il primo caso si verifica se la C. che si suppone eccitata a corrente costante, viene azionata a giri costanti; il secondo se la C è accoppiata meccanicamente con la A. La tensione E_{ce} fornita dalla C può venire perciò ritenuta indipendente praticamente dal carico, salvo il moltiplicatore $(1 - s)$.

f) *La tensione ausiliaria consta di una sola componente, E_{cn} — di regolazione del livello dei giri a vuoto della macchina ad induzione — in opposizione di fase con la f.e.m. $s\,E_{20}$.* — La macchina C è di tipo come al caso precedente. Per la tensione E_{cn} vale la relazione:

$$\mathbf{E}_{cn} = - s_0\, \mathbf{E}_{20} , \qquad (23)$$

dove s_0 significa lo scorrimento al livello di velocità a vuoto, diverso da quello naturale, che si vuole realizzare per la macchina A. Tanto per s_0 positivo (ipersincronismo) che per s_0 negativo (iposincronismo), la tensione E_{cn} è opposta di fase alla f.e.m. $s_0 E_{20}$. Nessuna corrente circolerà nel secondario della macchina A alla velocità teorica di vuoto (cioè per $s = s_0$); in definitiva lo scorrimento s_0 prende il posto dello scorrimento $s = 0$ che assumerebbe la macchina A a vuoto quando si escludesse la C dal gruppo in cascata.

Passando la macchina A dal funzionamento a vuoto a quello in carico, senza che la C venga modificata nelle connessioni od altro, nei casi più semplici la tensione E_{cn} fornita alla A resta costante, oppure varia proporzionalmente ai giri, cioè diventa eguale a $\dfrac{1 - s}{1 - s_0}$ volte quella messa a disposizione a vuoto.

g) *La tensione E_c consta di due componenti, E_{ce} ed E_{cn}, da specificarsi come sopra.* — Si realizzano in questo caso tanto la regolazione del livello dei giri a vuoto, quanto la eccitazione del flusso rotante fondamentale Φ.

Circa la tensione E_{ce}, a vuoto ed in carico, valgono formule simili alla 22 *bis*)).

h) *La tensione E_c consta di due componenti: una, E_{cn} — di regolazione del livello dei giri a vuoto; l'altra, E_{cv} — di normalizzazione del fattore di potenza proprio della corrente secondaria della macchina A — la quale, nel caso più comune di un motore iposincrono, anticipa sulla corrente I_2 di un angolo costante minore di 90°.* — La macchina C è, ad es., una convertitrice di frequenza alimentata attraverso un trasformatore o regolatore di tensione ed un trasformatore di corrente. L'ultimo apparecchio permette alla macchina C di generare la componente E_{cv} servendosi della stessa corrente primaria I_1 della A anzichè della secondaria I_2.

La tensione E_{cv} ha lo scopo, in certo modo, di ristabilire tra le componenti attiva e reattiva della corrente I_2 rispetto alla f.e.m. E_2 nel secondario della macchina A le stesse proporzioni che, a parità di corrente I_2, si verificherebbero escludendo la macchina C dal circuito della A. Essa cioè elimina quell'alterazione del fattore di potenza che ha la sua origine nel secondario e che in marcia motoria si accompagna inevitabilmente ad un abbassamento che si voglia realizzare dei giri a vuoto al disotto del livello naturale. Di riflesso la tensione E_{cv} toglierà di mezzo anche la ripercussione, sul primario, del peggioramento del cos φ proprio del secondario.

Funzionando la macchina A da generatore a velocità eguale o superiore al livello naturale, lo scopo di normalizzare il cos φ mercè la componente E_{cv} merita ancora di essere preso in considerazione.

Funzionando invece la A da motore ipersincrono, l'utilità della tensione E_{cv} può attenuarsi e venire a mancare, in quanto (vedi figure 9 e 10) la reattanza del secondario della macchina A ha effetto sul cos φ in senso benefico e contrario a quello della corrente magnetizzante che eccita il flusso rotante.

Similmente si può dire in riguardo alla macchina A funzionante da generatore iposincrono (vedi fig. 13 e 14).

Nel caso più semplice, se si sceglie la tensione E_{cv} in modo da soddisfare alla relazione:

$$\mathbf{E}_{cv} = \mathbf{I}_2 (s_0 R_v + j\, s_0 X_v) , \qquad (24)$$

in base alle equazioni (23) e (24) si ha:

$$\mathbf{E}_c = \mathbf{E}_{cn} + \mathbf{E}_{cv} = - s_0\, \mathbf{E}_{20} + \mathbf{I}_2 (s_0 R_v + j\, s_0 X_v) .$$

Sostituendo la $\mathbf{E}_c$ nella (12), questa equazione diventa:

$$(s - s_0)\, \mathbf{E}_{20} = \mathbf{I}_2 \left\{ R_2 + R_v (s - s_0) + j (s - s_0) (X_2 + X_v) \right\} . \qquad (25)$$

Paragonando la (25) con la (12) nella quale si tolga la $\mathbf{E}_c$ e si chiami s' uno scorrimento generico riferito al campo rotante con motore non in cascata, si ricava che, per $s' = s - s_0$, la fase della corrente $\mathbf{I}_2$ rispetto alla tensione $(s - s_0)\, \mathbf{E}_{20}$ nel motore in cascata coincide con la fase della $\mathbf{I}_2$ rispetto alla tensione $s'\, \mathbf{E}_{20}$ nel motore isolato, e l'ampiezza della $\mathbf{I}_2$ è la medesima nei due casi.

In definitiva, nella combinazione sopra considerata lo scorrimento $s - s_0$ rispetto alla velocità a vuoto, manifestantesi ad un dato carico nella macchina A in cascata trova il suo corrispettivo in un eguale scorrimento s', a macchina C esclusa e con la medesima corrente, senza che ne conseguano differenze di cos φ tra i due casi.

Mediante questa combinazione h) di tensioni E_{cn} ed E_{cv} le proprietà del comune motore ad induzione in corto circuito possono venire mantenute anche a tutte le velocità comprese nella zona di regolazione.

Nella realtà, la tensione E_{cv} si scosta, in carico, dalla formula (24) e varia spesso con la medesima legge con cui varia la tensione E_{ce}.

k) *La tensione E_c consta di tre componenti: E_{cn}, E_{cv}, E_{ce}, da specificarsi ognuna nel modo di cui ai casi precedenti.* — La macchina C può essere una convertitrice di frequenza come al caso e).

i) *La tensione E_c consta di cinque componenti: E_{cn}, E_{cv}, E_{ce}, $E_{c\varphi}$, E_{ck}, ognuna già specificata nelle combinazioni precedenti.* — La macchina *C* dovrà generare, oltre alle tensioni E_{cn}, E_{cv}, E_{ce} come al caso h), la tensione $E_{c\varphi}$ allo scopo di correggere il cos φ anche per tramite della corrente principale I_2, nonchè la tensione E_{ck} onde ottenere una caduta di velocità col carico del motore ad induzione A la quale sia maggiore o minore della caduta normale.

Con questa combinazione si migliorano e si modificano ancor più le proprietà di funzionamento della macchina ad induzione nei confronti dei casi precedenti.

l) *La tensione E_c consta di quattro componenti: E_{c0} — tensione equilibratrice della f.e.m. principale $s\,E_{20}$ del secondario — eguale e contraria alla $s\,E_{20}$; E_{cx} — tensione equilibratrice della tensione induttiva corrispondente alle reattanze reale $s\,X_2$ e fittizia $s\,X_v$ — eguale e contraria alla tensione $-j\,s\,(X_2 + X_v)\,\mathbf{I}_2$; E_{cr} — tensione equilibratrice della tensione assorbita dalla resistenza fittizia $s\,R_v$ — eguale alla tensione $s\,R_v\,\mathbf{I}_2$; E_{cR} — tensione regolatrice — eguale al prodotto $(R_2 + R_e)\,\mathbf{I}_2$ ed in fase con la corrente I_2 quale si vuole che circoli nel secondario della macchina ad induzione.* — La somma geometrica delle componenti equilibratrici sarà ancora proporzionale allo scorrimento s della macchina A; essa annullerà, nei loro effetti, tutte le f.e.m. o tensioni che nel circuito equivalente fig. 21*b* sono proporzionali ad s. La f.e.m. E_2, indotta dal flusso principale nel secondario, troverà il suo equilibrio nella somma geometrica della tensione E_{c0} con la E_{cr} e con la porzione della E_{cx} che corrisponde alla reattanza fittizia $s\,X_v$, come si comprende anche osservando la fig. 21*b*.

La componente regolatrice E_{cR}, che può ridursi alla sola $R_2\,\mathbf{I}_2$ se non è richiesta la compoundizzazione della macchina A, è quella che determina, senza venire da essa influenzata, la corrente secondaria I_2 in ampiezza e fase, indipendentemente dal valore assunto dallo scorrimento s, al quale la E_{cR} sarà vincolata solo in riguardo alla frequenza $f\,s$.

Mediante questa combinazione di tensioni introdotte nel secondario della macchina ad induzione A viene quindi abolita l'influenza dello scorrimento s nonchè quella del flusso principale Φ sul valore e fase della corrente I_2. Non sarà fuori luogo rilevare a questo punto che la macchina principale del gruppo in cascata qui in discorso perde, almeno in parte, il carattere di macchina ad induzione, in quanto la corrente

primaria si potrà considerarla ancora corrente richiamata per induzione dalla secondaria, ma quest'ultima appare disancorata sia dallo scorrimento s che dal flusso principale Φ e non è più una corrente indotta vera e propria.

Fissata la corrente I_2 in ampiezza e fase, resterà stabilita in valore e direzione anche la coppia elettromagnetica rotatoria della macchina A.

In questa speciale combinazione di tensioni ausiliarie introdotte nella macchina ad induzione A si può riconoscere, nelle sue linee generali, il cosidetto « principio di Seiz » (5), in base al quale sono stati realizzati diversi gruppi in cascata per regolazione della potenza.

§ 8. - Diagrammi delle tensioni della macchina ad induzione in cascata, con riferimento al circuito equivalente duplice.

Si ritiene utile il tracciamento di questi diagrammi, che serviranno anche di controllo a quelli di cui al § 3 basati sul circuito equivalenet semplice.

Nelle figure 22 e 23 si hanno i diagrammi per macchina A funzionante non in cascata, rispettivamente da motore e da generatore. In esse è: $\overline{O\,I_2} = \mathbf{I}_2$; $\overline{O\,E_{2s}} = \mathbf{E}_{2s} = s\,\mathbf{E}_{20}$; $\overline{O E_2} = \mathbf{E}_2$; $\overline{O\,C} = R_2\,\mathbf{I}_2$; $\overline{C\,E_2} = j\,s\,X_2\,\mathbf{I}_2$; $\overline{E_2\,F} = s\,R_v\,\mathbf{I}_2$; $\overline{F\,E_{2s}} = j\,s\,X_v\,\mathbf{I}_2$.

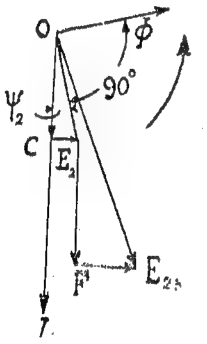


Fig. 22.

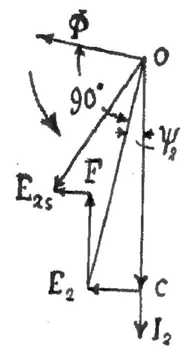


Fig. 23.

In fig. 22 il triangolo OCE_2 ed il vettore $\overline{OI_2}$ corrispondono, salvo le proporzioni, al triangolo OCE'_2 ed al vettore $\overline{OI'_2}$ di cui a fig. 2 basata sul circuito equivalente semplice.

Dividendo le tensioni per s (valore negativo) nel diagramma fig. 23, si ottiene la fig. 24 che interpreta l'equazione (13) e corrisponde in parte alla fig. 3.

A conferma di quanto già osservato a proposito della fig. 3, dalle figure 23 e 24 si rileva che, se la resistenza R_1 è abbastanza grande, diventa $E_2 > E_{2s}$ ed il flusso principale Φ sarà più grande in carico che a vuoto.

Nelle figure 25 a 43 si hanno diagrammi corrispondenti ai casi di cui al § 7. A differenza di quanto ai diagrammi § 3, per essi si specificherà la via seguita circa la correzione del cos φ; ciò in rapporto con le componenti di tensione E_{cp}, E_{ce}, E_{cv} definite al § 7.

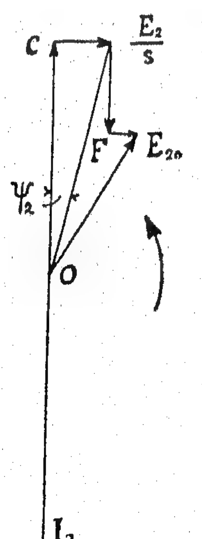


Fig. 24.

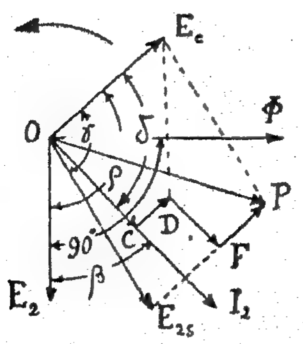


Fig. 25.

a) *Motore e generatore con velocità a vuoto a livello naturale e provvisto di correzione del cos φ attraverso la corrente principale.* — La fig. 25 vale per la macchina A come motore e corrisponde in parte alla fig. 4, se anche in questa si suppone $\delta = 90^0$. In essa è: ϱ anticipo$>90^0$; $\overline{O\,E_{2s}} = \mathbf{E}_{2s}$; $\overline{O\,C} = \mathbf{E}_{cp} = -j\,X_e\,\mathbf{I}_2$; $\overline{O\,P} = \mathbf{E}_{2s} + \mathbf{E}_{cp}$; $\overline{OI_2} = \mathbf{I}_2$; $\overline{O\,C} = R_2\,\mathbf{I}_2$; $\overline{C\,D} = j\,s\,X_2\,\mathbf{I}_2$; $\overline{D\,F} = s\,R_v\,\mathbf{I}_2$; $\overline{F\,P} = j\,s\,X_v\,\mathbf{I}_2$; $\overline{P\,E_{2s}} = -\mathbf{E}_{cp}$; $\mathbf{E}_2 = \overline{E_c\,D}$.

(5) Per maggiori notizie sui gruppi Seiz e simili si può vedere: L. Dreyfus: loc. cit., pag. 152 e seguenti.

La macchina C genera potenza reattiva.

La fig. 26, dove $\delta = 90^0$, vale per la macchina A come generatore a giri normali leggermente ipersincroni. Dividendo per s (negativo) le tensioni, si ottiene la fig. 27 che corrisponderebbe alla fig. 12 dove fosse $\delta = 90^0$.

La macchina C genera potenza capacitiva.

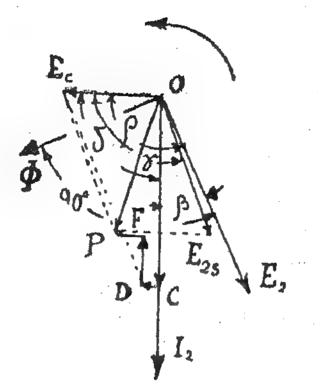


Fig. 26.

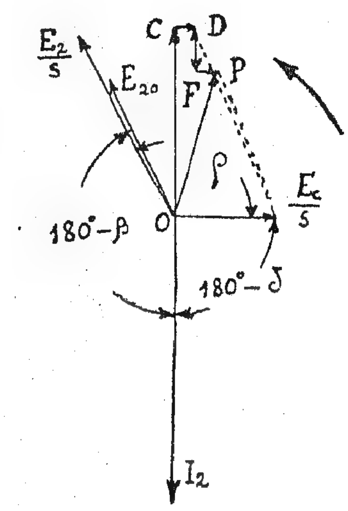


Fig. 27.

b) *Reattore asincrono.* — La fig. 28 è correlativa della fig. 8; la macchina C genera potenza attiva e capacitiva.

c) *Motore iposincrono con velocità a vuoto inferiore al livello naturale, compoundizzato e provvisto di correzione del cos φ attraverso la corrente principale.* — In fig. 29 è: ϱ anticipo $> 90^0$; δ anticipo $> 90^0$. Valgono le indicazioni di cui al caso a), ed inoltre: $\overline{PH} = jX_e\mathbf{I}_2 = -\mathbf{E}_{cp}$; $\overline{H\,E_{2s}} = R_e\,\mathbf{I}_2 = -\mathbf{E}_{ck}$; $\overline{P\,E_{2s}} = -\mathbf{E}_c = -\mathbf{E}_{cp} - \mathbf{E}_{ck}$.

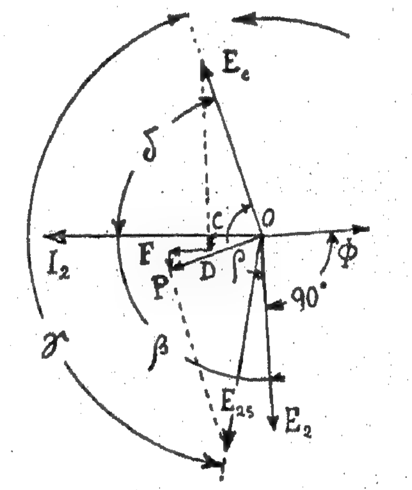


Fig. 28.

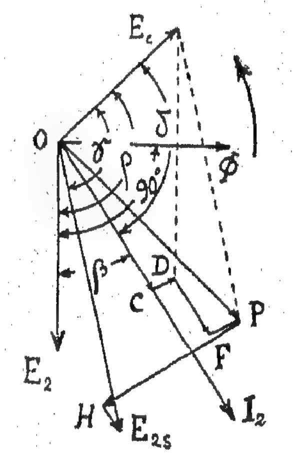


Fig. 29.

Alla fig. 29 può fare riscontro la fig. 6.

La macchina C assorbe potenza attiva dalla A e genera potenza reattiva.

Essendo la compoundizzazione aggiuntiva, la velocità della A in carico risulterà al disotto della velocità di vuoto maggiormente di quanto si verificherebbe in assenza della tensione E_{ck}.

La caduta di velocità della A sarebbe invece minore della normale se la tensione E_{ck} fosse di compoundizzazione differenziale. In questo ultimo caso la macchina C genererebbe potenza attiva e reattiva.

Anche se la velocità a vuoto ha il livello naturale, la macchina C assorbe potenza attiva o ne produce, a seconda del genere di compoundizzazione prescelto per la A.

d) *Condensatore asincrono.* — In fig. 30, correlativa della fig. 7, è: ϱ anticipo $> 90^0$, δ anticipo < 90. La macchina C genera potenza attiva e reattiva.

c-d) *Generatore ipersincrono compoundizzato e provvisto di correzione del cos φ attraverso la corrente principale.* — Questo caso sarebbe rappresentato dalla fig. 26, dove, per la presenza di una tensione E_{ck} di compoundizzazione aggiuntiva, la tensione E_c comprendesse con la corrente I_2 un angolo $\delta > 90^0$.

La velocità da imprimere alla macchina A risulta aumentata, a parità di corrente generata.

La macchina C assorbe potenza attiva e produce potenza capacitiva.

Se invece la tensione E_{ck} fosse di compoundizzazione differenziale, sarebbe $\delta < 90^0$, la velocità necessaria per il generatore A risulterebbe diminuita e la macchina C genererebbe potenza attiva e capacitiva.

e) *Motore iposincrono con velocità a vuoto a livello naturale e provvisto di correzione del cos φ mediante eccitazione del campo rotante fonda-*

mentale nel secondario. — In fig. 31, corrispondente approssimativamente a fig. 4, è: ϱ anticipo vicino a 90°, δ anticipo eguale od inferiore a 90°. La tensione $E_c = E_{ce}$ anticipa di $\gamma \cong 90°$ sulla E_{2s} ed è quasi in fase col flusso Φ a 90° sulla f.e.m. E_2.

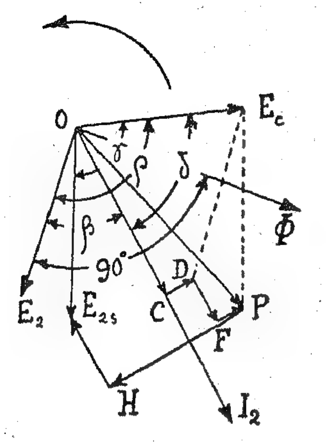


Fig. 30.

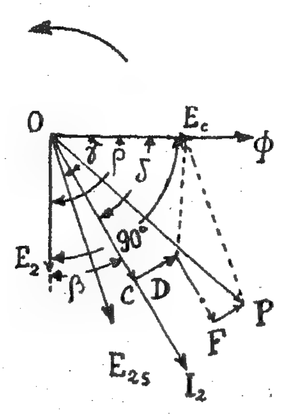


Fig. 31.

La macchina C genera solo potenza reattiva se risulta $\delta = 90°$. Diversamente essa fornisce anche una piccola potenza alla macchina A in carico, diminuendone lo scorrimento.

f) *Motore iposincrono con velocità a vuoto inferiore al livello naturale* — In fig. 32, dove $E_c = E_{cn}$ e $\gamma = 180°$, sono δ e ϱ angoli di ritardo prossimi a 180°.

La macchina C genera potenza capacitiva ed assorbe potenza attiva dalla A.

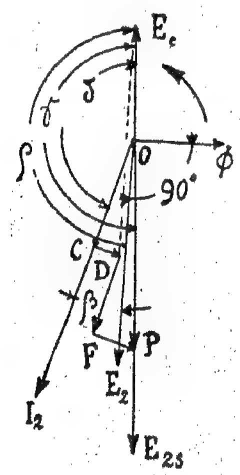


Fig. 32.

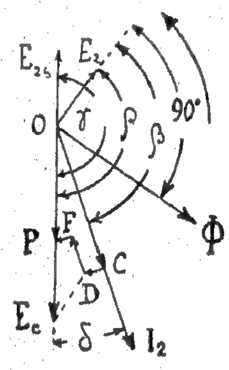


Fig. 33.

a-f) *Motore ipersincrono.* — In base alla fig. 33, dove $E_c = E_{cn}$ e $\gamma = 180°$, e che corrisponde a fig. 10, si deduce che la macchina C genera e fornisce alla potenza A potenza attiva e capacitiva.

Per maggiore chiarezza si è tracciata la fig. 34 che costituisce, grosso modo, la reciproca della fig. 9. Se in essa si pensa di aumentare la reattanza $s\,X_2$, quindi il segmento $\overline{CD}$, l'angolo δ tende a calare e

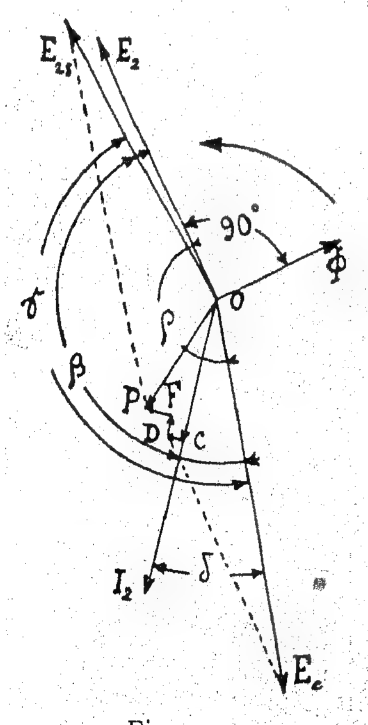


Fig. 34.

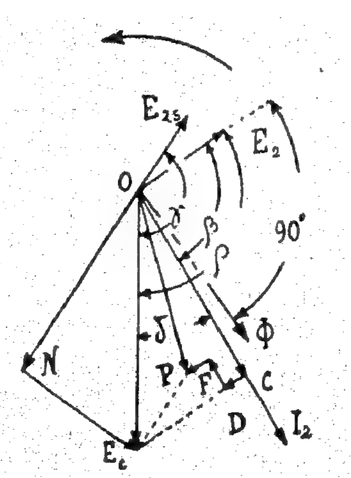


Fig. 35.

la corrente I_2 può passare dal ritardo all'anticipo sulla tensione E_c. Lo sfasamento φ_1 di cui a fig. 9 tenderà pure ad invertirsi. La reattanza secondaria esplica pertanto una correzione naturale del cos φ, a conferma di quanto già rilevato al § 3.

Invece un aumento apportato alla reattanza primaria, X_1, quindi anche alla X_v, non produce correzione di cos φ, poichè con lo spostamento dei punti F, D e C, la f.e.m. E_2, eguale al vettore $\overline{E_c D}$, gira in un senso tale da annullare l'azione correttiva che sarebbe propria dello spostamento stesso, mentre permane l'azione peggiorativa del cos φ dovuta alla tensione $-j\,X_1\,\mathbf{I}_1$ (vettore $\overline{V_1 B}$ in fig. 9).

g) *Motore ipersincrono provvisto di correzione del cos φ mediante eccitazione del campo rotante fondamentale nel secondario.* — In fig. 35, dove $\overline{ON} = \mathbf{E}_{cn}$, $\overline{NE_c} = \mathbf{E}_{ce}$, $\overline{OE_c} = \mathbf{E}_{cn} + \mathbf{E}_{ce}$, è: ϱ angolo di ritardo, δ ritardo $< 90°$ e risulta $E_2 < E_{cn}$. In aggiunta alla correzione naturale del cos φ di cui al caso precedente, qui interviene la correzione dovuta alla tensione E_{ce}.

Dividendo per s (negativo) le tensioni, si ottiene la fig. 36 correlativa della fig. 11.

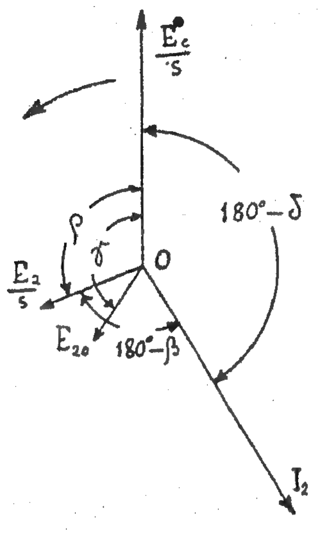


Fig. 36.

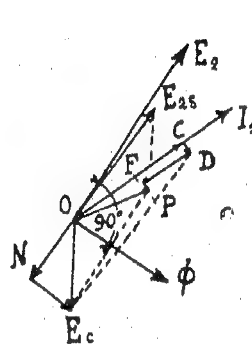


Fig. 37.

La macchina C dà alla A la potenza attiva e capacitiva che essa genera.

g) *Generatore ipersincrono con velocità a vuoto superiore al livello naturale e provvisto di correzione del cos φ mediante eccitazione del campo rotante fondamentale nel secondario.* — La fig. 37, dove risulta $E_2 > E_{cn}$, illustra questo caso in modo affine al precedente.

a-f) *Generatore iposincrono.* — Osservando la fig. 38, dove $E_c = E_{cn}$, $\gamma = 180°$, e risulta $E_{cn} > E_2$, si può rilevare che, se si aumenta la reattanza $s\,X_2$, quindi il segmento $\overline{CD}$, viene aumentato il ritardo o calato l'anticipo della corrente primaria sulla tensione di linea, in quanto la corrente secondaria I_2 tende a portarsi verso 90° in quadratura di anticipo sulla f.e m. E_2. Come ai casi ultimi, anche nel presente la reattanza secondaria determina una correzione naturale del cos φ.

La macchina C genera potenza attiva e reattiva.

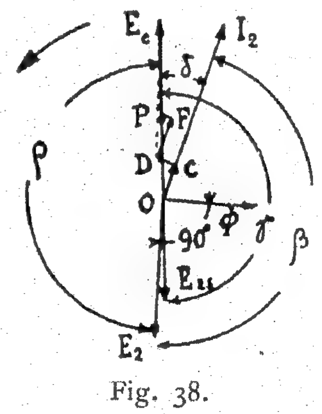


Fig. 38.

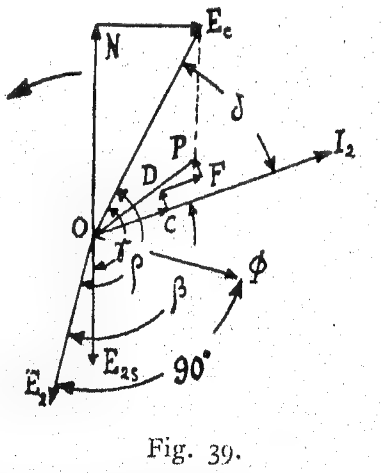


Fig. 39.

g) *Generatore iposincrono provvisto di correzione del cos φ mediante eccitazione del campo rotante fondamentale nel secondario.* — In fig. 39, che trova un riscontro nella fig. 14, i vettori $\overline{ON}$, $\overline{NE_c}$, $\overline{OE_c}$ conservano il significato di cui alle combinazioni precedenti, ed è: ϱ anticipo $< 180°$, δ anticipo $< 90°$.

La macchina C genera potenza attiva e reattiva.

Anche dalla fig. 39 si può riconoscere che la reattanza secondaria esplica una correzione naturale del cos φ.

Il generatore iposincrono potrà venire compoundizzato introducendo nel diagramma fig. 39 una tensione E_{ck}, similmente a quanto visto per il generatore ipersincrono.

h) *Motore iposincrono con velocità a vuoto inferiore al livello naturale ed a cos φ normalizzato.* — Le fig. 40 e 41 illustrano questo caso. In fig. 40 è: $\overline{ON} = \mathbf{E}_{cn} = -s_0\,\mathbf{E}_{20}$; $\overline{NE_c} = \mathbf{E}_{cv}$; $\overline{DP} = \overline{NE_c}$;

$\overline{OE_{2s}} = s\,\mathbf{E}_{20}$; $\overline{OD} = (s - s_0)\,\mathbf{E}_{20}$; $\overline{OC} = R_2\,\mathbf{I}_2$; $\overline{CD} = j\,(s - s_0)\,X_2\mathbf{I}_2$; $\overline{DF} = (s - s_0)\,R_v\,\mathbf{I}_2$; $\overline{FP} = j\,(s - s_0)\,X_v\,\mathbf{I}_2$.

In fig. 41, per la quale si intende $s' = s - s_0$, è: $\overline{OE_2s'} = s'\,\mathbf{E}_{20}$ ed il triangolo OCE_2s', è eguale al triangolo OCD di cui a fig. 40.

È chiaro che la corrente $\mathbf{I}_2$ è la medesima che si verificherebbe in assenza della tensione normalizzatrice $\overline{NE_c}$, purchè fossero nulle le grandezze R_v ed X_v, ossia i vettori $\overline{DF}$ ed $\overline{FP}$.

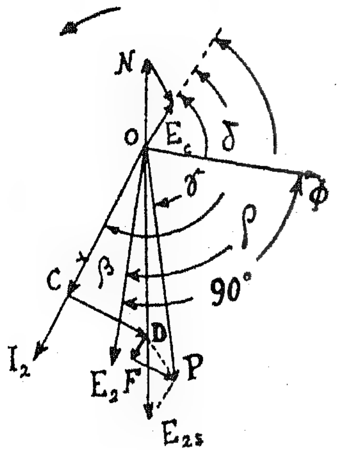


Fig. 40.

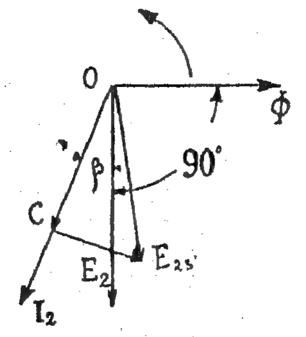


Fig. 41.

i) *Motore iposincrono con velocità a vuoto inferiore al livello naturale, compoundizzato e provvisto di normalizzazione e correzione del cos φ attraverso la corrente principale e mediante eccitazione del campo rotante nel secondario.* — Per questo caso più complesso vale la fig. 42 dove: $\overline{ON} = \mathbf{E}_{cn}$; $\overline{NQ} = \mathbf{E}_{ce}$; $\overline{QT} = \mathbf{E}_{cp}$; $\overline{TU} = \mathbf{E}_{ck}$; $\overline{UE_c} = \mathbf{E}_{cv} = \overline{DP}$. Anche qui si vede facilmente che la corrente $\mathbf{I}_2$ è la medesima che si avrebbe se fossero nulle le grandezze R_v ed X_v e mancasse la tensione normalizzatrice $\overline{NE_c}$.

La macchina C assorbe potenza attiva e genera potenza reattiva.

l) *Motore iposincrono regolato in conformità del «principio di Seiz».* — La fig. 43 illustra questa combinazione. In essa è: $\overline{ON} = \mathbf{E}_{cn} = -\mathbf{E}_{2s} = -s\,\mathbf{E}_{20}$; $\overline{KE_c} = \mathbf{E}_{cR} = \overline{E_{ck}C} = R_2\mathbf{I}_2 + R_c\mathbf{I}_2$; $\overline{NQ} = \overline{CG} = s\,R_v\mathbf{I}_2$; $\overline{QM} = \overline{GP} = j\,s\,(X_2 + X_v)\,\mathbf{I}_2$; $\overline{CP} = \overline{NM}$; $\overline{ME_c} = \overline{OC}$; $\overline{MK} = \overline{OE_{ck}} = \mathbf{E}_{ck}$.

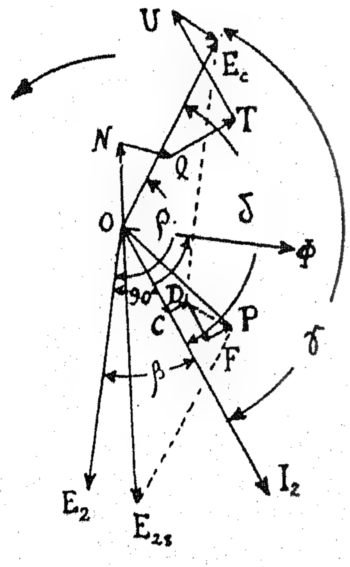


Fig. 42.

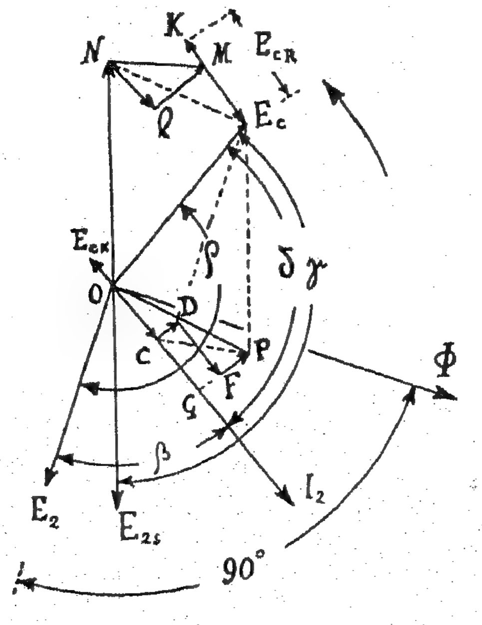


Fig. 43.

In questo caso la corrente $\mathbf{I}_2$ è la medesima come se mancasse la tensione normalizzatrice $\overline{NM}$ e fossero nulle le grandezze R_v ed X_v, e mancassero le f.e.m. indotte dal flusso rotante e dal flusso disperso nel secondario.

§ 9. - Determinazione delle correnti in base al circuito equivalente duplice.

Ammesse già calcolate le correnti $\mathbf{I}_{00}$ ed $\mathbf{I}_2$, da esse si potrà dedurre la corrente primaria $\mathbf{I}_1$ corrispondente alla secondaria $\mathbf{I}_2$. Basterà utilizzare la proprietà dimostrata al §5, con le avvertenze seguenti:

In fig. 44 siano $\overline{OI_{00}}$ ed $\overline{OI'_2}$ i vettori delle correnti magnetizzante e secondaria capovolta riportata in iscala primaria. Si tracci a partire dal punto I_{00} un segmento che faccia con la parallela $\overline{I_{00}U}$ alla $\overline{OI'_2}$ un angolo eguale a θ_0 girando verso sinistra, e tale segmento venga scelto eguale a $\overline{OI'_2}\;V_{00}/V_1$.

Ottenuto in tal guisa il punto I_1, il vettore $\overline{OI_1}$ rappresenterà, in virtù di quanto già dimostrato addietro al § 5, la corrente primaria $\mathbf{I}_1$ in ampiezza e fase rispetto alla tensione $\mathbf{V}_1$.

La costruzione ora esposta ha anche il pregio di permettere di dedurre che, se la corrente secondaria $\mathbf{I}_2$ descrive un diagramma circolare col variare del carico e dello scorrimento, la corrente primaria $\mathbf{I}_1$ descrive egualmente un cerchio.

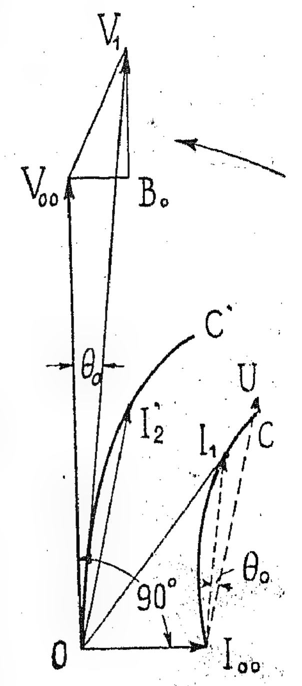


Fig. 44.

§ 10. - Alcune conclusioni.

Dai diagrammi delle f.m.m. e dei flussi rotanti si ricava:

1°) La f.m.m.secondaria F_2 ritarda nello spazio rispetto al flusso fondamentale rotante Φ nei motori ad induzione, mentre anticipa nei generatori. Il contrario si verifica per la f.m.m. primaria F_1.

2°) L'angolo di anticipo o di ritardo della f.m.m. F_2 supera in generale 90° quando non viene perseguita la correzione del cos φ, e può essere minore di 90° nel caso contrario.

Dai diagrammi delle tensioni, indifferentemente costruiti in base al circuito equivalente semplice od al circuito equivalente duplice, si deduce:

3°) La tensione ausiliaria E_c da introdurre nel secondario per correggere il cos φ di motori e generatori iposincroni possiede una componente a 90° di anticipo sulla corrente secondaria I_2 e generalmente ha anche una componente a 90° di anticipo sulla f.e.m. E_2. Invece tale componente a 90° è di ritardo se si tratta di motori e di generatori ipersincroni. In questo caso la f.e.m. E_2 anticipa di 90° sul flusso concatenato rotante Φ, mentre nel primo caso ritarda di 90°.

4°) La tensione ausiliaria E_c da introdurre per regolare i giri a vuoto di motori o generatori deve essere eguale e contraria alla f.e.m. secondaria E_2 che corrisponde ai detti giri, tanto per le velocità iposincrone che per le ipersincrone.

In carico deve la tensione E_c presentare rispetto alla E_2 una componente che la supera, se si tratta di motori ipersincroni e di generatori iposincroni, o che le è inferiore se è il caso di motori iposincroni e di generatori ipersincroni.

5°) La potenza elettrica P_c della macchina ausiliaria C possiede una componente reattiva nei seguenti casi più importanti: motore iposincrono con correzione del cos φ; generatore iposincrono con correzione del cos φ; condensatore rotante asincrono.

6°) La detta potenza P_c ha una componente capacitiva per: motore ipersincrono con correzione del cos φ; generatore ipersincrono con correzione del cos φ; reattore rotante asincrono.

7°) La potenza P_c ha una componente attiva di potenza assorbita per: motore iposincrono con velocità a vuoto inferiore al livello naturale; generatore ipersincrono con velocità a vuoto superiore al livello naturale, con o senza compoundizzazione aggiuntiva tanto per il motore che per il generatore.

8°) La potenza P_c possiede una componente attiva di potenza generata per: generatore ipersincrono con compoundizzazione differenziale; motore ipersincrono; motore iposincrono con compoundizzazione differenziale; condensatore-reattore asincrono.

9°) La resistenza primaria R_1 nei generatori ad induzione (questo vale anche se non fossero in cascata) può far sì, se opportunamente aumentata, che il flusso fondamentale rotante Φ della macchina sia più grande in carico che a vuoto.

La reattanza di dispersione magnetica primaria X_1 può avere un effetto simile a quello della resistenza, nei condensatori asincroni od in motori iposincroni a forte anticipo di corrente.

10°) La reattanza di dispersione magnetica del secondario $s\,X_2$ esplica una correzione naturale del cos φ, in quanto agisce nel senso di diminuire il ritardo di fase della corrente primaria o di aumentare l'anticipo della detta corrente, quando la macchina ad induzione funziona da motore ipersincrono.

Analoga proprietà vale per la macchina agente da generatore iposincrono, nel qual caso la reattanza secondaria tende a portare il ritardo della corrente rispetto alla tensione applicata più vicino al valore di 180° od a trasformarlo in un anticipo, minore di 180° (6).

Ne consegue che la potenza reattiva delle macchine in parola potrebbe venire controllata mediante una reattanza addizionale regolabile inserita nel loro secondario.

Bibbiano, 3 agosto 1934-XII.

(6) Questa interessante proprietà trovasi già messa in rilievo nel lavoro del Dreyfus, ma solo per quanto concerne il funzionamento della macchina ad induzione come motore ipersincrono.

Come esiste una certa correlatività di comportamento tra il motore normale iposincrono ed il generatore normale ipersincrono, se ne verifica pertanto un'altra tra il motore ipersincrono ed il generatore iposincrono.

NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE

Movimento delle Società Elettriche

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Jesina di Elettricità — Roma — Capitale L. 18.000.000.

Chiude il bilancio colla perdita di L. 5.470.917, alla quale si delibera di far fronte utilizzando l'avanzo degli esercizi precedenti in L. 28.402, il fondo di riserva in L. 92.514, il fondo deperimenti in L. 550.000 ed assorbendo L. 4.800.000 del capitale azionario. Delibera pure l'aumento del capitale così ridotto a L. 3.200.000 a L. 18.000.000 con emissione di 370.000 azioni del valore nominale di L. 40.

Società Elettrica Aldo Netti — Roma — Capitale L. 5.000.000.

Chiude il bilancio colla perdita di L. 10.567.219 a cui si delibera far fronte coll'assorbimento dell'intero capitale sociale di L. 10.000.000 e della riserva di L. 567.219. Venne pure deliberata la parziale reintegrazione del capitale sociale in L. 5.000.000.

Idroelettrica Monte Amiata — Roma — Capitale L. 3.000.000.

Chiude il bilancio colla perdita di L. 7.472.469 alla quale si delibera far fronte coll'assorbimento dell'intero capitale di L. 7.000.000 e della riserva di L. 472.469. Si delibera pure la parziale reintegrazione del capitale sociale a L. 3.000.000.

Soc. An. Impianti e Manutenzioni Elettriche e Telefoniche — Firenze — Capitale L. 10.000.000.

Chiude il bilancio coll'utile netto di L. 958.755 a cui vanno aggiunte L. 76.266 di riporto a nuovo dell'esercizio precedente.

Società Esercizi Elettricità Lazio-Sabina — Roma — Capitale L. 5.950.000.

Chiude il bilancio coll'utile netto di L. 203.945 che consente l'interesse di L. 2,55 per ogni azione da L. 85 nominali.

Soc. Elettrica Italo-Albanese — Roma — Capitale L. 10.000.000.

Chiude il bilancio colla perdita di L. 5.000.000 contro L. 360.963 di utile netto del precedente esercizio. Per far fronte si delibera di svalutare il capitale da L. 10.000.000 a L. 5.000.000 riducendo il valore nominale delle azioni da L. 500 a L. 250; e si delibera di aumentare il capitale azionario da L. 5.000.000 a L. 14.346.250 mediante emissione di 37.385 azioni da L. 250 ciascuna.

Soc. Pordenonese di Elettricità — Pordenone — Cap. L. 7.500.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 619.489 che permise il dividendo di L. 11,25 per ogni azione da L. 150.

Costruzioni Idroelettriche — Milano — Capitale L. 5.000.000.

La Società chiuse il bilancio coll'utile netto di L. 610.500 dopo aver mandato ad ammortamento L. 498.025; è stato distribuito il dividendo del 10 %.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. An. Consorzio Idroelettrico Ceresino — Ceres.

Aumenta il capitale a L. 150.000 con emissione di 140 azioni da L. 500 ciascuna.

Soc. An. Idroelettrica Valsesia — Milano.

Riduce il capitale da L. 5.000.000 a L. 200.000 riducendo il valore delle azioni da L. 25 a L. 1 e reintegra il capitale a L. 1.200.000 emettendo 20.000 azioni da L. 50.

* *

Rassegna economica del mese di febbraio.

Abbiamo accennato nelle scorse Note all'importanza dei colloqui anglo-francesi tenutisi a Londra, quasi come naturale continuazione delle trattative franco-italiane che hanno portato ai noti Patti di Roma.

Le conseguenze di questo movimento tendente a creare condizioni favorevoli ad una efficace e pacifica sistemazione dell'attuale situazione politica europea, hanno continuato a dominare il piano politico internazionale durante lo scorso mese.

Alle prime diffidenze suscitate a Berlino dagli accordi londinesi sembra essere seguito un più attento esame della situazione ed una più pacata valutazione delle possibilità reali di generali vantaggi che gli indirizzi segnati potevano aprire.

Il governo germanico si era quindi dichiarato pronto a discutere tutti i punti delle proposte franco-inglesi avanzate il 3 febbraio e questo fatto poteva già da solo considerarsi come un passo avanti dopo il precedente atteggiamento tedesco tendente a separare e a discutere una alla volta le diverse questioni forse allo scopo di tentare ancora il vecchio gioco di far leva sulle rivalità e sui divergenti interessi delle altre nazioni interessate.

Veniva così stabilito che il ministro inglese Simon si sarebbe quanto prima recato a Berlino per prendere diretto contatto col governo tedesco. La importanza di questo fatto non ha bisogno di essere messa in evidenza ed infatti la notizia era stata appresa con generale soddisfazione come quella che pareva destinata ad aprire una nuova era di miglioramento dei rapporti internazionali sempre eccessivamente e pericolosamente tesi.

Le prospettive poi si allargavano ancora molto di più colla adesione di massima alle proposte del 3 febbraio anche da parte del governo sovietico e di quello polacco. Così si decideva che il viaggio politico di Simon si dovesse prolungare a Varsavia e a Mosca.

Era tutto un piano di trattative chiarificatrici e promettenti che si andava tracciando e che senza dubbio sarebbe stato giovevole ai fini della pacificazione europea anche se le trattative sugli argomenti singoli e concreti potevano prevedersi delicati e difficili.

Disgraziatamente tutto questo lavorio preparatorio veniva ad essere improvvisamente messo in pericolo da una infelice mossa del governo britannico, che ha causato sorpresa negli stessi ambienti inglesi per la sua intempestività evidente. Si tratta della pubblicazione del così detto Libro Bianco inglese in cui è riassunta la questione relativa agli armamenti, con giudizi obbiettivamente ma nettamente severi nei riguardi della Germania, e colla affermazione della necessità che l'Inghilterra aumenti grandemente i propri armamenti.

È chiaro che una simile pubblicazione non poteva ritenersi opportuna alla vigilia di un viaggio, a cui si voleva dare un significato pacificatore, del ministro inglese a Berlino. La reazione tedesca è stata immediata e mentre l'opinione pubblica e la stampa politica germanica protestavano apertamente, Hitler faceva sapere di essere indisposto e di non poter quindi ricevere, come stabilito, il ministro inglese.

Non è il caso di drammatizzare le cose ma è certo che questo incidente avrebbe potuto con profitto essere evitato. Si deve tuttavia sperare che il buon senso e la coscienza della grande responsabilità del momento inducano gli uomini politici a rimuovere anche questo nuovo inciampo gettato sulla via della pace, e a riprendere le fila così bruscamente interrotte.

La sospensione del viaggio a Berlino ha messo in forse anche quelli a Varsavia e a Mosca sembrando assai più opportuno e proficuo che essi si svolgano dopo la presa di contatto a Berlino.

Parecchio interesse ha suscitato anche il viaggio a Londra e a Parigi del Ministro degli Esteri austriaco. Con questi diretti scambi di idee colle maggiori potenze, l'Austria riafferma e consolida la sua posizione politica e acquista una maggiore sicurezza della propria intangibilità e quindi un più largo respiro per lo svolgimento di quel piano di riforme interne che è necessario per sistemare la situazione economica del Paese. Sia a Londra che a Parigi i ministri austriaci hanno incontrato accoglienze cordiali e calorose; essi si sono anche tenuti in contatto coi nostri ambasciatori cosicchè nel complesso tutto si è andato svolgendo nella luce e nella direttiva dei precedenti accordi romani. La situazione interna austriaca è andata alquanto migliorando in seguito alla energica azione delle autorità. Recentemente è avvenuto lo scioglimento spontaneo delle associazioni naziste austriache; senza sopravalutare la portata di questo fatto si può ritenere che esso dovrebbe, almeno temporaneamente, segnare un periodo di contrazione nella propaganda nazista all'interno.

Una crisi ministeriale è scoppiata in Ungheria che ha provocato una scissione dell'unione nazionale, avendo il conte Bethlen ritirato il suo appoggio al governo del generale Gömbös. Questi è stato dal Reggente riconfermato a capo del nuovo governo. La crisi che aveva fatto nascere qualche incertezza, è stata nettamente chiarita come dovuta a questioni di carattere interno cosicchè le direttive della politica estera ungherese permangono immutate, come risulta dalle esplicite dichiarazioni dei due leader.

Ad accrescere il malessere della politica europea è scoppiato improvviso e violentissimo un movimento sedizioso in Grecia che ha portato ad una vera e propria guerra civile in grande scala. Il fatto fortunatamente è rimasto circoscritto sebbene abbia fatto nascere in qualche momento preoccupazioni di ordine internazionale. La Bulgaria si è assai allarmata per pretesi concentramenti turchi alle sue frontiere che sarebbero stati giustificati da parte del governo di Angora come misure di precauzione volute dal Patto balcanico nella ipotesi di aggressioni bulgare alla Grecia! Si sa come vanno in generale a finire queste misure di protezione! La Bulgaria ha fatto ricorso a Ginevra e la situazione si è chiarita.

Negli ambienti finanziari ha suscitato qualche inquietudine la tendenza pesante manifestata negli ultimi tempi della sterlina: specialmente in Francia l'allarme è stato abbastanza vivo. Da parte inglese si fa risalire la responsabilità della debolezza della sterlina al governo di Washington che avrebbe deprezzato il dollaro in maniera eccessiva e ingiustificata. Da Washington poi si annuncia che durante i primi otto mesi dell'anno fiscale il deficit accumulato è arrivato a 2250 milioni di dollari (pari a circa 25 miliardi di lire), appena leggermente inferiore a quello dello scorso anno. Le trattative finanziarie che erano in corso fra Stati Uniti e Soviet sono state sospese non avendosi potuto raggiungere un accordo soddisfacente sulla questione dei debiti di guerra.

*

La rinnovata amicizia italo-francese consacrata dai patti di Roma ha incontrato la cordiale approvazione dei popoli interessati che ritrovano spontaneamente i motivi della mutua cordialità ora

che la nube dei malintesi e degli imbrogli più o meno interessata-
mente congegnati è stata finalmente spazzata via.

Le manifestazioni di cordialità franco-italiane si moltiplicano
con simpatica spontaneità e fanno sperare che questa situazione co-
stituisca una vera pietra miliare nel faticoso lavoro della ricostru-
zione europea.

Una delle manifestazioni più significative è stata quella della
fondazione di una associazione di ex combattenti italiani e francesi
allo scopo di promuovere e consolidare l'amicizia dei due Paesi.
Le aperte dichiarazioni del ministro Laval hanno pure giovato a
far apprezzare in tutta la loro luce e la loro reale profondità questi
accordi che segnano il riavvicinamento dei due Paesi che per tante
ragioni dovrebbero sempre camminare affiancati.

Il favorevole atteggiamento francese si manifesta anche nella
simpatia colla quale l'opinione pubblica francese segue la nostra
azione nell'Africa orientale. Le energiche misure del nostro governo
per la tutela della dignità e degli interessi italiani nei riguardi
dell'Etiopia sono perfettamente comprese ed apprezzate a Parigi
dove del resto le recenti dolorose esperienze hanno dato chiari ele-
menti di giudizio nei rispetti della autorità e della civiltà del go-
verno etiopico.

La partenza dei contingenti militari e del materiale bellico per
le nostre colonie del Mar Rosso e dell'Oceano Indiano continua re-
golarmente con quel ritmo che è stimato necessario e sufficiente, fra
la ferma serenità del Paese. La presenza in colonia di esperti co-
loniali come il generale De Bono e il generale Graziani è una
garanzia di più che i nostri interessi saranno seriamente salvaguar-
dati.

Le dichiarazioni precise e recise del nostro Governo circa la
conservazione integrale della efficienza delle forze militari del Paese
non ostante la spedizione africana sono state giudicate molto oppor-
tune dalla stampa politica europea che vi riscontra la ferma vo-
lontà dell'Italia di non lasciarsi deviare per nessuna ragione dalle
proprie direttive e dalla propria azione nella politica europea.

*

La situazione del nostro commercio estero si mantiene tutt'altro
che soddisfacente.

Anche nel mese di gennaio il valore delle merci importate è
stato di quasi 621 milioni di lire; esso ha segnato bensì una leg-
gera contrazione rispetto al valore toccato nel gennaio 1934, ma
tale alleggerimento è stato assai più che compensato dalla forte
contrazione nel valore delle esportazioni passate da 406 milioni di
lire nel gennaio 1934 a 379 milioni di lire nel gennaio di quest'anno.
Ne segue che il disavanzo mensile della bilancia degli scambi è
stato, nello scorso mese di gennaio, di oltre 241 milioni di lire in-
vece di 207 milioni del gennaio 1934.

Le già gravi condizioni della bilancia commerciale nello scorso
anno che ha segnato un deficit complessivo di 2433 milioni di lire,
rendono intollerabile ogni ulteriore aggravio che verrebbe a dan-
neggiare in modo eccessivo il delicato equilibrio dei pagamenti al-
l'estero.

È vero che non manca qualche voce favorevole di compenso,
come ad esempio quella del movimento turistico in Italia che segna
un sensibile incremento. Infatti secondo le statistiche ufficiali, nei
primi undici mesi dello scorso anno il numero dei turisti stranieri
entrati in Italia risulta in media di 269.000 ogni mese, di contro a
218.000 al mese in media nell'annata 1933 e a 163.000 nel 1932. Si
è dunque verificato nel 1934 un incremento del movimento turistico
del 23 % rispetto all'anno precedente e del 65 % rispetto al 1932.

Per quanto soddisfacenti possano essere queste constatazioni
considerate sotto molteplici aspetti, esse non tolgono il fatto che
il nostro movimento commerciale estero costituisca il maggior ele-
mento della nostra bilancia dei pagamenti internazionali e che essa
sia seriamente e pericolosamente malata.

Inutile ritornare sulle cause di questa situazione che sono indi-
pendenti dall'abilità e dalla intraprendenza dei nostri uomini di
industria e di commercio, e che sono universalmente conosciute. Ma
non si può non rilevare come l'Italia si sia finora trovata esposta
alle conseguenze di tutte le più strane ed egoistiche misure pro-
tettive escogitate in mille guise nei diversi Paesi, senza potere effi-
cacemente controbatterle nè in qualche modo compensarle.

La fedeltà ai principi sempre sostenuti di una maggiore libertà
agli interscambi commerciali, mantenuta fino al limite del possibile
anche di fronte alle altrui misure di protezione e in qualche caso,
si protrebbe dire, di aggresione, ci è costata abbastanza cara e
non poteva ormai essere continuata visto che essa non giovava a
richiamare gli altri Paesi verso più razionali e concilianti atteggia-
menti.

Pur controvoglia l'Italia si è trovata costretta a ricorrere a mi-
sure di protezione e di rappresaglia e già nello scorso anno ave-
vamo annunciato alcune disposizioni intese a realizzare, per alcune
particolari voci di importazione, il sistema degli scambi bilanciati.

Con recenti disposizioni del Consiglio dei Ministri il sistema
viene ora decisamente adottato su scala quasi generale. Si può ri-
tenere che, se abbiamo esitato fino ad ora a metterci su questa via,
una volta che gli avvenimenti e la cattiva volontà altrui ci hanno
costretto a farlo essa sarà percorsa con energia e con decisione.

Non vi è dubbio che tale sistema è per noi il più razionale e
il più fruttuoso. Come nazione compratrice all'estero noi abbiamo
buone armi per negoziare e buoni principi da affermare. È infatti
intollerabile che nazioni dalle quali acquistiamo spesso centinaia di
milioni di materie prime si rifiutino poi di aprire la porta alle no-
stre esportazioni e di acquistare da noi prodotti e materiali che
possiamo offrire a parità di qualità e di prezzo con qualunque altro
Paese. Chi ci vuol vendere la sua merce sia disposto ad acquistare
le nostre, in proporzione ai suoi bisogni. Questo il principio la cui
intrinseca giustezza non è discutibile anche se le pratiche applica-
zioni potranno consigliare temperamenti e adattamenti.

Le disposizioni emanate stabiliscono per un largo gruppo di
merci che maggiormente influiscono sul peggioramento della bi-
lancia commerciale o che rispondono a consumi voluttuari, un re-
gime di permessi di importazione che danno appunto al Governo
l'arma necessaria per negoziare efficacemente coi Paesi importatori
un migliore assestamento delle reciproche correnti di scambi.

Le disposizioni emanate contemplano da un lato una certa serie
di merci delle quali è senz'altro vietata l'importazione e dall'altra
stabiliscono dei contingentamenti provvisori per altre voci sulla
base di certe percentuali delle importazioni effettuate nel primo tri-
mestre dello scorso anno.

Le voci per le quali si stabilisce senz'altro il divieto di importa-
zione sono abbastanza numerose, arrivando a circa 200. Esse però
influiscono nel complesso relativamente poco sul totale del valore
delle nostre importazioni.

Il divieto è stato stabilito o in base alla considerazione della
superfluità della merce o in base a quello della sufficiente produ-
zione nazionale corrispondente. Così dicasi, ad esempio, per la con-
serva di pomodoro di cui siamo noi stessi esportatori su scala abba-
stanza vasta; e così per parecchi prodotti ortofrutticoli, per certi
prodotti di industrie tessili, ecc.

I contingentamenti sono stati stabiliti col criterio di permettere
alle industrie nazionali il necessario rifornimento di materie prime,
tenendo conto degli stock esistenti e colla tendenza ad avvicinarsi
al pareggio della bilancia commerciale. Le aliquote di contingenta-
mento sono state anche, come è naturale, stabilite colle debite pro-
porzioni alla utilità delle materie prime per le industrie.

Non bisogna d'altra parte dimenticare che questi contingenta-
menti hanno intenzionalmente carattere temporaneo in quanto che
dovrebbero soltanto servire di base per la negoziazione, la più ra-
pida possibile, di nuovi accordi commerciali coi diversi Paesi sulla
base di una più larga reciprocità.

Naturalmente le nuove disposizioni non possono non portare in
un primo tempo qualche allarme negli ambienti industriali. Tut-
tavia le difficoltà interne che potrebbero divenire gravissime in altri
Paesi, saranno da noi assai più agevolmente superate in grazia del
vigente regime corporativo. Ogni mossa ingiustificata, ogni tenta-
tivo di sfruttamento della nuova situazione può essere agevolmente
messo in luce e sarebbe, senza dubbio, severamente punito.

Già tutta una organizzazione sindacale è del resto in moto per
prevenire il pericolo di ingiustificati aumenti delle merci contingen-
tate.

*

Il nuovo anno si e aperto per il bilancio dello Stato sotto au-
spici abbastanza favorevoli. Infatti nel mese di gennaio gli accer-
tamenti di entrate per la parte effettiva del bilancio sono ammontati
a 1691 milioni di lire, mentre nel gennaio del 1934 le entrate ef-
fettive si erano limitate a circa 1585 milioni di lire. Abbiamo dun-
que avuto un incremento di oltre 100 milioni di lire nelle entrate,
piccolo come valore percentuale ma pur tuttavia assai significativo
come indice della tendenza ad un progressivo miglioramento della
situazione.

Nello stesso mese di gennaio dell'anno in corso, gli impegni di
spese sono ammontati a 1789 milioni di lire restando sensibilmente
inferiori a quelli del gennaio 1934 che arrivarono a 1820 milioni.

Così nel primo mese dell'anno solare il deficit di bilancio si è
limitato nel 1935 a 98 milioni restando notevolmente inferiore alla
media dei disavanzi dei mesi precedenti dello stesso esercizio fi-
nanziario che risulta di 179 milioni e ancora più notevolmente al
di sotto di quello del gennaio 1934 che ascese a ben 230 milioni di
lire.

Alla fine del settimo mese dell'attuale esercizio finanziario si
era così accumulato un disavanzo, per la parte effettiva del bilancio,
di 1173 milioni di lire. Somma sempre rilevante ma in ogni caso
di gran lunga inferiore di quella che si aveva alla stessa data nel
precedente esercizio e che arrivava a 2542 milioni di lire!

Tenendo poi conto di un disavanzo di 41 milioni nella partita
del movimento capitali si arriva, alla fine gennaio del 1935 a un
deficit complessivo per le due categorie, di 1214 milioni. Conside-
rando però l'ultima operazione di emissione di Buoni novennali,
la partita del movimento capitali segnerebbe un avanzo attivo di
1753 milioni in conseguenza del quale la situazione finanziaria com-
plessiva segna un avanzo attivo di circa 500 milioni di lire.

Alla fine gennaio il Conto del Tesoro segnala un fondo cassa
liquido e immediatamente spendibile di 1791 milioni di lire, dei quali
1556 milioni in conto corrente presso la Banca d'Italia.

Alla stessa data il complesso dei debiti interni ammontava a 105.004 milioni di lire e la circolazione dei biglietti di banca a 12.787 milioni con una riduzione di circa 300 milioni di lire rispetto alla situazione al 31 gennaio 1934.

Quanto alla situazione generale dell'attività delle industrie segnaliamo anzitutto che l'indice generale della produzione industriale compilato dal Ministero delle Corporazioni, con base 100 per l'anno 1928, ha segnato nel mese di dicembre ora decorso il valore 89,65 rigistrando un aumento del 18,12 % rispetto al dicembre 1933, del 21,96 % rispetto al dicembre 1932 e del 13,4 % rispetto al dicembre 1931. Nei confronti del dicembre 1933 risultano in aumento i seguenti indici particolari: industria delle costruzioni per il 51 %, industrie tessili per 17,5 %, industrie metallurgiche per il 7,7 %, industria cartaria pel 6,3 %; presenta invece una leggera contrazione l'indice relativo alle industrie produttrici di energia, calore e illuminazione ma soltanto per 0,25 %.

L'indice generale medio per l'intera annata 1934 risulta di 87,33 % e supera dell'8,50 % quello del 1932 e ancora del 3,08 % l'indice del 1931.

La disoccupazione ha segnato una leggera recrudescenza durante il mese di gennaio come sempre avviene per un noto effetto stagionale, ma pur tuttavia il numero dei disoccupati al 31 gennaio risultava pari a 1.011.711 restando di oltre 146.000 unità al di sotto di quello che si verificava alla stessa data dello scorso anno.

La produzione dell'acciaio nel mese di dicembre scorso è stata di 152.874 tonnellate, ciò che porta la produzione complessiva nell'intera annata 1934 a circa 1.843.000 tonnellate, cioè quasi 600.000 tonnellate di più che nell'anno precedente.

Per la ghisa, il mese di dicembre ha segnato una produzione di 44.870 tonnellate, portando così la produzione totale nell'annata a 520.550 tonnellate di pochissimo superiore a quella del 1933.

Pei laminati di ferro, la produzione del mese di dicembre è risultata pari a 121.000 tonnellate circa e quella complessiva dell'annata a 1.559.000 tonnellate circa, con un aumento di 60.600 tonnellate rispetto alla produzione dell'anno precedente.

Nel 1934 si presentarono complessivamente in aumento anche le produzioni delle seguenti industrie: leghe di ferro (43 % di aumento), piombo (71 %), rame (152 %), cemento (13 %), perfostati (9 %), fibre artificiali (3 %), ecc.

✻

La mesata di febbraio è stata incerta e piuttosto pesante pel mercato borsistico.

Le buone disposizioni manifestate alla chiusura del mese precedente hanno ceduto il posto ad una grande svogliatezza e ad una certa tendenza pesante nelle quotazioni.

Tuttavia il mercato si è andato a poco a poco risvegliandosi nella seconda quindicina manifestando poi una tendenza nettamente ottimistica nelle ultime riunioni. Si è così ricuperato tutto il perduto e si sono anche realizzati sensibili plus valori.

I titoli statali dopo un periodo di stasi si riprendono brillantemente in chiusura. Più deboli invece i bancari.

Fermi i titoli tessili e in vivace ripresa i meccanici e i metallurgici. Migliori anche i titoli dei trasporti e i valori assicurativi. In buona tendenza gli elettrici.

Renato San Nicolò.

✻

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di febbraio.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	550	733,—	750,—	748,—
Lombarda	400	382,—	386,50	384,50
Bresciana	200	243,50	241,50	240,—
Gen. Elettrica Cisalpina priv.	125	121,50	124,50	124,75
» » » ord.	125	65,25	67,37	67,25
Unione Esercizi Elettrici	10	10,50	10,85	10,75
Elettricità Alta Italia	100	95,50	95,25	98,50
Adriatica	100	144,50	146,25	148,—
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	200	274,—	280,—	279,—
Officine Elettriche Genovesi	250	301,50	307,50	308,—
Generale Elettrica della Sicilia	100	81,—	81,37	81,25
Soc. Elettrica Piacentina	150	184,—	183,50	186,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	373,50	380,—	379,50
Forze Idrauliche Crespi	375	367,—	371,—	369,—
Elettriche Valdarno	100	139,—	139,25	139,50
Tirso	250	58,—	58,25	55,—
Terni	250	205,25	210,50	212,50
Meridionali d'Elettricità	250	245,—	249,—	245,—
Idroelettriche Piemontesi	50	41,25	41,50	42,—
Dinamo	200	254,—	251,—	250,50
Soc. Romana d'Elettricità	280	337,50	337,—	335,—

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di febbraio.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:					
Cardiff primario	L. 128,—	a	L. 130,—	alla tonn.
Americano	» —,—	»	» —,—	»
Slesia	» 110,—	»	» 112,—	»
Sarre	» 125,—	»	» 127,—	»
Antraciti:				
Inglese primaria (in pezzatura)	» 168,—	»	» 201,—	»
Tedesca (in pezzatura)	» 168,—	»	» 199,—	»
Coke:				
Coke da gas nazionale	» 166,—	»	» 176,—	»
» » » inglese	» 157,—	»	» 159,—	»
» metallurgico nazionale	» 162,—	»	» 167,—	»
Petrolio	» 215,35	»	» —,—	al Q.le
Nafta:				
Per Diesel	» 540,—	»	» 555,—	alla tonn.
Per caldaie	» 220,—	»	» 235,—	»
Benzina in fusti	» 276,60	»	» 316,60	al Q.le

METALLI

Ghisa:				
Engliton N. 1	L. 410,—	a	L. 425,—	alla tonn.
Middlesbro N. 3	» 380,—	»	» 390,—	»
Ematite	» 395,—	»	» 405,—	»
Lussemburgo-Lorena	» 345,—	»	» 360,—	»
Ferro:				
Laminato omogeneo	» 71,50	»	» 75,50	al Q.le
Poutrelles	» 69,50	»	» —,—	»
Lamiere da 44 mm. in più	» 86,50	»	» —,—	»
Acciaio:				
Rapido per utensili	» 300,—	»	» 3000,—	al Q.le
Martin Resist. 50-70	» 80,—	»	» 125,—	»
Tubi trafilati	» 250,—	»	» —,—	»
Rame elettrolitico	» 240,—	»	» 265,—	»
» in fogli comuni	» 435,—	»	» 450,—	»
» in barre tonde e quadre	» 445,—	»	» 480,—	»
Stagno in pani	» 2100,—	»	» 2200,—	»
Zinco in pani la fusione	» 170,—	»	» 185,—	»
Piombo in pani la fusione	» 125,—	»	» 135,—	»
Antimonio	» 510,—	»	» 540,—	»
Ottone in barre	» 310,—	»	» 325,—	»
Alluminio in pani	» 875,—	»	» 915,—	»

NOTIZIE E INFORMAZIONI

L'ottava sessione della **Conferenza Internazionale delle Grandi Reti** da tempo indetta per il prossimo giugno a Parigi, è stata definitivamente fissata dal 27 giugno al 6 luglio p. v. in modo che essa seguirà (anzichè precedere come si era prima stabilito) la riunione plenaria della Commissione Elettrotecnica Internazionale (L'Aja-Bruxelles 18 ÷ 27 giugno).

Seguendo il criterio di rotazione già adottato nel 1933, si comincierà quest'anno con la 3ª Sezione (esercizio e protezione delle reti) con tre giorni di sedute dal 27 al 29; seguirà poi la 1ª Sezione (produzione e trasformazione dell'energia) dal 1º al 3 luglio; per finire con la 2ª Sezione (linee) dal 4 al 6 luglio. Gli inscritti ad oggi superano già i 300 (di 15 differenti paesi) e le memorie annunciate superano il centinaio. È quindi facile preconizzare il migliore successo a questa prossima sessione, tanto più che, oltre allo sconto del 50 % sulle ferrovie francesi, i congressisti potranno fruire pel soggiorno a Parigi, di condizioni veramente eccezionali. Per maggiori particolari e per inscrizioni, rivolgersi alla Segreteria del Comitato Elettrotecnico Italiano (Milano, via S. Paolo, 10).

✻

La televisione in Inghilterra. — Il 28 gennaio 1935 è stato presentato al Parlamento britannico il rapporto sulla televisione, che la Commissione appositamente costituita e presieduta da Lord Selsdon ha redatto in seguito agli studi effettuati in Germania e negli Stati Uniti.

Il Ministro delle Poste inglese ha comunicato ufficialmente che sulle basi di tale rapporto verranno prese importanti decisioni per una imminente attuazione della televisione. Per il momento non è stata fatta altra comunicazione, ma si prevede che la televisione sarà assunta in monopolio dalla « British Broadcasting Corporation » la quale effettuerà una riorganizzazione importante nei suoi servizi di radiodiffusione. Probabilmente il Go-

verno concederà anche alla « British Broadcasting Corporation » un credito di 1600 sterline, somma che si ritiene necessaria per effettuare il servizio di televisione per un anno. Per ottenere tale credito il Ministro delle Finanze creerà una tassa speciale per gli apparecchi di televisione.

Sarà costruita una speciale stazione che lavorerà su una lunghezza d'onda di 7 metri. In quanto agli apparecchi di ricezione si prevede saranno necessari tre anni prima di ottenere un apparecchio di buon rendimento e di prezzo accessibile.

(*La Radio Nazionale*).

***

Risultati delle prove degli alternatori da 77.500 kVA, installati nella centrale del Dnieper (U.R.S.S.). — Nella grande centrale del Dnieper (U.R.S.S.) sono stati, com'è noto, installati nove alternatori ad asse verticale da 77.500 kVA ciascuno, 88,2 giri/min, 50 per/sec, 13.800 volt, accoppiati a turbina idraulica.

Questi alternatori sono i più grandi finora in esercizio nel mondo: essi hanno un diametro massimo di 12,8 metri, un'altezza totale di 12,3 metri (altezza sopra il pavimento metri 5,35), mentre il loro peso è di 800 tonnellate (peso del rotore: 445 tonn.).

Di questi nove alternatori, cinque furono costruiti nelle Officine di Schenectady della General Electric Company; per essi il contratto di fornitura prevedeva un determinato rendimento.

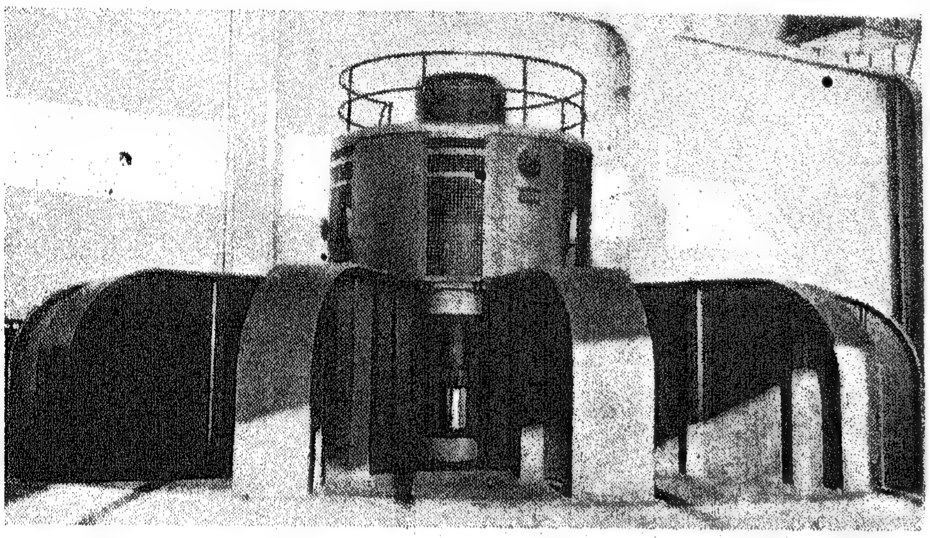


Fig. 1. — Uno dei cinque alternatori verticali da 77.500 kVA, 88,2 giri/min., 50 per/sec, 13.800 volt accoppiato a turbina idraulica, costruito dalla G.E.Co. per la centrale del Dnieper (U. R. S. S.).

Le prove eseguite da ingegneri sovietici sotto la direzione del Prof. P. Tolvinsky del Politecnico di Leningrado, hanno permesso di constatare che il valore garantito era largamente superato inquantochè per una macchina esso raggiungeva a pieno carico (e col



Fig. 2. — Centrale del Dnieper con cinque alternatori verticali da 77.500 kVA, costruiti dalla G. E. Co.

fattore di potenza eguale a 0,8) 97,91 %. Il valore medio del rendimento per i cinque alternatori risultò, a pieno carico, del 97,87 %; la potenza resa delle macchine risulta perciò superiore a quella prevista da 200 a 400 kW, a seconda delle condizioni di carico.

*

Forno elettrico a convogliatore da 200 kW per la ricottura in bianco del filo di rame in atmosfera artificiale. — Per la « Wolverine Tube Company » di Detroit (U. S. A.) la General Electric Company ha recentemente costruito un forno elettrico del tipo a convogliatore da 200 kW per la ricottura in bianco in atmosfera artificiale del filo di rame. Tale forno, destinato a funzionare alla temperatura di 560° con una produzione di 1000 kg di filo all'ora, ha una lunghezza complessiva di 35 metri.

L'atmosfera artificiale, costituita da una miscela di gas illuminante e aria, viene fornita da un apposito generatore, del tipo a combustione.

L'esperienza di un semestre di esercizio ha dimostrato i grandi vantaggi del forno elettrico per i processi di ricottura rispetto ai

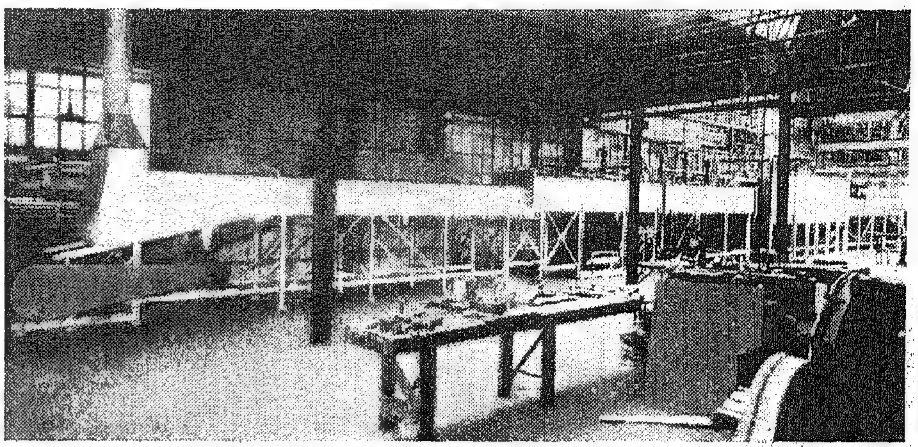


Fig. 1. — Forno elettrico G. E. Co. a convogliatore, da 200 kW per la ricottura in bianco in atmosfera artificiale del filo di rame. Produzione oraria: 1000 kg.
Insieme dell'impianto della « Wolverine Tube Company ».

forni a combustione, poichè esso, oltre a dare un prodotto di migliore qualità e di ricottura più uniforme, permette di eliminare gli scarti e di ridurre notevolmente il costo del trattamento termico.

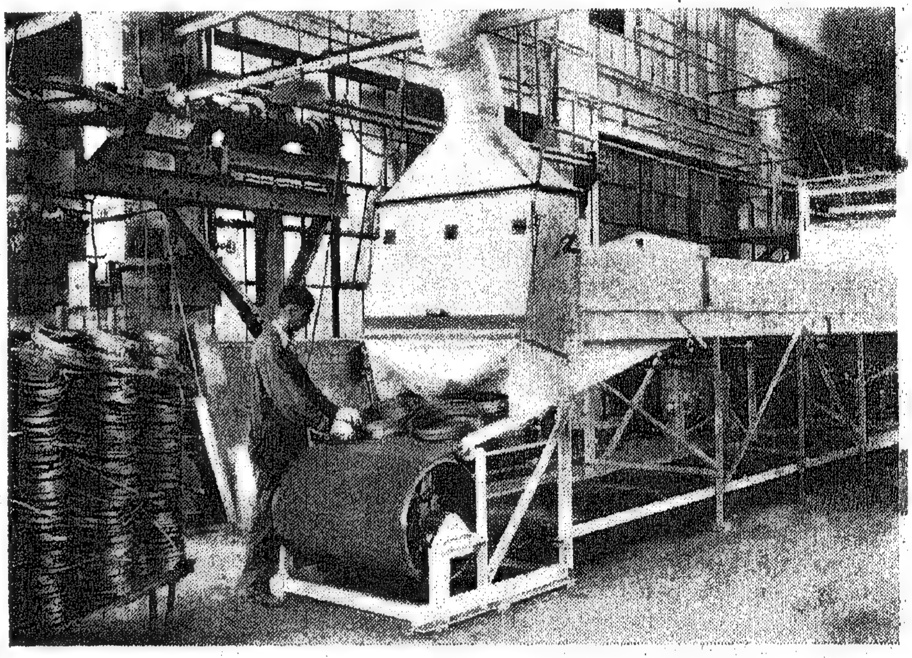


Fig. 2. — Forno elettrico G. E. Co. a convogliatore, da 200 kW per la ricottura in bianco in atmosfera artificiale del filo di rame. Produzione oraria: 1000 kg. Estremità del forno lato carica matasse filo.

La maggior adattabilità dei forni elettrici alle dimensioni ed alla forma dei pezzi da trattare ha permesso alla Wolverine Tube Company di utilizzare il forno installato per numerosi trattamenti che venivano prima eseguiti in tre tipi diversi di forni a combustibile, il che si risolve in una notevole diminuzione delle spese di esercizio e di manutenzione.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

A. Curchod. — *Memento d'Electrotechnique IV - Applications de l'éléctricité.* — Parigi, 1935 - Dunod. — Un volume di cm 13×21, di 832 pagine con 639 figure. — Prezzo 136 franchi.

Questo quarto volume dell'opera del Curchod è dedicato alle principali applicazioni dell'elettrotecnica.

Il primo capitolo (fino a pag. 54) tratta dell'illuminazione elettrica, il secondo (fino a pag. 199) tratta delle applicazioni meccaniche e contiene naturalmente una quantità di argomenti diversi relativi al comando e regolazione dei motori elettrici e al loro impiego per le macchine utensili, le pompe, i ventilatori, gli apparecchi di sollevamento, e le applicazioni speciali ad alcune industrie più importanti.

Segue un capitolo (fino a pag. 270) sulla trazione elettrica considerata specialmente nei riguardi del materiale mobile. Un altro capitolo (fino a pag. 323) è dedicato alle applicazioni elettrotermiche industriali e domestiche. Le applicazioni elettrolitiche fanno oggetto

del quinto capitolo (fino a pag. 383) che si occupa anche delle pile e degli accumulatori.

Il capitolo sesto è interamente dedicato alle comunicazioni elettriche (fino a pag. 715), telefonia, telegrafia, radiotecnica e televisione.

Il volume si chiude con un capitolo sui raggi X.

Come i precedenti, di cui abbiamo a suo tempo fatto parola, anche il presente volume è compilato in forma concisa e sintetica che sta fra quella di un manuale e quella di un vero e proprio trattato. La quantità della materia e dei dati riferiti è veramente ingente.

Il libro può servire come utilissima opera di consultazione e di riferimento e può prestare grandi servigi al tecnico nella pratica professionale corrente.

*

E. WUESTER. — *Grundzüge der Sprachnormung in der Technik.* — Berlino, 1934 - V. D. I. Verlag G. m. b. H. — Un volume di cm 15×21, di 92 pagine. — Prezzo 9 marchi.

La necessità di una facile reciproca comprensione fra i tecnici dei vari Paesi si fa sentire in modo sempre più imperioso coll'aumentata frequenza degli scambi e della collaborazione scientifica internazionale. Il libro del Wüster, che raccoglie la parte essenziale di un più vasto studio, costituisce uno degli esempi più seri di disamina del problema su basi scientifiche.

L'A. svolge una accurata analisi della struttura delle varie lingue specialmente nei riguardi della nomenclatura e della fraseologia tecnica e cerca di metterne in rilievo le proprietà caratteristiche e di trarne indirizzi verso una progressiva unificazione. L'opera ha raccolto molta attenzione in Germania ed ha trovato l'appoggio di importanti Enti culturali.

Pur convinti che la risoluzione della importantissima questione non può essere che opera del tempo, e di lungo tempo, segnaliamo questo libro come un contributo meritevole dell'attenzione degli studiosi.

*

P. DANNINGER. — *Dampfturbinenregelung.* — Monaco, 1934 - R. Oldenbourg. — Un volume di cm 16×23, di 243 pagine con 171 figure. — Prezzo, rilegato, marchi 15.

In questo libro viene studiato dal punto di vista generale il problema della regolazione delle turbine a vapore.

Nella prima parte, introduttiva, è esposta sommariamente la parte teorica relativa al calcolo dei consumi di vapore per i vari tipi di turbina e sono anche presentati alcuni diagrammi di nuovo genere per facilitare i calcoli.

Sulla base di tali notizie si passa poi all'esame delle particolari esigenze della regolazione a seconda delle condizioni di esercizio e si studia il proporzionamento delle varie parti costruttive costituenti un regolatore.

Vengono prese in particolare considerazione le influenze delle variazioni delle condizioni di esercizio sulle esigenze della regolazione.

Il libro presenta così un quadro completo del problema, e può essere assai utile sia al costruttore di turbine sia a chi abbia l'incarico del progetto o dell'esercizio di un impianto di turbine a vapore.

Il volume è corredato da molte e nitide illustrazioni. Opportuni esempi numerici sono introdotti a chiarire l'applicazione dei metodi di calcolo e delle formule proposte.

La veste tipografica è ottima.

*

R. SPIESER. — *Avaries des Machines, Transformateurs, et Apareils électriques.* — Parigi, 1935 - Dunod. — Un volume di 16×25 cm, di 432 pagine con 218 figure. — Prezzo 110 franchi.

Il libro, che appare ora nella traduzione francese, a cura di M. Lacher, è frutto, nell'originale tedesco, della collaborazione di parecchi tecnici e della esperienza costruttiva e di esercizio di una grande Casa svizzera elettromeccanica di fama mondiale.

La materia esposta aderisce quindi nel modo più completo alla pratica elettrotecnica e ciò rende di grande utilità il volume che può essere assai vantaggiosamente consultato così dai costruttori di macchine e di apparecchi elettrici, come da chi sia investito della responsabilità del montaggio o dell'esercizio di un impianto elettrico.

La materia è divisa in quattro parti che riguardano il macchinario, i trasformatori, gli apparecchi e i materiali. Per ciascuna delle parti una serie di capitoli sono destinati ad esporre e illustrare le varie cause che possono produrre guasti od incidenti, le manifestazioni diverse a cui essi danno luogo nelle pratiche applicazioni e gli accorgimenti per prevenire i guasti stessi o ridurne al minimo i dannosi effetti.

La esposizione è fatta in modo da costituire una guida diagnostica per risalire dalle imperfezioni di funzionamento riscontrate alle cause del fenomeno. La forma è sempre piana e descrittiva, condotta più con metodo intuitivo e sperimentale che con trattazioni matematiche, volutamente evitate.

Uno dei grandi pregi del libro è indubbiamente costituito dalla ricca documentazione illustrativa che riproduce, spesso fotograficamente, esempi di guasti effettivamente riscontrati in servizio. Essa attesta della larghezza della fonte di informazione a cui l'A. ha potuto attingere.

Nel complesso, un volume altamente raccomandabile a tutti gli elettrotecnici costruttori ed esercenti.

SUNTI E SOMMARI (*)

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

J. E. ALLEN — **Analisi del funzionamento di un regolatore mediante oscillografi.** (Power, novembre 1934, pag. 610-613, con 8 fig.). **3 c**

Speciali requisiti di sensibilità e di variazioni di velocità per improvvisi distacchi del carico erano prescritti per le turbine dell'impianto idroelettrico di Safe Harbor. Vennero a tale scopo studiati speciali dispositivi di misura comprendenti un ponte di frequenza, dispositivi amplificatori, un wattmetro a tubi elettronici e un oscillografo come apparecchio registratore. Nello studio dei regolatori delle turbine venivano registrati la velocità della turbina, la frequenza della corrente elettrica, i movimenti del pistone del servomotore della valvola della turbina e quelli della valvola ausiliaria del servomotore; le registrazioni portavano poi sempre anche la registrazione dei tempi. La velocità della turbina veniva registrata coll'oscillografo, facendo uso di una piccola dinamo comandata dall'albero della turbina ed eccitata da una batteria. Per le variazioni di frequenza serviva un dispositivo a ponte di Wein connesso, come si è detto, a dispositivi filtranti per eliminare le armoniche, a dispositivi di amplificazione e finalmente a un wattmetro a tubi elettronici; l'apparecchio permette anche di determinare il senso della variazione di frequenza rispetto ad uno zero arbitrario corrispondente al valore per il quale il ponte è sintonizzato. Il dispositivo viene descritto con qualche dettaglio, indicando anche gli accorgimenti per ottenere diverse sensibilità. Per registrare i movimenti dello stantuffo del servomotore vi è connesso l'oscillografo ad una resistenza variabile a contatto scorrevole di costruzione particolare; si potevano così registrare spostamenti di frazioni di millimetro. Alcuni oscillogrammi sono riportati per illustrare i tipi di registrazioni eseguiti. *Ri.*

WILLI WANGER — **Il riscaldamento dei contatti degli interruttori di forte potenza causato dalle correnti di cortocircuito.** (Schweiz. Elek. Verein Bull., N. 16, 1934, pag. 432-439, con 3 fig.). **3 b**

Il passaggio di corrente da un contatto all'altro degli interruttori provoca la temperatura massima nel punto di contatto, dove le linee di corrente sono accentrate su una piccola sezione. Il valore di tale temperatura dipende dalle conducibilità elettriche e termiche del contatto, dall'area della superficie di contatto e dalla intensità di corrente. Nel caso di corrente alternata a 50 per/sec la temperatura segue quasi senza inerzia le variazioni dello sviluppo di calore: il suo massimo dipende quindi dal valore della punta e non dal valore efficace della corrente. Se la corrente è all'inizio disimmetrica, la temperatura raggiunge il suo massimo al momento del primo massimo di corrente; anche quando la corrente continua poi a passare per qualche secondo non si raggiunge più il massimo iniziale. L'area della superficie effettiva di contatto a freddo dipende principalmente dalla plasticità del materiale e dalla pressione di contatto. Le forti correnti di cortocircuito produrrebbero delle temperature molto superiori al punto di fusione del rame se la superficie iniziale di contatto non aumentasse. Sembra che il rame diventi plastico molto al di sotto del punto di fusione; ciò che provoca l'aumento della superficie di contatto e impedisce un ulteriore aumento della temperatura. Numerose prove hanno mostrato che, anche con le più forti correnti di cortocircuito, le parti in contatto non si saldano. *A. Bs.*

A. U. WELCH — **Dispositivi induttivi per la messa a terra del neutro.** (Gen. Elec. Rev., settembre 1934, pag. 398-406). **3 e**

La caratteristica principale che bisogna prendere in considerazione in un dispositivo di messa a terra è la sua impedenza rispetto alle correnti a sequenza zero. Un trasformatore stella-stella non è raccomandabile; il trasformatore stella-triangolo con neutro a terra è invece migliore, perchè, quando è collegato ad una rete di trasmissione, offre praticamente alle correnti a sequenza zero la stessa bassa impedenza che esso offre alle correnti a sequenza positiva e negativa.

Nei trasformatori connessi a zig-zag è possibile, mediante l'interconnessione di parte dell'avvolgimento delle fasi, ottenere negli

(*) Per i titoli delle Riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

avvolgimenti della stessa colonna delle correnti a sequenza zero ed in direzione opposta. Questi trasformatori per basse e medie tensioni in gioco sono più economici, mentre, per valori molto elevati di tensione, riescono più costosi di quelli ad avvolgimento stella-triangolo.

Spesso sovratensioni causate da manovra di apparecchi o da fenomeni atmosferici, possono generare archi verso terra, archi che si estinguono al passaggio della tensione per lo zero, ma possono riaccendersi a tensione più elevata. Tale fatto si elimina con un dispositivo composto da un reattore messo sul neutro e così accordato con la capacitanza del sistema da rendere infinita la reattanza della rete a sequenza zero. Questo reattore è quello che si chiama solitamente bobina di Petersen.

Il nome di impeditori viene normalmente dato a reattori messi sul neutro e muniti di resistenze, o a volte, di condensatori collegati in derivazione: il compito di essi è quello di limitare la tensione transiente che giunge al neutro attraverso al trasformatore e che è dovuta ad impulsi prodotti da scariche elettriche o ad altre cause. La resistenza usata deve avere una caratteristica resistenza-corrente fortemente negativa ed un valore abbastanza basso per assorbire le alte tensioni transienti; queste due qualità si riscontrano nella tirite. *C. G. E.* (*)

APPLICAZIONI TERMICHE.

Saldatura. (Power, novembre 1934, pag. 620-622, con 1 fig.). **5 c**

Viene riferito brevemente circa la riunione tenuta nell'ottobre 1934 dalla American Welding Society, nella quale furono presentati numerosi studi interessanti. Viene illustrato un dispositivo di facile ed economica costruzione per l'esame polariscopico dei modelli di cellulosa alla luce polarizzata; l'apparecchio rende agevole l'applicazione del metodo finora riservato ai laboratori specialmente organizzati. La Detroit Edison Co. ha adottato la saldatura per il collegamento delle tubazioni ad alta pressione nel rifacimento parziale dell'impianto termoelettrico di Conners Creek. Le tubazioni per vapore a 45 atm e 450° vengono saldate con un metodo particolarmente studiato, che viene descritto. Le numerose verifiche eseguite sia alle prove di resistenza sia all'esame microscopico o radiografico hanno dato risultati completamente soddisfacenti. Notizie vengono fornite su dispositivi recenti per il deposito superficiale di metalli di vario genere coi metodi di spruzzamento a caldo; una delle applicazioni più interessanti è quella del rivestimento di ferri o acciai con alluminio per proteggerne la superficie dalle corrosioni anche a caldo. Altri studi vengono ricordati circa i metodi di prova delle saldature, specialmente nei riguardi di stabilire metodi che permettano di limitare il numero delle prove e renderle di più facile esecuzione. *Ri.*

J. B. Hornby — **Regolazione dei fenomeni transitori nei generatori per saldatura.** (Elec. Eng., dicembre 1934, pag. 1598-1603, con 3 fig.). **5 c**

Le dinamo autoregolanti per saldature ad arco differiscono dalle ordinarie dinamo sotto due aspetti principali: cioè esse sono macchine a flusso variabile anzichè costante e non funzionano mai con un carico costante. Ciò impone particolari accorgimenti costruttivi. L'A. analizza dettagliatamente i fenomeni che avvengono in seguito ai cambiamenti di flusso in una macchina a corrente continua per saldatura ad arco e ne trae motivo per illustrare l'importanza della caratteristica dinamica della macchina. Dimostra poi come sia possibile costruire una dinamo per saldature a buone caratteristiche di regolazione dei fenomeni transitori anche senza ricorrere a reattanze esterne. Descrive una dinamo costruita su tali principi, la quale ha l'armatura simile a quella di una dinamo normale a due poli; il campo è suddiviso in quattro poli colle bobine in derivazione adiacenti connesse per la stessa polarità. Si realizzano così due distinte vie pel flusso, una attraverso i poli principali e l'altra attraverso i poli trasversali. I campi in derivazione sono connessi in serie in modo da formare un unico circuito. L'A. analizza il comportamento di tale macchina mettendone specialmente in evidenza le caratteristiche di funzionamento nei riguardi dei fenomeni transitori e riportando anche qualche oscillogramma rilevato sperimentalmente. Vengono poi esposte alcune considerazioni circa l'esecuzione di prove e verifiche sulle dinamo destinate a servizio per saldatura. *N.*

APPLICAZIONI VARIE.

Impianto elettrico del nuovo elevatore di grano della S. A. Luis de Ridder, situato nel porto di Rosario. (Revista Electrotecnica, Buenos Aires, vol. 20, N. 6, giugno 1934, pag. 207-212, con 6 fig.). **6 c**

L'articolo descrive un impianto per trasporto ed elevazione di granaglie, costruito sulla riva destra del Rio Paranà nel porto di Rosario. L'elevatore in questione ha una capacità di 12.000 tonn, e il carico dei piroscafi può farsi per mezzo di cinque canali di imbarco sistemati in modo da permettere l'imbarco contemporaneo in cinque piroscafi diversi, o in cinque diversi compartimenti dello stesso piroscafo. Tre dei canali d'imbarco ricevono il carico da un canale principale, il quale alimenta inoltre al suo estremo un canale ausiliario che comunica a sua volta col quarto canale di imbarco. Il quinto canale di imbarco è invece alimentato da un canale reversibile che può servire tanto per l'imbarco come per l'eventuale sbarco del grano.

Due norie permettono poi l'elevazione del carico che viene successivamente ripartito fra i vari silos a mezzo di un canale collocato sopra i tetti. Analogo canale alla base dei silos serve a ricevere il grano da ognuno di essi e portarlo al canale principale. Tutti gli elementi nominati sono previsti per il trasporto di 300 tonnellate di grano all'ora. L'impianto funziona con corrente trifase a 5000 volt a 50 per/sec, eccezione fatta per i cinque canali di imbarco che sono azionati da motori a corrente continua a 440 volt essendo in servizio già da molti anni e con ottimo risultato. Si dispone inoltre di una rete trifase a 220 volt per luce ecc. L'energia necessaria viene derivata da una rete a 3000 volt mediante una cabina di trasformazione da 120 kVA. Le manovre dei motori principali avvengono tutte da un'apposita sala di manovra; solo per l'arresto di ogni motore è prevista la possibilità di manovra sul posto. Pure vicino al motore è posta una chiave di sicurezza colla quale si può impedire la messa in moto del motore. I motori asincroni sono perfettamente chiusi dato l'ambiente polveroso in cui vengono a lavorare, e hanno un dispositivo di avviamento automatico con un reostato nel motore che durante l'avviamento viene disinserito in base alla velocità mediante un dispositivo a forza centrifuga evitando così l'impiego di anelli. I circuiti di manovra sono disposti in modo da evitare la possibilità di ogni falsa manovra; nell'articolo vengono descritti anche i vari impianti di sicurezza, comando, segnalazione ecc. *Sch.*

Le macchine utensili per la lavorazione dei metalli. (La Tech. Mod., 1° novembre 1934, pag. 701-710, con 22 fig.). **6 c**

La tecnica moderna delle macchine utensili è orientata verso il comando elettrico diretto e verso l'uso di utensili in materiali speciali. L'articolo costituisce una vera disamina di tali costruzioni, sia di produzione francese nel campo generale sia estera per alcuni particolari tipi. Vengono così considerati: *a*) i torni paralleli e derivati; *b*) i torni revolver ed i torni automatici; *c*) i torni verticali; *d*) i trapani; *e*) le macchine radiali. Di ogni tipo vengono riportate le caratteristiche costruttive e funzionali, ed in alcuni casi vengono citati i risultati del loro impiego. Le numerose illustrazioni mettono in evidenza le costruzioni più caratteristiche. *E. R.*

CONDUTTURE.

F. Niethammer — **Curve funicolari delle linee, tenuto conto della elasticità e della rigidezza.** (E. u. M., N. 23, 10 giugno 1934, pag. 266-269, con 2 fig.). **9 c**

In prima approssimazione, la curva funicolare delle linee aeree viene determinata trascurando l'elasticità e la rigidezza ed ammettendo che il carico del filo o della fune si ripartisca uniformemente sulla proiezione orizzontale. La curva che ne risulta, la parabola, è prossima alla curva reale soltanto quando la freccia, e quindi la campata, è piccola. Pur trascurando ancora la rigidezza e l'elasticità, una curva più approssimata si può dedurre supponendo che il carico si ripartisca uniformemente sulla fune stessa. In pratica, i calcoli vengono semplicati sostituendo, all'equazione della curva funicolare così ottenuta, (la catenaria) l'equazione di una curva algebrica dedotta con uno sviluppo in serie limitato a pochi termini.

L'A. dimostra che l'approssimazione può essere spinta ulteriormente determinando le curve funicolari di una corda elastica e di una corda elastica e rigida. Dalle equazioni trascendenti ricavate, sono dedotte la freccia, la tensione massima, la lunghezza della corda, nei due casi. Un esempio numerico dimostra peraltro che la elasticità e la rigidezza non hanno un'importanza apprezzabile e che, quindi, le formule normalmente utilizzate per il calcolo meccanico delle linee aeree sono soddisfacenti. *V. D. Ma.*

A. F. Valter L. D. Inghe — **La stabilità dell'isolamento in cavi per alta tensione a riempimento di olio.** (Jurnal tekniceskoi fiziki, Vol. IV, fasc. 3, 1934, pag. 476-490, con 11 fig.). **9 d**

Ponendo un piccolo spessore di olio fra due superfici di materiale isolante solido e sottoponendo il tutto ad un campo elettrico, ad un certo valore del campo cominciano degli effluvi elettrici. Lo isolamento resta stabile solo se il campo elettrico si mantiene inferiore a questo valore. In olio da trasformatori ben purificato, e per spessori di 0,17 mm gli effluvi cominciano ad una intensità di campo elettrico di 18 kV/mm. Questo dato si riferisce ad uno strato di olio compreso fra due superfici di vetro. Per spessori di olio compresi fra superfici di carta da cavi questo valore è minore, e precisamente di 15 kV/mm. Per spessori minori tale valore del campo aumenta; per $d = 0,05$ mm esso diventa 22 kV/mm nel caso di olio compreso fra superfici di vetro. Nei cavi si hanno spessori di olio dello stesso ordine dello spessore della carta cioè di 0,1 a 0,2 mm: se si pone la costante dielettrica dell'olio uguale a 2,2 e quella della carta a 3,6 si ottiene per l'isolamento del cavo in

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

olio una sollecitazione massima di 6 a 7 kV/mm. Per pressioni da 1 a 10 atmosfere la tensione di inizio degli effluvi si mantiene costante, si ha una variazione solo quando la pressione sia tale da variare lo spessore del dielettrico. Come risultati delle misure si hanno le conclusioni seguenti che possono essere importanti per l'industria dei cavi: 1°) La sollecitazione dei cavi in olio non deve superare durevolmente i 6 o 7 kV/mm. 2°) Gli spessori di olio fra i fogli di carta debbono essere più piccoli possibile. 3°) Durante la prova del cavo la sollecitazione di 22 kV/mm non deve essere applicata troppo a lungo per evitare il pericolo che la bontà del cavo venga menomata da questa prova. 4°) Mettendo l'olio in pressione si ottiene di alzare la tensione purchè da questa pressione il cavo risulti compresso. *Sch.*

G. H. Salter, G. B. Shauklin, R. J. Wiseman — **Resistenza e reattanza dei cavi a 3 conduttori.** (Elec. Eng., dicembre 1934, pag. 1581-1589, con 55 fig.). **9 d**

Ricerche sperimentali al riguardo sono state eseguite da diversi laboratori americani e gli AA. ne rendono qui relazione, riportando e discutendo i risultati raggiunti. In una prima tabella numerica sono esposti i valori della resistenza e della reattanza, misurate la prima con corrente alternata e la seconda in corrente continua, per diversi tipi di cavi e per diversi carichi; tali valori si mantengono pressochè indipendenti dal valore della corrente per fase salvo pei cavi con fasciatura di acciaio (magnetica) pei quali l'andamento delle curve caratteristiche viene un poco alterato. Nel campo di frequenze fra 25 Hz e 62,5 Hz, si è riconosciuto che la reattanza e la resistenza variano linearmente colla frequenza. Gli effetti dovuti alla vicinanza di più cavi in uno stesso condotto sono praticamente trascurabili nella massima parte dei casi, nei riguardi della resistenza in corrente alternata; solo se la distanza fra i cavi è inferiore a 10 cm circa si comincia a notare una certa influenza. Esperienze eseguite con carichi momentanei elevatissimi, come nel caso di corto circuito, hanno dimostrato che la resistenza meccanica agli sforzi che in tali casi si manifestano fra i conduttori, è sufficiente nei cavi di costruzione comune con rivestimento in piombo. Speciali ricerche eseguite circa l'impiego in parallelo di cavi a tre conduttori, inducono gli AA. a consigliare di escludere, salvo casi particolari, l'uso di cavi con rivestimento magnetico (nastro d'acciaio); nelle installazioni di un nuovo cavo in parallelo con uno preesistente è opportuno usare un cavo della stesso tipo se la sezione è la stessa, altrimenti bisogna eseguire uno studio accurato delle condizioni secondo direttive indicate dagli AA. Numerose notizie e considerazioni sono anche riportate circa le varie voci di perdite che si verificano in questi tipi di cavi. In appendice è riportata la descrizione e la teoria dei metodi di misura impiegati nelle ricerche. *N.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

G. Di Pieri — **Considerazioni ed esperienze sui raddrizzatori ad arco in gas a pressione atmosferica.** (L'Elettrot., 25 maggio 1934, pag. 332 a pag. 339, con 28 fig.). **10 d**

Sono richiamate le nozioni fondamentali e le difficoltà relative ai raddrizzatori ad arco a pressione atmosferica, portando particolare considerazione agli archi mobili e riferendo a questo riguardo intorno a studi sperimentali compiuti su di un arco mantenuto in rapida rotazione. Riferiti i risultati osservati circa i fenomeni che avvengono agli elettrodi in tali condizioni, è fatto cenno della possibile applicazione di raddrizzatori ad arco ruotante per scopo industriale, anche per tensioni molto elevate. *Ri.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

W. E. Johnson — **Le vibrazioni transitorie delle macchine rotanti.** (Gen. Elec. Rev., settembre 1934, pag. 423-428). **11 b**

In questi ultimi anni si è andata estendendo la pratica di montare certe macchine rotanti su basamenti elastici allo scopo di evitare di trasmettere al fabbricato le vibrazioni ed i relativi rumori della macchina. Perchè il montaggio su base elastica con molle abbia ad essere efficace, occorre che il rapporto fra la più alta frequenza naturale del sistema e la più bassa degli sforzi disturbanti sia inferiore al valore $1/2\ \sqrt{2}$. Risulta da ciò che un albero, per es. di un motore, durante il periodo d'avviamento come anche durante quello di rallentamento prima dell'arresto, oltrepassa la zona della velocità di risonanza. Peraltro, essendo all'avviamento l'accelerazione notevolmente elevata, non si può immagazzinare una quantità notevole di energia in forma di energia cinetica di vibrazioni e perciò i disturbi sono di solito trascurabili. All'arresto invece il periodo di rallentamento può essere di notevole durata con conseguenze più serie ed è questo caso che forma particolarmente oggetto dello studio. L'effetto degli attriti nel sistema elastico viene però trascurato, essendo difficile tenerne conto nei calcoli ed essendo esso generalmente di scarsa importanza sul risultato.

I disturbi, che vengono avvertiti dall'orecchio da parte di un sistema di vibrazione, non aumentano in misura proporzionale alla variazione della frequenza, ma variano pressochè in funzione logaritmica. L'A. analizza poi gli sforzi disturbatori che si verificano in una macchina rotante durante il periodo d'avviamento e di rallentamento. In base ai risultati dell'analisi del movimento a un grado di libertà, viene dimostrato che la vibrazione raggiunge la sua massima ampiezza non al momento del passaggio per la velocità di risonanza, ma a una velocità dell'albero notevolmente inferiore. L'energia cinetica di un sistema, al momento della massima ampiezza di vibrazione, dà un criterio sul grado del disturbo da prevedere. Essendo questa energia proporzionale alla quarta potenza della frequenza naturale del sistema, risulta evidentemente l'utilità di far in modo che quest'ultima risulti quanto più piccola è possibile. La maggior parte delle macchine montate su basi elastiche a molle costituisce un sistema con sette gradi di libertà; l'A. espone pure come in questo caso si deve procedere per arrivare ad un risultato pratico. *C. G. E.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

N. R. Stansel — **Riscaldamento elettrico industriale.** Parte XXI. (Gen. Elec. Rev., settembre 1934, pag. 415-421). **13 d**

In questi ultimi anni si sono fatti molti studi per migliorare la struttura grafitica della ghisa; si è notato che le particelle di grafite contenute nella ghisa comune possono essere sciolte completamente portando la ghisa fusa a 1538-1640° e tenendola a questa elevata temperatura per un breve periodo di tempo. Con questo trattamento si migliorano notevolmente le proprietà meccaniche della ghisa, che si può allora adoperare come l'acciaio fuso, perchè ha una struttura uniforme. Il trattamento termico del metallo fuso è basato sulla temperatura e sul tempo. Nel cubilotto, dove la ghisa viene fusa, le temperature che vengono raggiunte sono sufficientemente alte, ma non si può controllare il tempo; perciò, mentre la fusione si fa nel cubilotto, l'affinazione ed il riscaldamento della ghisa fusa si fanno in un forno elettrico ad elettrodi (processo duplex). Il metallo fuso viene fatto passare dal cubilotto al forno, dove subisce il trattamento termico. Il forno elettrico permette di portare facilmente e rapidamente la temperatura della carica al valore richiesto e di tenere la ghisa a tale temperatura solo per il tempo necessario per la completa soluzione delle particelle di grafite. Il costo del trattamento al forno elettrico dipende dal consumo di energia, di elettrodi, di refrattari, dalle spese di manutenzione e di mano d'opera. Questo costo varia con la grandezza del forno, il numero delle fusioni, la massima temperatura della carica, ecc. *G. C. E.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

E. Seeliger — **Problemi fisici e tecnici dell'arco elettrico.** (L'Elettrot. 5 giugno 1934, pag. 350-357, con 24 fig.). **14 b**

Sono esaminati anzitutto i fenomeni che accompagnano lo sviluppo dell'arco e sono discusse le proprietà più importanti della scarica ad arco specialmente nei riguardi delle parti catodiche, accennando anche al meccanismo della emissione elettronica dal catodo in funzione del bilancio energetico dell'arco. Sono illustrate le questioni relative ai ritorni d'arco nei raddrizzatori a vapore di mercurio e al funzionamento di alcuni tipi di interruttori di grande potenza per correnti alternate. *Ri.*

P. V. Somakov — **Sensibilità della fotocella e fedeltà di riproduzione di colori in televisione.** (Jurnal tekniceskoi fiziki, Vol. IV, fasc. 4, 1934, pag. 768-776, con 9 fig.). **14 c**

Vengono date formule empiriche per la valutazione dei valori di taratura della sensibilità di fotocelle, sia in relazione alla misura di sorgenti luminose, sia in relazione alla applicazione alla televisione. Per scopi di televisione viene data una nuova definizione della sensibilità di fotocelle e cioè l'intensità di corrente che dà la fotocella per ogni watt che riceve sotto forma di energia luminosa. In riguardo alla naturalezza di riproduzione dei colori si tende ad ottenere che l'effetto fotoelettrico sia proporzionale solo allo splendore dell'oggetto. Da questo punto di vista vengono riportati esempi della scelta di filtri luminosi, fotocelle, sorgenti luminose e della manipolazione dei colori dell'oggetto a scopi di televisione. *Sch.*

V. I. Romanov — **Effluvi ad alta frequenza in gas e vapori come sorgenti di luce.** (Jurnal tekniceskoi fiziki, Vol. IV, fasc. 3, 1934, pag. 512-522, con 11 fig.). **14 b**

La luce emessa da gas e vapori nel campo di scariche ad alta frequenza raggiunge in certi casi una tale intensità da servire come sorgenti di luce di grande potenza. Nel presente lavoro vengono studiate le correnti degli affluvi in vapore di mercurio, argon e neon e la dipendenza della intensità di luce dalla pressione del gas, e dalla intensità degli effluvi. Viene descritto il generatore a tubi termoionici per onde di 100 m che fu utilizzato per la produzione delle scariche. La potenza di questo generatore è di circa 700 watt. In numerose figure sono riportate le curve della intensità

luminosa in funzione della pressione, della temperatura e della intensità di corrente per vapore di mercurio, argon e neon. In ultimo viene studiato l'effluvio in vapori di zinco e cadmio fra elettrodi degli stessi vapori e gas. *Sch.*

J. M. Stinchfield — **Tubi a raggi catodici e loro applicazioni.** (Elec. Eng., dicembre 1934, pag. 1608-1615, con 5 fig.). **14 b**

Dopo avere richiamato i principi di funzionamento dei tubi a raggi catodici, l'A. passa in rivista i diversi tipi di essi. Il tubo di Braun è a catodo freddo in forma di disco metallico; la pressione nel tubo è di circa 4 a 8 micron di mercurio; la differenza di tensione applicata fra anodo e catodo è di solito da 12.000 a 30.000 V; uno schermo forato dà luogo a un fascetto ben definito di elettroni. Il tubo Dufour, pure a catodo freddo, è provvisto di di dispositivo per inserzione di lastre o pellicole sensibili, e di pompa pel vuoto; la pressione si mantiene dell'ordine di 10 micron di Hg per differenze di potenziale da 50.000 a 60.000 V; si possono ottenere registrazioni con velocità di spostamento del fascetto elettronico di oltre 150 km al secondo. Il tubo Lenard è analogo a quello di Braun ma è provvisto di una finestra metallica che permette la fuoruscita degli elettroni; tensione applicata fino a circa 75.000 V. Il tubo tipo Wehnelt usa un catodo termoionico a rivestimento di ossidi e funziona a tensioni relativamente basse. Il tubo a gas a bassa tensione è analogo a quello Wehnelt ma entro di esso si mantiene una certa pressione di atmosfera gassosa; il fascetto elettronico si ottiene a mezzo di un anodo tubolare montato all'estremità di uno schermo posto intorno al catodo filiforme; la tensione anodica è di 250 a 400 V; la durata del tubo è assai più lunga che per quelli di Wehnelt. Il tubo a gas a media pressione, funziona con tensioni da 400 a 2500 V. Il tubo ad altissimo vuoto coll'uso di campi elettrostatici per concentrare il fascetto elettronico sullo schermo, catodo a riscaldamento indiretto, può funzionare con tensioni da 600 a 10.000 V, ed è in via di continuo perfezionamento. L'A. discute gli elementi che possono influire sulla scelta dei diversi tipi di tubi per speciali scopi particolari diffondendosi specialmente sulla tecnica del tubo ad alto vuoto e sulle caratteristiche dei circuiti deviatori e dei dispositivi ausiliari. È poi fatto cenno delle principali applicazioni dei tubi a raggi catodici. *N.*

G. N. Markov, A. M. Puilaev — **Valutazione delle modalità di lavoro di fotocelle nelle varie regioni dello spettro.** (Jurnal tekniceskoi fiziki, Vol. IV, fasc. 4, 1934, pag. 777-790, con 14 fig.). **14 c**

Nel presente lavoro viene trattato il problema della utilizzazione di fotocelle nelle varie regioni dello spettro. Vengono descritte: 1°) Alcune proprietà di fotocelle ed alcune condizioni di funzionamento. 2°) Proprietà fondamentali di filtri luminosi, e di sorgenti luminose. 3°) Valutazione della sensibilità integrale della fotocella. Viene data la derivazione della espressione per la intensità della fotocorrente. Coll'uso delle equazioni derivate dal calcolo, e coll'aiuto di alcuni coefficienti si può ricavare la sensibilità integrale quando siano note le seguenti grandezze: 1°) Ripartizione nello spettro dell'energia irradiata, della trasparenza spettrale del filtro luminoso, sensibilità relativa della fotocella nelle varie regioni dello spettro in una certa scala. 2°) Sensibilità della fotocella in ampere/lumen. 3°) La potenza in watt irradiata dalla sorgente luminosa. *Sch.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

A. S. Zaimovskii, A. A. Kuznezov, B. A. Sadikov — **Ricerca sperimentale sullo skineffect in conduttori massicci ferromagnetici.** (Jurnal tekniceskoi fiziki, Vol. IV, fasc. 4, 1934, pag. 880-882, con 3 fig.). **15 d**

Lo studio dello skineffect nel caso di conduttori ferromagnetici con isteresi e permeabilità magnetica variabile in funzione del campo offre una grande difficoltà matematica. In un lavoro di I. V. Antik (*Vestnik elektrotekniki* 1930, n. 4) vengono date le curve teoriche della dipendenza della resistenza attiva di conduttori di ferro dalla intensità di corrente. In conseguenza della grande difficoltà di calcolo vengono date formule empiriche nelle quali ha grande importanza il parametro di Zennek: $k = 0{,}5\, d \sqrt{\pi \mu \omega \sigma / 2}$, essendo: d = diametro del conduttore, μ = permeabilità magnetica; ω = pulsazione della corrente, σ = conducibilità elettrica. Per conduttori ferromagnetici massicci furono proposte da Zikler formule empiriche del tipo della seguente:

$$R_w/R_g = a + b\ (S/U)\ \sqrt{\mu f/\rho}$$

essendo: R_w = resistenza elettrica attiva, R_g = resistenza in corrente continua, S = sezione trasversale del conduttore, μ = permeabilità magnetica, U = perimetro del conduttore, f = frequenza della corrente, ρ = resistenza elettrica specifica in corrente continua, a, b = costanti. Questa formula fu applicata a modelli cilindrici di diametro da 15 a 50 mm di acciaio con tenore di carbonio variabile da 0,09 a 1,05. Per la comparazione delle grandezze sperimentali con quelle calcolate secondo la formula di Zikler furono determinati i valori di μ e ρ per poter applicare detta formula, e i risultati corrisposero a meno del 5 % a quelli sperimentali a frequenza industriale 50 periodi al secondo. *Sch.*

B. M. Vul, I. M. Goldman — **Perdite per effetto corona.** (Jurnal tekniceskoi fiziki, Vol. IV, fasc. 3, 1934, pag. 492-498, con 7 fig.). **15 e**

La misura viene eseguita a mezzo di un elettrodinamometro. Il conduttore in prova viene teso in mezzo ad un cilindro difeso con una rete metallica dai campi esterni. Un commutatore permette di inserire sulla bobina mobile di un elettrodinamometro o il cilindro col filo in prova, od un condensatore. Si varia in fase la corrente che percorre la bobina fissa dell'elettrodinamometro in modo che questi, essendo inserito il condensatore, dia deviazione nulla. Successivamente si inserisce sulla bobina il complesso del filo in prova lasciando invariata la corrente che percorre la bobina fissa, e dalla deviazione dell'elettrodinamometro si può facilmente dedurre il fattore di potenza, e quindi le perdite per effetto corona. Con questo sistema furono eseguite prove su filo di rame nudo, su filo di rame smaltato, coperto di vernice, filo di alluminio, di ossido di alluminio, filo di alluminio ricoperto di ossidi di alluminio. Non si nota alcuna differenza fra le perdite in fili nudi o ricoperti di un sottile strato di ossido purchè questo non sia tale da far variare notevolmente il diametro del conduttore. Sotto la stessa condizione non ha nessuna influenza lo strato di vernice isolante. Agli effetti delle perdite corona, due conduttori paralleli di raggio r_0 a distanza d si comportano come un unico conduttore di raggio: $r = \sqrt{r_0\, d}$; e tre conduttori paralleli le cui tracce su un piano normale alla loro comune direzione si trovino ai vertici di un triangolo equilatero di lato d si comportano come un unico conduttore di raggio: $r = \sqrt{r_0\, d^2}$. *Sch.*

Lavanchy — **Metodo generale di calcolo delle reti ad alta tensione interconnesse in regime permanente.** (R. G. E., 7 e 14 luglio 1934, pag. 11-31 e 51-60). **15 b**

È l'esposto completo di un nuovo metodo di calcolo delle reti a corrente alternata costituite da un numero qualsiasi di nodi riuniti da qualsivoglia numero di linee, ove i nodi possono essere tanto centri di alimentazione quanto di utilizzazione. Il principio cui il calcolo ricorre è quello di semplificare le reti con più di due nodi, mediante trasformazioni successive — che qui sono definite trasfigurazioni — appoggiandosi a due teoremi che permettono la trasformazione di una stella a qualsiasi numero di rami in un poligono e di determinare la tensione al centro della stella note quelle ai vertici del poligono. Per l'esecuzione del calcolo l'A. richiama le relazioni generali tra le grandezze elettriche agli estremi di un tronco di linea — cui si riduce la rete dopo le successive trasformazioni — con alcune note relative all'uso di queste formule generali basate sull'esistenza di un senso ben determinato della corrente e indica la costruzione di un diagramma universale delle potenze tracciato su un abbaco a coordinate polari.

Svolto il procedimento di calcolo diretto dei circuiti di interconnessione a configurazione semplice composti di elementi disposti sia in serie, sia in parallelo, sia in percorso chiuso, conclude con un esempio di applicazione ad una rete abbastanza complessa composta di otto maglie e cinque nodi di cui due generatori e tre di utilizzazione. Tutti i calcoli sono rigorosi: la sola ipotesi che l'A. fa è la conoscenza dei valori scalari delle tensioni ai nodi caricati, ipotesi che non ha pressochè conseguenza sulle reti a tensione praticamente costante ove gli scarti tra i valori scalari delle tensioni ammesse e quelle ottenuti sono sempre assai piccoli. In ogni caso è facile la correzione o, volendo, l'applicazione di un calcolo per approssimazione successiva.

In un successivo articolo l'A. tratta a parte (*R. G. E.* 28 agosto 1934, pagg. 259-266) il caso di una rete a maglie alimentata a corrente continua. Il metodo delle « trasfigurazioni » è di applicazione generale e un esempio di calcolo mostra, anche in questo caso la relativa semplicità dell'elaborazione numerica. *G. Cc.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

Juvet — **La teoria dei gruppi e la fisica dei campi.** (R. G. E., 4-11 agosto 1934, pag. 147-60 e 192-99). **16 b**

Fisica teorica e fisica matematica: è difficile separare negli studi moderni ciò che appartiene all'una o all'altra branca. L'A. vede l'oggetto della fisica matematica nel ruolo speciale riservato ai « gruppi » nelle teorie deduttive e nella riduzione al « gruppo » dei vari assiomi realizzando una specie di geometrizzazione della fisica. Questo concetto è sviluppato, previo un cenno sulla nozione di « gruppo » e sulla traduzione analitica degli assiomi attraverso alcune sintesi e generalizzazioni dei campi con criterio unificativo al fine di trasformare le nostre conoscenze in *una conoscenza*, ciò che costituisce secondo l'A. il carattere della fisica moderna. Egli esamina così i campi di forze e il « conflitto dei gruppi » che la scoperta dell'interferometro di Michelson ha originato, cosicchè il concetto galileiano di massa invariante ha dovuto essere trasformato. L'A. accenna poi alla geometria di Riemann — che ha generalizzato la teoria di Gauss — alla interpretazione della gravitazione che ne deriva, al carattere geometrico assunto dalla materia per chiudere con la teoria cosmologica e la « forma » dello spazio. *G. Cc.*

Esperienze circa le caldaie. (Power, ottobre 1934, pag. 562-564, con 1 fig.). **16b**

Nei laboratori del National Boureau of Standards sono state eseguite accuratissime esperienze su una caldaia funzionante ad una pressione di 225 atm e a 360°; le esperienze sono state eseguite a pressioni variabili da 42 a 225 atm. Per le prove il riscaldamento dell'acqua veniva effettuato mediante resistenze metalliche immerse nell'acqua e percorse da corrente elettrica, ciò che permetteva una misura accuratissima delle quantità di calore fornite. Il vapore veniva sottratto attraverso una valvola di riduzione sorvegliata in modo continuo da un operatore in modo da mantenere il più costante possibile il valore della pressione in caldaia. La temperatura del vapore veniva pure sorvegliata continuamente mantenendola costantemente entro pochi centesimi di grado eguale a quello di saturazione. Il vapore veniva condensato e pesato all'approssimazione di 1 su 10.000. Speciali precauzioni erano prese per ridurre al massimo le perdite di calore, specialmente quelle dalla superficie della caldaia. Numerose termocoppie connesse in serie erano disposte in molti punti della superficie della caldaia così da potere determinare con grande approssimazione la temperatura media. La caldaia era completamente racchiusa in uno schermo metallico mantenuto alla stessa temperatura della superficie della caldaia. Lo scopo delle misure era essenzialmente quello di verificare le proprietà del vapore saturo; le esperienze fanno parte di un programma di lavoro con organizzazione internazionale su tale argomento. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

G. Peri — **Recenti installazioni di illuminazione pubblica in Torino.** (L'Elettrot., 15 marzo 1934, pag. 169-174, con 18 fig.). **19 b**

Vengono descritti alcuni nuovi impianti di illuminazione pubblica eseguiti recentemente in Torino. Esposte alcune considerazioni generali sulle attuali tendenze di questo ramo delle tecnica, sono dati esempi di illuminazione con usuali globi sospesi in mezzo alla via, o con lanterne nascoste nell'intercolonnio dei portici, o con scatole a emissione unilaterale lungo filari di piante o incassate nel muro. Sono anche riportati parecchi rilievi dell'andamento delle curve isolux eseguiti in strade illuminate con diversi sistemi. *Ri.*

G. Claude — **I progressi dell'illuminazione per luminescenza.** (Lux, marzo 1934, pag. 29-35, con 7 fig.). **19 d**

Accennato alla scoperta dei gas rari dell'aria ed al modo col quale si arrivò a produrli come semplici sottoprodotti dell'industria dell'aria liquida, si parla delle proprietà e delle applicazioni di tali gas e, in particolare, si descrivono le ricerche dell'A. che portarono alla realizzazione dei moderni tubi a luminescenza per le insegne pubblicitarie a luce rossa (tubi al neon puro), bleu (tubi al neon, oggi argon, con alcune gocce di mercurio) e verde (i tubi precedenti fabbricati con vetro giallo). Si parla quindi delle più recenti ricerche, in particolare di quelle di A. Claude e collaboratori, per introdurre i tubi a luminescenza nel campo della comune illuminazione. Per la soluzione di questo problema occorreva: fabbricare tubi aventi una durata economica ottima e, nel contempo, di grande efficienza, che funzionassero regolarmente alla tensione delle reti di distribuzione. Dopo i primi tentativi coi tubi a catodo rigenerabile, che avevano una durata insufficiente, buoni risultati si ebbero coi tubi ad elettrodi riscaldati e a copertura d'ossidi: in effetti questi funzionano perfettamente e lungamente a bassa pressione, a bassa tensione e con alta efficienza. Infine si accenna a come si è inteso di risolvere il problema della produzione economica della luce bianca coi radiatori per luminescenza, facendo menzione, fra l'altro, dei lavori del Koch, completati poi da A. Claude, che hanno permesso la fabbricazione di tubi, di parecchie migliaia di ore di durata, nei quali l'effetto luminoso è aumentato sfruttando i fenomeni di fosfo-fluorescenza che manifestano adatti materiali coi quali sono rivestiti, internamente, i tubi stessi. *G. Co.*

M. Pirani — **Nuove ricerche sulla produzione della luce.** (L'Elettrot., 15 maggio 1934, pag. 301-311, con 21 fig.). **19 d**

Dopo alcune considerazioni sugli effetti fisiologici e psicologici della luce, sono riassunte le nozioni scientifiche fondamentali sul meccanismo della emissione di radiazioni luminose in base ai fenomeni energetici che avvengono nell'atomo e ne sono tratte considerazioni circa le efficienze luminose praticamente ottenibili. Vengono poi particolarmente illustrati i tipi di lampade a scarica luminiscente, accennando ai progressi compiuti al riguardo e gli studi tuttora in corso. *Ri.*

Dourgnon — **L'illuminazione prodotta da sorgenti di brillantezza uniforme.** (R. G. E., 18 agosto 1924, pag. 227-37). **19 a**

L'A. illustra come la determinazione dell'illuminazione prodotta da sorgenti non puntiformi di brillantezza uniforme possa sempre ricondursi a casi semplici mediante l'introduzione di sorgenti equivalenti, prescindendo dalla forma reale della sorgente e considerando solamente il cono tangente. Il problema è ricondotto allora a uno studio di trigonometria sferica ove entrano in giuoco le due direzioni: quella dei raggi luminosi e quella del piano d'orientamento. In questa ipotesi l'A. richiama alcune formule classiche: di Ondracek e di Yamauti, e sviluppa particolarmente il caso di una sorgente limitata da un contorno poligonale richiamandosi ai lavori di Hisano, Higbie e Turner-Szymanowski. Chiude infine con interessanti esempi di casi in cui il contorno della sorgente è materialmente realizzato ma le misure dirette non sono possibili (caso della illuminazione naturale prodotta da una finestra aperta nella parete di un locale costruito) e descrive alcuni apparecchi a base geometrica (il teodolite-fotografico, l'apparecchio di Waldram, l'integratore di Walsh) che trovano applicazione pratica. *G. Cc.*

F. Pozza — **È conveniente prolungare la vita delle lampade?** (Ill. R., agosto-settembre 1934, pag. 151-155, con 3 fig. e 2 tab.). **19 d**

Si allude alla pratica, che va sempre più diffondendosi, di utilizzare le lampade ad incandescenza ad una tensione inferiore a quella per la quale sono state fabbricate. Orbene, se si calcola il costo totale dell'illuminazione (somma del costo dell'energia consumata e del costo di ricambio lampade) si vede subito che far durare le lampade più di 1000 ore (durata media prestabilita nell'attuale procedimento di fabbricazione) equivale ad ottenere luce di qualità più scadente e ad un costo più elevato. Invece, è bene far funzionare le lampade ad una tensione uguale a quella su di esse indicata, anzi, sarebbe addirittura più vantaggioso farle durare intorno alle 500 ore che, coi prezzi che oggi vengono fatti dell'energia destinata a scopo d'illuminazione, esprimono presso a poco, come viene dimostrato nell'articolo, la durata più economica della lampade. *G. Co.*

D. N. Lazarev — **Il potere separatore dell'occhio per punti luminosi chiari, con riferimento ai fuochi di direzione.** (Licht, aprile, maggio e giugno 1934, pag. 75-79, 95-98 e 118-120, con 15 fig. e 11 tab.). **19 a**

Si tratta di uno studio di carattere sperimentale e di notevole importanza pratica agli effetti dei segnali luminosi che servono come punti di riferimento nella navigazione. Dopo aver ricordato i fattori che influenzano il potere separatore dell'occhio, l'A. esamina il caso di due punti luminosi chiari situati ad una certa distanza l'uno dall'altro su una stessa orizzontale e determina il luogo dei punti da dove i detti punti luminosi sono visti separati, per poi passare all'esame di casi meno semplici. Descrive gli apparecchi e le modalità usati nelle esperienze e raccoglie in tabelle e in diagrammi i risultati ottenuti. *G. Co.*

J. Ondracek — **La fabbricazione dei diffusori su basi scientifiche.** (Lichttech., 6 maggio 1934, pag. 1-4, con 4 fig. e 1 tab.). **19 b**

La quantità di luce diffusa dagli apparecchi d'illuminazione che hanno appunto lo scopo di diffondere la luce per riflessione e per trasmissione dipende, oltre che dalle dimensioni degli apparecchi e dalla natura dei materiali che costituiscono gli apparecchi stessi, dal loro rendimento totale η_t. Questo rendimento raggiunge un massimo per un certo valore ottimo del rapporto fra le superfici inferiore e superiore dell'apparecchio considerato. Molti diffusori soddisfano a questa condizione ma fra essi il diffusore perfetto è quello rispondente alla condizione di non abbagliamento espresso dalla relazione $F > 10^7 \times \eta_t / e_m$, valevole per un flusso luminoso di 1000 lumen e dove con F s'intende la superficie totale del diffusore con con e_m il suo splendore medio. Queste considerazioni sono applicate dall'A. per studiare il comportamento di diversi tipi di diffusori. *G. Co.*

H. Bertling — **Una legge delle distanze relative allo splendore e gli errori fotometrici per le piccole intensità d'irraggiamento.** (L. u. L., 12 aprile e 26 aprile 1934, pag. 207-208 e 227-228, con 3 fig.). **19 a**

Secondo quanto mostra l'A., l'applicazione della legge dell'inversa dei quadrati delle distanze conduce, nel caso di sorgenti luminose aventi uno splendore inferiore a $2{,}5 \times 10^{-4}$ candele Hefner per cm^2, ad errori considerevoli. Per ovviare a questo inconveniente propone una formula di carattere più generale, che si basa sulla conoscenza dello splendore, nella quale vengono introdotte due nuove grandezze, della prima delle quali dà i valori per i radiatori più caratteristici e per diversi splendori. *G. Co.*

J. D. Edwards — **Alluminio per riflettori.** (Tr. Ill. Eng. S., maggio 1934, pag. 351-357, con 2 fig. e 1 tab.). **19 d**

Dopo aver passato in rassegna i diversi trattamenti superficiali fino ad oggi usati per migliorare le proprietà riflettenti dell'alluminio, l'A. descrive un nuovo trattamento elettrolitico, detto lucidamento elettrolitico, mediante il quale si ottiene dell'alluminio con un coefficiente di riflessione dell'87 %. Sottoponendo successivamente l'alluminio così trattato ad un bagno di composizione speciale, si ottiene un sottilissimo rivestimento di ossido di alluminio (spessore dell'ordine di 50 μ) che, mentre non altera sensibilmente le proprietà riflettenti già acquistate, costituisce un efficacissimo mezzo di protezione contro gli agenti esterni. L'alluminio sottoposto a questo trattamento viene denominato alluminio Alzak e viene impiegato nella fabbricazione dei riflettori. *G. Co.*

G. H. Hardy — Come l'occhio viene influenzato dall'illuminazione. (Tr. Ill. Eng. S., maggio 1934, pag. 364-384, con 3 fig.). 19 a

L'A. fa una trattazione completa del comportamento dell'occhio sotto l'azione della luce, includente tutti i riflessi fisici, fisiologici e patologici. Fa rilevare quali sono le condizioni di illuminazione più adatte affinchè la varie funzioni oculomotrici si esplichino nel migliore dei modi e, infine, parla dell'influenza della composizione spettrale della luce e dell'intensità diffusione e distribuzione dell'illuminazione sulla facilità e rapidità di visione. L'articolo è corredato di copioso riferimento bibliografico. *G. Co.*

IMPIANTI.

M. G. Corazza — Gli impianti idroelettrici della Azienda Elettrica Consorziale delle città di Bolzano e Merano. (L'Elettrot., 15 maggio 1934, pag. 311-315 e 25 maggio, pag. 325-332, con 26 fig.). 20 i

Sono descritti gli impianti attualmente esistenti ricordando il loro successivo sviluppo dal 1898 e illustrando le singole opere che li costituiscono. In particolare sono descritte la centrale di Tel da 19.200 kW su 5 gruppi, quella di Senales con 12.000 kW su 2 gruppi, e quella di Bolzano con 3000 kW su 2 gruppi. È anche fatto cenno della rete di trasmissione e di distribuzione. *Ri.*

G. D. Cangia — La centrale termica dell'Ente Autonomo Volturno in Napoli. (L'Elettrot., 5 maggio 1934, pag. 277-288, con 20 fig.). 20 f

Richiamate le caratteristiche della vecchia centrale preesistente, si descrivono i lavori compiuti per ampliarla, aggiungendo ai 3 gruppi Diesel-alternatore da 1000 kW altri 2 gruppi da 3850 kVA pure Diesel-alternatore, procedendo anche ad ulteriori ampliamenti. Vengono descritti in dettaglio tutti gli impianti dei servizi e sono riportati i risultati di esercizio dei primi mesi di funzionamento, traendone considerazioni di natura economica intorno alle centrali termoelettriche con motori Diesel. *Ri.*

G. Mankin — Una centrale per fornire energia a 2 cotonifici. (Power, settembre 1934, pag. 483-487, con 5 fig.). 20 f

Si tratta della centrale, recentemente costruita per il cotonificio di Clinton (S. U.), che fornisce energia anche ad un altro cotonificio, distante circa km 5. Gli opifici funzionano 16 ore giorno con un carico medio di 3700 kW; il vapore prodotto è circa 25 tonnellate/h e circa il 18 % di esso viene fornito all'industria per le lavorazioni. Il consumo di energia termica risulta di circa 4300 calorie per kWh netto. L'impianto è stato eseguito in edifici preesistenti. Sono installate due caldaie, capaci ciascuna di 20 tonn/h di vapore a 28 atmosfere a 325°. Ogni caldaia è servita da un polverizzatore di carbone; un terzo polverizzatore è mantenuto di riserva e può funzionare anche da solo quando il carico è basso. Le caldaie presentano alcune particolarità costruttive poco comuni nella disposizione dei successivi passaggi del fumo. I focolari sono a pareti raffreddate a tubi d'acqua. L'aria primaria è preriscaldata mediante radiatori alimentati con vapore a 4,5 atmosfere. La proporzione dell'aria secondaria è regolata a distanza dal quadro di comando. Il carico normale è sostenuto da un tubo generatore da 5000 kW con turbina a condensazione e presa intermedia di vapore a 4,5 atmosfere e a 1 atmosfera.

Vi è anche un gruppo minore da 1000 kW, pure con turbina a condensazione e con presa a 1 atmosfera. Le turbine sono del tipo ad azione. I condensatori a superficie sono serviti da una pompa pel condensato e da una di circolazione. Le prese di vapore sulle turbine non sono automatiche e la pressione è mantenuta mediante valvole di riduzione. Se cade la pressione nella tubazione ad 1 atmosfera, una valvola di riduzione immette in essa vapore dalla tubazione a 4,5 atmosfere; se cade la pressione in quest'ultima, un'altra valvola di riduzione immette in essa vapore vivo dalla caldaia. Gli alternatori sono trifasi, a 2400 V, 60 per/sec, e con raffreddamento a circolazione chiusa; per l'alimentazione del secondo stabilimento la tensione viene elevata a 11.800 V. *Ri.*

F. A. Annett — Esperienze intorno all'impianto di Safe-Harbor. (Power, agosto 1934, pag. 438-440, con 2 fig.). 20 v

Oltre ai numerosi studi sperimentali intorno alle turbine idrauliche, altri importanti ne sono stati eseguiti su altre particolarità dell'impianto. Notevoli ad esempio sono stati quelli relativi ai metodi di spegnimento di eventuali incendi di trasformatori in olio. In seguito a tali esperienze fu scelto un sistema ad acqua, che parve il meglio rispondente alle particolari condizioni. Per la protezione dei generatori e dei locali degli interruttori si è adottato invece un sistema automatico ad anidride carbonica. Uno speciale sistema è stato studiato per la protezione contro i ghiacci galleggianti sul fiume; un dispositivo a gorgogliamento d'aria e a riscaldatori elettrici protegge dal gelo le griglie e le paratoie. Per la migliore protezione delle pale delle turbine contro l'erosione per cavitazione si è adottato un rinforzo di acciaio inossidabile deposto per saldatura. Assai gravoso è il compito assegnato ai regolatori delle unità, in causa delle difficili condizioni idrauliche. Si sono eseguiti in proposito accurati rilievi oscillografici, registrando su una medesima pellicola le variazioni di frequenza del sistema e i movimenti del regolatore; si sono così potuti studiare e realizzare alcuni importanti miglioramenti nel funzionamento dei regolatori. Sebbene si sia compiuto un così ampio lavoro preparatorio, il costo dell'impianto è stato relativamente basso. Infatti l'impianto con una diga lunga circa m 1500, con una sala macchine completa per 7 unità da 31.000 kW e 2 da 2300 kW e le opere idrauliche preparate per altre 5 macchine, è venuto a costare circa 145 dollari per kW installato. Con 6 unità in esercizio l'impianto ha prodotto finora in annate normali 900.000.000 kWh all'anno. *Ri.*

F. A. Annett — Misure dell'aria e del carbone nell'impianto di South Amboy. (Power, ottobre 1934, pag. 544-547, con 6 fig.). 20 f

La centrale termoelettrica di South Amboy contiene 2 turbo alternatori da 25.000 kW serviti con vapore a 90 atm a 400°. Sono installate 3 caldaie a polverino di carbone da m² 700 di superficie riscaldata, provviste di surriscaldatori, desurriscaldatori, preriscadatori d'aria, economizzatori, surriscaldatori secondari a fumo e a vapore che surriscaldano nuovamente il vapore fra l'alta e la bassa pressione delle turbine. Ogni caldaia ha la camera di combustione a pareti d'acqua e provvisti di 5 bruciatori. Il carbone in pezzatura viene portato dai silos ai polverizzatori mediante un trasportatore a nastro a velocità costante, che serve anche per la misura del combustibile con indicazione su un quadrante e trasmissione dell'indicazione stessa mediante dispositivo Selsyn a un registratore sul quadro centrale di comando. L'aria di combustione per i 5 bruciatori di ogni caldaia, provenendo dal preriscaldatore, passa in un condotto generale suddiviso poi orizzontalmente e verticalmente in modo da poter fornire l'aria primaria e secondaria ai 5 bruciatori. Ognuno dei condotti risultanti ha un orificio di misura, a monte del quale è mantenuta costante la pressione, così da poter ottenere una misura della portata; un dispositivo speciale permette la correzione in funzione della temperatura.

Le indicazioni di questi apparecchi vengono riportate al quadro centrale, dove si trova un apparecchio a 3 quadranti su cui risultano le indicazioni della quantità di combustibile e della quantità d'aria, disposte in modo da poter leggere senz'altro gli eccessi dell'aria primaria e secondaria; vi è anche un dispositivo che permette di alterare la linea base di riferimento in funzione del potere calorifico del combustibile.

Altri dispositivi di misura dànno la portata di vapore e il carico relativo di ciascun bruciatore in modo da poter razionalmente apprezzare il numero di essi da mantenere in servizio. Tutti questi apparecchi sono riportati ad un quadro, da cui con una serie di bottoni di comando si possono eseguire tutte le operazioni necessarie; un solo operatore basta per comandare un gruppo caldaia-turbina. Si è potuto raggiungere un rendimento mensile dell'86 % per le caldaie. *Ri.*

Un impianto di produzione di energia ammortizzabile in 4 anni. (Power, novembre 1934, pag. 593-596, con 4 fig.). 20 f

Una delle più grandi fabbriche di birra americane di St. Paul (Min. S. U. A.) aveva un impianto di 8 caldaie, che producevano vapore a 9 atm consumando 50 tonnellate di carbone al giorno; la energia per la fabbrica era per la maggior parte prodotta con vecchie macchine a vapore. Recentemente l'impianto è stato rinnovato, installando 3 caldaie da m² 450 capaci di produrre ciascuna 45 tonnellate di vapore/h, a 28 atm surriscaldato a 320°; le caldaie sono munite di griglie meccaniche e le pareti laterali della camera di combustione sono munite di tubi d'acqua per una certa altezza. L'aria di combustione è preriscaldata a 150° in un preriscaldatore di m² 500. Il comando delle griglie e quello dei ventilatori di tiraggio è effettuato con motori a motore a vento; la velocità è regolata automaticamente in base alle variazioni di pressione del vapore. La pressione interna nella camera di combustione è mantenuta costante automaticamente a circa 2,5 mm d'acqua. Ogni caldaia è provvista di un completo quadro di comando con tutti gli apparecchi di misura e di controllo. Si è potuto mantenere anche con carichi molto variabili un rendimento medio delle caldaie dell'83 %. L'energia per la fabbrica è generata con due turboalternatori da 1250 kVA, uno solo dei quali basta in generale per sopportare il carico; l'altro funziona da riserva o funziona alternativamente, essendo l'impianto in esercizio continuo per le 24 ore. Le turbine forniscono, con prese intermedie, vapore a 4 atm per servizi dell'industria. L'acqua di circolazione dei condensatori delle turbine passa prima nei condensatori di ammoniaca dell'impianto refrigerante. L'energia è generata a 60 per/sec e 4000 V; il fattore di potenza del carico è di circa l'80 % ma viene corretto fin quasi all'unità dal motore sincrono da 420 kW, fattore di potenza 80 % in anticipo, che comanda una macchina da ghiaccio. Tenuto conto di tutte le economie che il nuovo impianto permette rispetto al vecchio si ritiene di poter ammortizzare l'impianto stesso in 4 anni. *Ri.*

Turbina a prese di vapore nelle cartiere di Mersey. (Engin., 15 giugno 1934, pag. 674-676, con 2 fig.). 20 d

Le cartiere di Mersey, che già possedevano un gruppo turboalternatore da 6000 kW, a presa di vapore, ne hanno installato recentemente un altro analogo, ma da 9000 kW. Il vapore è utilizzato

ad una pressione di 21 kg/cm², e ad una temperatura compresa fra 360° e 425° C, ed è introdotto attraverso luci controllate da valvole di regolazione comandate da camme. La turbina ha quindici salti di pressione. Valvole opportunamente regolate controllano la quantità di vapore che passa nella bassa pressione. Un'apparecchiatura automatica consente di avere all'imbocco della presa la pressione nei limiti previsti. Il consumo di vapore è di 77.000 kg/h, e la turbina comanda un alternatore che genera corrente alla frequenza di 50 per/sec, 3300 V. *E. R.*

MATERIALI.

P. TINELLI — **Nuovi metodi per disidratare l'olio delle macchine elettriche.** (L'Elettrot., 25 aprile 1934, pag. 265-267, con 4 fig.). **26 f**

Vengono descritti 2 nuovi metodi che sono stati soddisfacentemente impiegati per disidratare l'olio delle macchine elettriche. Il primo consiste nel suddividere in forma di pioggia nel vuoto l'olio caldo, aspirandone il vapore acqueo che si svolge: il secondo metodo consiste invece nel far circolare, entra la massa d'olio, un gas caldo e secco. *Ri.*

MISURE.

H. P. KUEHNI — **Un oscillografo a raggi catodici a bassa tensione con schermo fluorescente.** (Gen. Elec. Rev., settembre 1934, pag. 429-432). **28 c**

Accanto allo studio di fenomeni transitori ad altissima frequenza, si presenta anche lo studio di fenomeni ricorrenti e con frequenza non così elevata, ai quali gli oscillografi elettromagnetici non si prestano, sia perchè la frequenza è sempre troppo alta, sia perchè la forza deviatrice disponibile è troppo piccola. Per questi fenomeni si è venuta creando la necessità di un'oscillografo a raggi catodici di basso prezzo con una discreta velocità di deviazione e che sia capace di dare un oscillogramma fotografico: a queste caratteristiche rispondono gli oscillografi a raggi catodici a basso potenziale di eccitazione descritti dall'A. L'oscillogramma, in coordinate cartesiane ortogonali, può essere ottenuto coll'aiuto di due circuiti: uno il deviatore, l'altro disposto ortogonalmente cui è applicata una f.e.m. che presenta una frequenza uguale a quella del fenomeno da studiare o a un suo multiplo. Si ottiene così sullo schermo un oscillogramma fermo, dato dalla sovrapposizione degli oscillogrammi successivi. Il tubo catodico ha uno schemo fluorescente di 12 cm circa di diametro, è lungo circa 60 cm ed è del tipo a vuoto spinto. Esso presenta due paia di piastre per la produzione dei campi elettrostatici destinati allo spostamento del raggio. La concentrazione del raggio è ottenuta pure elettrostaticamente. Il complesso per la produzione del raggio catodico, che consta di un trasformatore ad alto potenziale, di una valvola raddrizzarice, dei comandi per la concentrazione del raggio ecc., è montato sul quadro dell'oscillografo. La f.e.m. di eccitazione è di 3000 volt. L'apparecchio può essere usato anche senza l'oscillatore dell'asse dei tempi, applicando alle due coppie di piastre la f.e.m. da studiare e ottenendo così le note figure di Lissajou. La corrente richiesta per la deviazione del raggio è ridottissima e dell'ordine di frazioni di mA o di pochi mA. La frequenza dell'oscillatore dell'asse dei tempi può essere regolata da 30 a 20.000 per/sec: esso è fornito di dispositivo sincronizzatore con la f.e.m. da studiare. La traccia luminosa sullo schermo è visibile anche di giorno. Possono essere facilmente registrate onde stazionarie di 100.000 periodi/sec di frequenza. L'oscillogramma è facilmente fotografabile. *C. G. E.*

A. F. FUGILL — **Misure di rumori prodotti da trasformatori.** (Elec. Eng., dicembre 1934, pag. 1603-1608, con 4 fig.). **28 d**

L'A. rende conto dei risultati di una serie di misure eseguite dalla Detroit Edison Co. allo scopo di studiare i mezzi per ovviare ai disturbi recati dai rumori prodotti dai trasformatori. Per le misure fu usato un apparecchio che misura il livello di pressione del rumore complessivo attribuendo automaticamente peso diverso alle varie componenti secondo uno schema prestabilito. L'apparecchio consiste essenzialmente in un microfono che viene collocato nel punto dove si deve eseguire la misura del rumore, e di dispositivi amplificatori e correttori che azionano in ultima analisi un milliamperometro graduato opportunamente. Come unità è stato scelto il decibel definito secondo la Am. Standards Ass. come $dp = 20 \log p'/0{,}0002$ essendo p' la pressione acustica dell'onda sonora in dine/cm². Praticamente si può dire che un trasformatore che produca un rumore di 50 decibel può essere udito a 100 metri di distanza in una notte tranquilla mentre un trasformatore con 70 decibel può essere udito a distanza doppia. Sulla base dei risultati di oltre 2500 misurazioni effettuate su più di 60 trasformatori, l'A. enuncia le seguenti conclusioni. Il rumore tollerabile in un trasformatore può essere soddisfacentemente caratterizzato come media delle misure eseguite in almeno 25 diverse posizioni del microfono scelte secondo uno schema indicato dall'A.; naturalmente il trasformatore deve essere, durante le misure, collocato in modo che queste non siano affette da rumori estranei. Attualmente le misure eseguite con apparecchi di diversa costruzione non danno risultati concordanti anche se si fa uso di compensatori per la diversità dei dispositivi analizzatori e « pesatori ». È altamente desiderabile che si stabiliscano alcune normali di riferimento sulle quali tarare i diversi apparecchi. Facendo uso sempre dello stesso apparecchio o almeno di apparecchi di eguale costruzione si ottengono, in misure ripetute, valori concordanti o confrontabili; le discordanze su misure eseguite durante due mesi e mezzo sono risultate dell'ordine 1 decibel. Colle misure fonometriche si può praticamente scegliere nettamente i trasformatori silenziosi da quelli che producono rumori intollerabili. Numerosi notizie sono fornite circa le misure eseguite. *N.*

C. G. VEINOTT — **Misure di rumori prodotti da piccoli motori.** (Elec. Eng., dicembre 1934, pag. 1624-1628, con 4 fig.). **28 d**

L'A. espone anizutto alcune considerazioni di carattere generale circa le disposizioni da usare per effettuare le misure di rumori prodotti da un motore rispettivamente nel caso di grandi o piccoli ambienti trattando in particolare degli accorgimenti relativi alla costruzione di ambienti artificiali o casse sonore per le esperienze da eseguire in laboratorio o nelle officine dei costruttori. Le esperienze eseguite indicano l'opportunità di distinguere i rumori in due categorie secondo che sono capaci di trasmettersi soltanto nell'aria oppure anche, sotto forma di vibrazioni, nelle strutture portanti. È spesso interessante anche la questione inerente al timbro del suono e quindi è opportuno talvolta poter disporre di una indicazione che riveli se il rumore è composto prevalentemente di basse o di alte frequenze: a questo riguardo l'A. propone l'introduzione di un così detto « indice di qualità » che definisce come la differenza fra l'intensità misurata complessivamente o dando a ciascuna componente il suo peso, differenza da esprimersi in decibel. Per quanto riguarda la costruzione di casse sonore di prova rileva la necessità di un buon isolamento sonoro dai rumori esterni; supposto in media da 70 a 80 decibel l'intensità normale in una officina, essa deve essere ridotta ad almeno 40 decibel nell'interno della cassa; questa poi deve essere nell'interno quanto più possibile sorda cioè avere il tempo riverberazione più breve possibile. Le dimensioni della cassa devono essere tali da permettere di mantenere almeno una distanza di 30 cm fra il motore e il microfono dell'apparecchio misuratore. Nessuno dei tipi di microfoni attualmente usati si presta in modo completamente soddisfacente per queste misure. *N.*

C. C. LEADER, F. D. PHILLIPS — **Misure di rendimento sulle macchine a induzione.** (Elec. Eng., dicembre 1934, pag. 1628-1632, con 2 fig.). **28 d**

Gli AA. rilevano anzitutto come le norme americane per le prove delle macchine non prescrivano nulla in particolare circa le così dette perdite addizionali che possono essere così classificate: perdite nell'armatura e perdite ohmiche per correnti ad alta frequenza nel rotore dovute alle variazioni dei campi magnetici, perdite addizionali per correnti parassite nei conduttori e nel ferro. Nei motori di media e piccola potenza d'impiego comune le uniche che abbiano importanza di tali perdite sono le prime. L'A. rammenta i metodi proposti per la misura del rendimento fermandosi specialmente sui seguenti: impiego di dinamometri speciali di precisione; carico di una macchina con un'altra eguale misurando esattamente l'energia elettrica immessa ed erogata; misura separata delle varie perdite e loro somma. L'impiego di questi tre metodi viene chiarito riportando i dati numerici di prove esperite su un motore di 22 kW, trifase a 60 per/sec, 1200 giri al minuto, 220 V. Dall'esame di tali risultati e dalla discussione fatta della tecnica dei rispettivi metodi impiegati si può dedurre che i primi due di essi portano a risultati soddisfacentemente concordanti purchè si faccia uso di apparecchiature adatte e si proceda nelle prove con tutte le volute cautele. La scelta fra i due metodi si può fare caso per caso in base a considerazioni relative alla spesa e all'apparecchiatura disponibile. Per macchine fino a 75 kW circa, il metodo al dinamometro sembra preferibile specialmente quando non si possa disporre di due macchine gemelle; si esige però la massima accuratezza nell'eseguire le prove e le calcolazioni relative. Quando si possa disporre di due macchine gemelle, il secondo metodo si presenta come il più opportuno e meno soggetto a cause d'errore. Per grandi macchine isolate l'unico metodo che si presenta adattabile in pratica è quello della misura delle singole perdite; i risultati ottenuti non coincidono sempre coi valori effettivamente corrispondenti al pieno carico normale della macchina, come si potrebbero ottenere cogli altri due metodi, ma pur tuttavia sono dello stesso ordine di grandezza. L'A. ritiene che a quest'ultimo metodo si debba ricorrere soltanto quando non sia possibile usare degli altri due. *N.*

T. B. WAGNER — **Un istrumento misuratore a tubi termoionici.** (Elec. Eng., dicembre 1934, pag. 1621-1624, con 9 fig.). **28 c**

Viene descritto un apparecchio universale di misura destinato particolarmente alla tecnica delle comunicazioni elettriche e che permette di leggere direttamente la corrente, la tensione, il fattore di potenza o la potenza, mantenendo un soddisfacente grado di approssimazione per un largo campo di frequenze. L'apparecchio fa uso di un tubo Wunderlich con catodo a riscaldamento indiretto e due griglie di controllo simmetriche ed egualmente efficaci; applicando a una griglia una tensione proporzionale alla corrente del

carico da misurare, e la tensione del carico all'altra griglia si può rendere la corrente alternata del circuito di placca proporzionale al prodotto della tensione per la corrente del carico per lo sfasamento fra le due; il dispositivo si presta così ad essere usato come wattmetro oppure per misurare separatamente la corrente, la tensione o il fattore di potenza. Una delle principali caratteristiche dell'istrumento è quella di poter essere inserito in un circuito senza disturbarlo, come viene messo in evidenza dall'A. L'errore dell'istrumento si mantiene intorno al 2 % per frequenze comprese fra 100 e 3000 per/sec e può essere usato per frequenze molto maggiori quando venga opportunamente provvisto di schermi e di qualche altro perfezionamento. L'influenza della forma dell'onda non sembra essere molto pronunciata. Qualche riserva può essere fatta circa l'impiego dell'apparecchio per la misura del fattore di potenza che richiede diverse operazioni di messa a punto cosicchè vengono aumentate le probabilità di un errore.

N.

Gondet-Beaudouin — **Nuovo oscillografo catodico registratore.** (R. G. E., 1 settembre 1934, pag. 291-301). **28 c**

L'apparecchio in questione, destinato a registrazioni oscillografiche di fenomeni transitori a frequenze elevatissime, è realizzato in due tipi: l'uno a registrazione interna adatto ai bisogni di laboratorio; l'altro di tipo francamente industriale. Il primo modello comprende una campana di bronzo nella quale si fa il vuoto sormontata da due tubi, l'uno il deviatore, l'altro il catodico propriamente detto. Nella campana si può introdurre un tamburo rotante per la registrazione su film, o un telaio con sei lastre fotografiche. I comandi elettrici in numero di tre: accensione del tubo catodico, esplorazione del fascio di raggi e attacco del fenomeno da registrare, sono effettuati da un solo interruttore speciale a contatti striscianti azionato da un motore sincrono. Per la registrazione dei fenomeni a alta frequenza è la lastra che rimane fissa e il raggio che si sposta a grande velocità, comandato dalla variazione di un campo magnetico creato da bobine di deviazione. L'A. illustra gli schemi di montaggio per la registrazione dei fenomeni transitori ultra rapidi, siano essi iniziati a volontà dell'operatore, o siano accidentali e quindi comandanti essi stessi l'intervento dell'oscillografo. La lastra può essere percorsa in un tempo dell'ordine di 5×10^{-5} sec ciò che permette di apprezzare facilmente una frazione di un milionesimo di secondo. La sensibilità alla tensione è tale che si possono ottenere 20 mm di deviazione per 100 V.

L'oscillografo a registrazione esterna di tipo industriale fa uso per lo più di catodi caldi e la registrazione avviene con una macchina fotografica a obbiettivo molto luminoso che fotografa a distanza la curva proiettata sul fondo fluorescente dell'oscillografo. Adottando uno schermo di tungstato di calcio, il cui spettro resta tra la regione violetta e l'inizio dell'ultravioletta, si sono ottenuti su lastre di $9 \times 6{,}5$ cm tracciati oscillografici di 3 a 4 cm per una durata di 10^{-6} sec. Il dispositivo, secondo l'A., è suscettibile di miglioramento.

G. Cc.

P. Piva — **Angolo caratteristico degli shunt per corrente alternata.** (L'Elettrot., 15 marzo 1934, pag. 162-168, con 13 fig.). **28 c**

Viene reso conto di una serie di prove eseguite nel laboratorio di misure elettriche del Politecnico di Milano per la misura assoluta dell'angolo caratteristico ossia della costante di tempo degli shunt per corrente alternata. Chiarite le nozioni fondamentali, viene descritta la tecnica eseguita nelle misure e sono discussi i risultati ottenuti dimostrando come l'approssimazione raggiunta in tali misure risulti di $\pm 0{,}05 \times 10^{-6}$. In appendice vengono riportate le teorie del doppio ponte per corrente alternata ed esposte alcune considerazioni sulle forme costruttive degli shunt per corrente alternata.

Ri.

A. F. Valter, L. D. Inghe — **Misura del valore di cresta di tensioni ad impulso collo spinterometro a sfere.** (Jurnal tekniceskoi fiziki, Vol. IV, fasc. 4, 1934, pag. 813-820, con 8 fig.). **28 b**

La questione se con spinterometro a sfere sia possibile misurare tensioni ad impulso non è stata risolta fino a questi tempi. Alcuni autori (Buraway, Holzer) pensano che anche con tensioni ad impulso di 10^{-8} sec di durata la scarica avvenga alla stessa tensione in cui avviene a tensione continuata; altri autori (Viehmann, Stringel) ritengono che già con tempi di 10^{-6} 10^{-7} sec le tensioni di scarica si allontanino notevolmente da quelle per tensioni durevoli. Gli autori si propongono di chiarire questa questione nel caso di scariche di un centimetro di lunghezza cui corrispondono tensioni di circa 30 kV. Furono usati tre tipi di onde di lunghezza di fronte rispettivamente di 0,05 0,8 4 microsecondi. La durata della scarica è praticamente illimitata. Lo spinterometro fu cimentato con onde di varia lunghezza, di diversa tensione; ogni volta venne fotografata la curva di tensione mediante un oscillografo a raggi catodici tipo Rogowski. Il valore della tensione di scarica per sollecitazioni durevoli è risultato di 31,7 kV con una durata di 10^{-7} sec; si ottiene in media una sovratensione rispetto al valore normale di circa il 15 %. Questa sovratensione sembra dipendere poco dalla ripidità del fronte di onda. Il valore massimo di tensione di impulso di durata inferiore ai 10^{-6} sec non si può quindi dedurre dalla normale curva di taratura dello spinterometro.

Sch.

M. Federici — **Alcune misure acustiche su altoparlanti.** (A. F., agosto 1934, pag. 423-436, con 5 fig.). **28 b**

Vengono definite le proprietà più importanti di un altoparlante, la fedeltà di riproduzione ed il rendimento, e viene esaminata la natura del campo sonoro generato da un altoparlante elettrodinamico a cono, all'aperto o in un ambiente chiuso. Si descrive il metodo di misura della pressione sonora prodotta da tali apparecchi, con microfono a condensatore tarato col disco di Rayleigh e col metodo del termofono. Infine vengono dati i risultati di alcune misure eseguite su altoparlanti elettrodinamici e vien mostrata l'utilità di esse nel giudicare della bontà di riproduzione di un altoparlante.

RADIOTECNICA.

G. Montefinale — **Radiofari per navigazione marittima ed aerea.** (A. F., dicembre 1934, pag. 673-704, con 33 fig.). **34 c**

Si descrivono i principali tipi di radiofari attualmente in uso per la navigazione marittima e per quella aerea. Si mette in evidenza come le diverse esigenze dei due servizi impongano caratteristiche differenti ai relativi impianti. Si forniscono notizie circa installazioni recenti di radiofari per la guida lungo le rotte aeree e negli atterraggi alla cieca.

N. Carrara — **Sulla rivelazione delle microonde.** (A. F. dicembre 1934, pag. 661-672, con 10 fig.). **34 d**

Un insieme di risultati, ottenuti sperimentalmente, ha consentito all'A. di formulare, in un precedente lavoro, una interpretazione del meccanismo, per effetto del quale le microonde possono essere rivelate mediante triodi a griglia positiva. Fra le conclusioni più importanti erano le seguenti: il triodo a griglia positiva si comporta come un diodo avente gli elettrodi grandemente ravvicinati, ed è sensibile a onde di qualsiasi frequenza ($\leqslant 10^9$ Hz); l'intensità della ricezione è largamente indipendente dalla tensione di griglia.

H. E. Hollmann, successivamente, in una larga serie di ricerche, ha confermato, elaborato ed ampliato quei risultati e quelle conclusioni. Unico punto contrastante: secondo Hollmann l'intensità della ricezione dipende notevolmente dalla tensione di griglia.

Nel presente lavoro viene presa in esame questa divergenza, e viene dimostrato che la causa di essa risiede nelle diverse condizioni, nelle quali, nei due casi, furono condotte le esperienze.

G. De Fassi, G. Salom — **Il magnetron come generatore di microonde.** (A. F., agosto 1934, pag. 396-422, con 24 fig.). **34 c**

Esposta la teoria di Hull sul comando magnetico della corrente anodica in un diodo cilindrico e passati in rassegna i vari tipi di oscillatori a magnetron, vengono esaminate varie interpretazioni delle oscillazioni di tipo elettronico e di tipo dinatron. Sono descritte quindi le varie fasi di una ricerca diretta alla verifica sperimentale della legge di Žáček-Okabe su calcolo della frequenza delle oscillazioni in un magnetron ad anodo sezionato, ed è esposto un procedimento formale per la deduzione di tale legge da un'ipotesi sull'accelerazione radiale degli elettroni emessi dal catodo. Sono riportati infine i risultati sperimentali di misure di frequenza e di potenza oscillante in funzione dei diversi parametri, e confrontati con quelli ottenuti con i triodi.

G. Sacerdote — **Ponti per la misura della frequenza.** (A. F., agosto 1934, pag. 437-443, con 5 fig.). **34 g**

Si descrive un tipo di ponte, che permette di effettuare misure di frequenza mediante la variazione di una sola resistenza.

O. W. Pike-Dayton Ulrey — **Norme pei tubi elettronici dell'industria.** (Elec. Eng., dicembre 1934, pag. 1579-1580). **34 b**

Nell'esporre alcune considerazioni circa la compilazione di norme per i tubi elettronici destinati ad essere impiegati nell'industria, gli AA. osservano che esse devono anzitutto basarsi sulle limitazioni fondamentali dei tubi stessi in modo che queste abbiano valori opportuni nelle diverse condizioni di esercizio. Bisogna quindi anzitutto determinare quali siano gli elementi che possono essere soggetti a danneggiamenti in seguito ad un impiego non corretto e poi stabilire entro quali limiti ciascuno di essi possa essere fatto funzionare in relazione al comportamento e alla durata voluti. Così possono venire limitazioni dalla capacità del catodo di emettere elettroni, dall'attitudine di resistere a inversioni di tensione, o dalla capacità del tubo di dissipare calore. Gli AA. considerano prima i tubi ad alto vuoto, cioè quelli il cui funzionamento non è influenzato dalle tracce di gas residui. I più moderni tubi hanno catodi a rivestimento di ossidi o toriati; bisogna imporre limitazioni alla tensione di alimentazione per assicurare la voluta emissione senza eccessivi riscaldamenti. Altre limitazioni vanno poste per la corrente di griglia e di placca e finalmente per la tensione di placca. Pei tubi ad alto vuoto destinati ad alte frequenze bisogna ben specificare il campo di esse e in relazione modificare le norme precedenti. Quanto riguarda i tubi ad alto vuoto si applica in generale anche pei tubi a riempimento di gas o vapore, pei quali tuttavia bisogna tenere presente altri elementi; gli AA. enumerano, illustrandoli brevemente, i seguenti: massimi valori, medio e istantaneo e d'im-

pulso, della corrente anodica, costante di tempo del carico, massimo valore di cresta di tensione inversa, tempo di riscaldamento del catodo e del tubo, caduta di tensione, caratteristiche di accensione e di regolazione, corrente di griglia, tempo di deionizzazione. Passando ai tubi fotoelettrici, gli AA. osservano come il problema delle Norme si presenti più semplice; in particolare considerano i seguenti elementi: massimi valori della tensione e della corrente anodica, massima temperatura ambiente, sensibilità. *N.*

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ecc.

Quinto Congresso dell'Unione Radio Scientifica Internazionale (U.R.S.I.). (A. F., dicembre 1934, pag. 705-711, con 1 tab.). **35**

Nel quinto Congresso dell'U.R.S.I., che ha avuto luogo a Londra nel settembre 1934, sono state trattate questioni concernenti in particolar modo le misure di frequenza e di campo, la propagazione delle onde elettromagnetiche, gli atmosferici, le microonde e le oscillazioni elettroniche. La rassegna delle conclusioni e delle proposte dei singoli sottocomitati fornisce un quadro schematico dello stato attuale delle conoscenze circa i vari argomenti.

Terza Riunione del Comitato Consultivo Internazionale delle Radiocomunicazioni (C.C.I.R.). (A. F., pag. 712-727, con 8 fig.). **35**

Si riassumono i pareri emessi dal C.C.I.R. sui principali argomenti trattati nella III Riunione, che il Comitato ha tenuto a Lisbona nel settembre-ottobre 1934, e si riportano le nuove questioni messe allo studio per essere presentate alla IV Riunione.

STATISTICA.

Alcuni risultati ricavati dalla statistica delle imprese elettriche svizzere alla fine del 1933. (Schweiz. Elek. Verein Bull., N. 16, 1934, pagine 429-432, senza fig.). **36**

È una discussione della statistica delle imprese elettriche svizzere, per il biennio 1931-32. La statistica è limitata alle imprese produttrici con più di 300 kW e a quelle distributrici con più di 500 kW, il che però toglie poco alla completezza dei risultati perchè dalle prime rimane fuori solo 1 % dell'energia prodotta e dalle seconde solo il 6 % di quella distribuita. Dal confronto delle statistiche 1929-31-33 si ricavano i seguenti risultati: energia distribuita — 0,7 % tra il '29 e il '31; + 5 % tra il '31 e il '33; energia esportata: rispettivamente — 2 e + 2 %; apparecchi alimentati + 20 % e + 10 % rispettivamente. La potenza idraulica totale installata è di 1.195.000 kW con una produzione possibile di $5490 \cdot 10^6$ kWh; la potenza termica installata è di 96.000 kW. Il consumo specifico per abitante (esclusa l'energia dele Ferrovie federali, delle industrie chimiche e di altri impianti isolati e quella esportata) è passata da 685 kWh nel 1929 a 680 nel 1931 e a 720 nel 1933. *A. Bs.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

L. Sannio — **Un moderno cavo telegrafico sottomarino. Il cavo da S. Amaro (Portogallo) a La Panne (Belgio).** (A. F., agosto 1934, pagine 444-473, con 21 fig.). **38 c**

Il cavo S. Amaro-La Panne (1930) della Italcable è l'ultimo cavo telegrafico di grande lunghezza che sia stato posato; rappresenta perciò anche oggi una delle più moderne espressioni della tecnica.

Dopo alcuni rapidi cenni sullo sviluppo dei cavi con induttanza e sulle difficoltà particolari, che presenta per essi l'attuazione del servizio in duplex, sono sommariamente illustrate le caratteristiche dei cavi muniti di induttanza solo nel tratto mediano ed è esposta, dalla specificazione delle norme di capitolato alle prove in fabbrica ed al collaudo finale, l'opera compiuta dal servizio tecnico della Italcable.

Il comportamento del conduttore, al variare delle caratteristiche della corrente che lo percorre e delle condizioni ambienti, è esposto ed illustrato così da rendere manifesta l'interdipendenza delle caratteristiche stesse e la difficoltà di ottenere quel buon compromesso di condizioni, che è poi praticamente misurato da un favorevole valore dell'attenuazione. I collaudi eseguiti sul cavo in opera confermano la bontà dei procedimenti adottati.

Viene anche fatto cenno dei mezzi tecnici con cui si proteggono i cavi dai disturbi eventuali e parassiti, e sono esposte le esperienze, eseguite per la prima volta durante la posa di questo cavo, per verificare l'effettivo conseguimento di un alto grado di immunità.

Servizio telegrafico con apparecchi a scrittura diretta. (Eng., 15 giugno 1934, pag. 687, con 1 fig.). **38 b**

Un servizio telegrafico di tal generere è stato inaugurato in dicembre del 1933, fra Amburgo e Berlino. Gli abbonati di questo servizio possono inviare direttamente ed immediatamente dispacci ad altri abbonati. Il sistema di collegamento è simile a quello del telefono automatico, col vantaggio di non dover attendere la persona interessata, e si possono inviare dispacci anche dopo le ore di chiusura degli uffici. Ogni abbonato possiede un apparecchio di inserzione, un disco di chiamata ed un selettore. Allorchè si ha la comunicazione richiesta e che, grazie ad un sistema verificatore ci si è assicurati che non vi è alcun errore, il messaggio viene trasmesso: l'apparecchio è analogo ad una macchina da scrivere, in cui però ogni tasto comanda un dispositivo elettromagnetico. La sola condizione richiesta è quella di battere i colpi con velocità costante. Ogni lettera viene così trasmessa grazie ad una combinazione di 5 impulsi elettrici e di pause che costituiscono la base dell'alfabeto telegrafico a 5 elementi. Riesce così possibile di trasmettere 35 righe di dattilografia normale in 6 minuti, cioè l'equivalente di trentanove telegrammi da 10 parole. *E. R.*

S. A. Schelkunoff — **Linee coassiali di trasmissione per comunicazioni.** (Elec. Eng., dicembre 1934, pag. 1592-1594, con 4 fig.). **38 c**

Si tratta dell'impiego di sistemi di trasmissione costituiti da un conduttore centrale circondato da uno schermo cilindrico coassiale ad esso e che viene utilizzato come conduttore di ritorno. La impedenza d'impulso di un simile sistema è circa la metà di quella di due fili paralleli disposti a distanza eguale a quella fra i due conduttori coassiali. Nell'interno del conduttore coassiale le linee del campo magnetico H sono circoli coassiali e le linee di forza elettromotrice E_r sono radiali; sebbene la massima parte dell'energia fluisca lungo il conduttore, vi è anche un leggero flusso di energia radiale nel dielettrico entro il quale si dissipa sotto forma di calore. In base alla teoria elettromagnetica questo movimento radiale di energia implica la presenza di una componente di forza elettromotrice E_l parallela ai conduttori; questa componente, trascurabile sotto molti aspetti, diventa un fattore importante riguardo la resistenza in corrente alternata dei conduttori coassiali e nei riguardi delle interferenze e dei disturbi. La natura dei fenomeni derivanti da questa componente longitudinale viene analizzata e illustrata dall'A. che ne trae considerazioni circa il comportamento dei conduttori coassiali nei riguardi della trasmissione di comunicazioni telefoniche, telegrafiche o per televisione o per segnalazioni, scopo al quale essi sono particolarmente adatti su un campo di frequenze vastissimo. *N.*

G. Gneme — **Uno sguardo al telegrafo.** (L'Elettrot., 25 aprile 1934, pagine 257-265, con 15 fig.). **38 a**

Richiamata la evoluzione subita dal telegrafo dopo la sua invenzione, viene descritta la rete mondiale dei collegamenti internazionali per le comunicazioni su cavo o per via radio. E' fatto cenno in particolare della rete italiana speciale per la diramazione contemporanea a tutti i capouoghi di provincia delle notizie da Roma. Vengono poi ricordate le regolamentazioni nazionali ed internazionali del traffico telegrafico e sono elencati i provvedimenti presi per favorire l'incremento del traffico ed in particolare le categorie speciali di telegrammi che sono state create. *Rl.*

TRASFORMATORI.

L. C. Nichols — **Effetti dei sovracarichi sulla durata dei trasformatori.** (Elec. Eng., dicembre 1934, pag. 1616-1621, con 9 fig.). **39 a**

Come è noto i materiali isolanti si deteriorano col calore e colla durata; secondo l'A. l'esperienza avrebbe dimostrato che un aumento di 8° gradi centigradi nella temperatura raddoppia la rapidità del deterioramento. Secondo le norme americane un trasformatore in ambiente a 40° dovrebbe sopportare riscaldamenti di 55° sopra la temperatura ambiente (ciò che importa 105° nel punto più caldo) pur mantenendo una durata di 15 à 20 anni. L'A. riporta una tabella frutto di molte informazioni da fonte diverse nella quale sono indicate le durate previdibili di un trasformatore in funzione della temperatura massima nel punto più caldo; da essa risulterebbe che con una temperatura massima di 105° la durata prevedibile non è nemmeno di due anni. Il fatto è che in pratica i trasformatori non sono mai sottoposti in modo continuo al carico massimo e ciò spiega le durate soddisfacenti che si verificano nella pratica. Numerosi dati numerici sono riportati a dimostrare l'effetto relativamente modesto che hanno i sovraccarichi sulla vita del trasformatore quando essi sono momentanei o di breve durata. L'A. espone anche parecchie considerazioni circa il calcolo del sovrariscaldamento dei trasformatori e riporta al riguardo numerosi diagrammi di pratica applicazione. Ritiene l'A. che se un trasformatore è destinato a sopportare un carico costante per tutte le 24 ore in un ambiente a 40°, occorre adottare una unità proporzionata per un carico 1/3 maggiore di quello reale. *N.*

Roseau — **Le prove di riscaldamento col metodo delle perdite alterne.** (R. G. E., 21 e 28 luglio, pag. 83-94 e 119-125). **39 a**

Questo sistema, che consiste nel sostituire al regime normale di pieno carico un regime costituito da periodi « alterni » di regimi a vuoto o in corto circuito in condizioni tali che il riscaldamento delle diverse parti rimanga costante per i due regimi, richiede induzioni e correnti di corto circuito di valore più elevato di quello normale. Ne consegue che nel regime a vuoto la tensione, e quindi le perdite nel ferro saranno superiori ai valori normali; lo stesso accade per le perdite nel rame durante il periodo di regime in

corto circuito. Il problema della messa in opera di questo sistema si identifica con la razionale scelta dei coefficienti di maggiorazione delle perdite suaccennate e della durata di ciascun periodo. A tale scelta è rivolta appunto la trattazione dell'A. il quale studia le caratteristiche del regime alterno dal punto di vista del riscaldamento, e dalle considerazioni teoriche sul circuito magnetico e sul mezzo refrigerante passa all'applicazione ad un avvolgimento e alla determinazione, per via grafica dei coefficienti sopraddetti di maggiorazione. Lo studio è completato da considerazione sulla conduttività termica interna e sui coefficienti di dispersione, da un esempio numerico e da uno scherma dei collegamenti per l'esecuzione della prova. *G. Cc.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

J. B. Gibbs — **Sostituzione dei vecchi trasformatori con nuovi.** (Power, agosto 1934, pag. 436-438, con 1 fig.). **40 c**

L'A. prende in considerazione i fattori che influiscono sulla convenienza di sostituire in certe condizioni i trasformatori vecchi di una rete di distribuzione con altri nuovi. Oltre a tener conto del costo iniziale e degli interessi, bisogna fissare una quota di ammortamento; per tutte queste voci l'A. propone una quota complessiva del 14 %. Le perdite nel ferro sono molto ridotte nei trasformatori di recente costruzione ed in proposito viene riportata una tabella comparativa di unità costruite in diversi anni dal 1907 al 1932. Le perdite nel rame dipendono notoriamente dal quadrato della corrente e dal diagramma di carico; l'A. mette poi in evidenza come esse sieno sensibilmente influenzate anche dal grado di regolazione della tensione, che si mantiene nella rete. Vi sono poi altri fattori non esattamente valutabili (riduzione di peso e di dimensioni, maggiore sicurezza, ecc.) che militano a favore della sostituzione con unità nuove. L'A. esamina prima se nel caso di guasto ad un trasformatore sia più conveniente ripararlo o sostituirlo con uno nuovo. Secondo le norme seguite da una grande società americana si può ritenere che la riparazione prolunghi in media di 5 anni la vita del trasformatore e che la differenza di spesa di esercizio fra le 2 soluzioni consista negli oneri fissi del maggiore investimento e nel costo delle perdite nel ferro; ne segue che il costo economicamente conveniente di una riparazione è di meno di 5 volte la differenza fra gli oneri fissi più l'onere per le perdite nel ferro del nuovo trasformatore meno quelle nel ferro del vecchio trasformatore. Viene poi esaminato l'altro problema, cioè della convenienza della sostituzione di un trasformatore in servizio con uno nuovo. Il problema può essere esaminato sotto vari aspetti, ma il più semplice è quello di determinare in quanto tempo la spesa per la nuova unità possa essere coperta dal risparmio nelle perdite nel ferro e nel rame. I due problemi sono illustrati con esempi numerici. *Ri.*

Muller — **La messa a terra del neutro negli impianti a bassa tensione.** (R. G. E., 8 settembre 1934, pag. 325-340). **40 c**

L'A. discute ove e fino a qual punto la messa a terra del neutro in una rete trifase a stella a bassa tensione costituisca una sicurezza contro la fulminazione delle persone. A questo scopo egli conduce un calcolo sull'intensità di corrente che passa attraverso il corpo umano in caso di accidente e ricerca le condizioni affinchè questa risulti inferiore al valore, giudicano mortale, di 50 mA. L'equazione di sicurezza può rappresentarsi, in funzione di un parametro composto dalle resistenze d'isolamento delle tre fasi, con un fascio di quadriche e in base a tale rappresentazione sono svolte alcune applicazioni numeriche per i vari casi di neutro isolato, neutro messo a terra attraverso una resistenza, neutro messo a terra attraverso una capacità. L'A. arriva alle conclusioni che, con tensioni abbastanza elevate per produrre elettrocuzione, la messa a terra del neutro è pericolosa per le persone se non avviene attraverso una resistenza abbastanza forte eguale almeno a $(E/i) - r'$ essendo E la tensione della rete, i' la corrente pericolosa, r' la resistenza del corpo umano, assunta di solito eguale a 2000 Ω. Perciò è raccomandabile l'uso di un limitatore di tensione montato tra il neutro e la terra. Una rete isolata può considerarsi come non pericolosa per le persone sino a che la resistenza di isolamento di ciascuna delle tre fasi si mantiene più elevata della resistenza limite di sicurezza, valutabile con la formula $[(8\,E/r'\,i') - 2]\,r'$.

Se la resistenza di isolamento scende oltre tale limite il pericolo è ancora inferiore a quello che presenta una rete derivata a terra, sinchè la resistenza del guasto è superiore a quella del corpo umano. *G. Cc.*

M. Barrère — **Effetti delle onde di sovratensione sulle reti di trasporto, e isolamento da dare agli apparecchi.** (La Tech. Mod., 1° novembre 1934, pag. 710-714, con 11 fig.). **40 d**

Le sovratensioni provocate per apertura o chiusura di un interruttore non oltrepassano mai il triplo della tensione di esercizio e possono essere efficacemente combattute senza dare alle linee un isolamento troppo elevato e quindi troppo costoso. Le sovratensioni invece prodotte da colpi di fulmine diretti o da effetti di induzione sono di gran lunga superiori, e sono quindi quasi sempre quelle che provocano corti circuiti o distruzione di apparecchi.

L'articolo tratta diffusamente della questione, premettendo notizie generali sulle caratteristiche dei vari tipi d'onde di sovratensione. Successivamente viene trattato l'argomento dell'innescamento provocato da tali onde sui vari tipi di catene di isolatori dell'azione dell'anello di guardia, degli effetti sui trasformatori, ecc. Numerosi diagrammi illustrano abbondantemente l'articolo per ogni argomento considerato. Si conclude infine, facendo cenno ai laboratori di prove in Francia, con particolare riguardo a quello « Ampère » ad Ivry, riccamente dotato, nel quale si potrebbe produrre un arco corrispondente ad una energia massima di 9 milioni di kW secondo. *E. R.*

F. Scapini — **La linea a 10 kV Codigoro-Bocchetto.** (L'Ingegnere, 16 settembre 1934, pag. 912-914, con 4 fig.). **40 b**

La linea fa parte della Bonifica del Consorzio II Circondario Polesine di San Giorgio; essa è costruita con conduttori di aldrey e comprende pure, in aggiunta, quattro fili in acciaio per linee telefoniche e per comando automatico. Si sono impiegati sostegni in cemento armato centrifugato, dell'altezza di m 13,50 a m 20; le fondazioni sono del tipo a blocco con risega inferiore con forte piastra di base di notevole spessore, e fortemente armate. I conduttori sono costituiti da trecce con sette fili con sezione complessiva di 31,66 mm². Il carico di rottura supera i 950 kg, e risulta del 50 % maggiore del carico di rottura di un conduttore di rame equivalente. *E. R.*

G. Bonfiglioli — **Controllo delle trasmissioni mediante diagrammi polari.** (L'Elettrot., 5 luglio 1934, pag. 426-432 e 15 luglio, pag. 458-462, con 12 figure). **40 b**

Viene descritto un metodo di controllo delle condizioni di funzionamento di linee ad altissima tensione, il quale prende origine dal noto diagramma vettoriale. Il nuovo diagramma, di tipo polare, permette di individuare alcuni luogo geometrici corrispondenti alle variazioni di grandezze caratteristiche della trasmissione, dei quali si possono ricavare altri diagrammi che possono servire per lo studio del funzionamento della trasmissione nelle più svariate condizioni e che possono venire adottati anche per casi complicati di reti complesse. *Ri.*

G. Bertini — **Considerazioni sui risultati di 10 anni di pratica nella verifica degli isolatori sulle linee durante il servizio.** (L'Elettrot., 5 maggio 1934, pag. 288-290, con 1 fig.). **40 b**

Vengono riportate numerose statistiche riguardanti i risultati del controllo periodico degli isolatori in servizio sulle linee della Società Elettrica del Valdarno. Descritto il metodo di verifica usato, vengono esposte alcune considerazioni che dimostrano l'opportunità di esso. *Ri.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

G. De Renzio — **La propulsione elettrica nella marina italiana.** (L'Elettr., 15 giugno 1934, pag. 378-384, con 9 fig.). **41 h**

Vengono discusse le caratteristiche della propulsione elettrica per le navi, illustrando le ragioni, per le quali essa si presenta meno conveniente per le maggiori unità navali, militari e mercantili, mentre può riuscire assai utile per parecchi tipi di navi speciali. Sono poi descritte alcune navi della Marina italiana, sulle quali è stata adottata la propulsione elettrica. *Ri.*

G. Bianchi — **Unificazione delle locomotive elettriche a 3000 V, corrente continua delle Ferrovie dello Stato.** (Rivista tecnica delle Ferrovie italiane, 15 aprile e 15 maggio 1934, pag. 90, con 91 fig.). **41 e**

La scelta della corrente continua a 3000 V è dovuta a considerazioni relative al tipo di locomotore elettrico che si presenta semplice ed economico. L'unificazione delle locomotive elettriche è stata effettuata mediante l'adozione di quattro tipi che vengono descritti dettagliatamente. Si tratta dei tipi: E 424, da 1400 kW, a quattro motori da 350 kW, del peso di 72 tonn., della velocità massima di 90 km/h, con uno sforzo massimo al giunto, a tale velocità, di 5600 kg. Il tipo E 626, da 2100 kW, con sei motori da 350 kW, pesante 96 tonn., della velocità massima di 90 km/h con uno sforzo massimo al giunto a tale velocità di 8500 kg. Il tipo E 326 da 2100 kW a sei motori da 350 kW, pesante 112 tonn., della velocità massima di 150 km/h, con uno sforzo massimo al giunto, alla velocità di 90 km/h, di 8500 kg. Tipo E 428 da 2800 kW a otto motori da 350 kW, pesante 128 tonn., della velocità massima di 150 km/h, con uno sforzo massimo al giunto di 11.400 kg alla velocità di 90 km/h. Per ogni locomotiva si hanno poi diversi rapporti di trasmissione in modo da far fronte ad ogni esigenza del traffico. *E. R.*

Locomotiva Diesel-elettrica da 220 kW. (Eng., 8 giugno 1934, pag. 648-649, con 3 fig.). **41 g**

Questa locomotiva è stata provata sulla rete del « London Midland and Scottish Railway », e l'articolo la descrive dettagliatamente. Essa pesa 47 tonnellate e può essere utilizzata sia per la manovra dei treni nelle stazioni, come per la trazione vera e propria. In quest'ultimo caso con un binario del tracciato avente curve non

inferiori ad 88 m, un treno del carico di 13.600 kg può essere trascinato alla velocità di 56 km/h. Il motore Diesel è a 6 cilindri, 4 tempi, avviamento a freddo, e marcia alla velocità di 675 giri al 1'; esso è direttamente accoppiato ad una dinamo da 240 kW, la cui tensione di eccitazione di 80 V, è fornita da una generatrice ausiliaria da 11 kW, calettata sull'albero della generatrice principale. Il vantaggio di tale locomotiva è quello di poter funzionare 23 ore su 24, impiegando la 24ª ora alla manutenzione. Il consumo di olio pesante è di circa litri 13,5 per ora di funzionamento. *E. R.*

Espressi Diesel-elettrici del Nord. (La Technique Moderne, 1º ottobre 1934, pag. 657, con 2 fig.). **41 g**

Le ferrovie del Nord della Francia si sono arricchite di due treni Diesel-elettrici che alle prove hanno raggiunto la velocità di 158 km/ora. Ogni motrice comporta un motore da 320 kW circa, del tipo a V, a 12 cilindri da mm 150 × 200, del peso di circa 6,0 kg/kW; consumo a pieno carico 230 gr e a 3/4 del carico, di 210 gr per kWh. L'equipaggiamento elettrico comprende una generatrice a potenza variabile da 160 kW a 310 kW, e due motori di trazione da 100 a 150 kW, a 725 V; i due motori sono sempre in parallelo, essi sono autoventilati con aspirazione però dell'aria dall'interno delle vetture, che risultano così sempre ventilate. La corrente ausiliaria è fornita da un'eccitatrice da 6 kW, che carica la batteria di accumulatori da 48 elementi a 143 A/h. Come si verifica normalmente il motore viene avviato dalla generatrice, alimentata in detto periodo dalla corrente ausiliaria. Lo chassis delle motrice è interamente in acciaio e forma un sol pezzo con la cassa, pure in acciaio; eccetto le membrature principali tutto il resto è saldato. *E. R.*

O. Gysin — **Nuovi moto-compressori Brown-Boveri per automotrici a corrente continua.** (Revue B. B., N. 7, luglio 1934, pag. 127-128, con 1 fig.). **41 f**

L'A. riassume in una tabela le caratteristiche dei moto-compressori di una serie recente, a sei esemplari, tre ad un gradino e tre a due gradini di compressione. I motori di comando sono ventilati o blindati, per una tensione continua da 110 a 3000 V e per una potenza intermittente da 1,85 a 18,5 kW, con velocità da 1200 a 1450 giri/min. I compressori possono avere portate da 200 a 1900 l/min. con una pressione esterna di 720 mm Hg e una temperatura di 15º C. La pressione dell'aria è di 6 kg/cm² per i primi tre tipi e di 8 kg/cm² per gli altri tre. La velocità del compressore alla potenza nominale del motore è di 240 giri/min per il più grande. Come pregi di questi gruppi, dei quali 160 sono già in servizio regolare, sono ricordati: la purezza dell'aria fornita, l'ingombro ridotto, la marcia regolare, la ridotta manutenzione, ecc. *V. D. Ma.*

W. D. Bearce — **Nuovo treno articolato leggero per ferrovie metropolitane.** (Gen. Elec. Rev., settembre 1934, pag. 407-409). **41 e**

In questi ultimi tempi sono stati messi in servizio in America due treni elettrici articolati sulle linee della New York Rapid Transit Corporation. Il più recente di essi, completo, formato da cinque sezioni intercomunicanti ha una lunghezza di 55,3 m e pesa a vuoto 72,5 tonn. Ha una capacità di 170 posti a sedere e 470 in piedi. Tutte le cinque sezioni, montate su sei carrelli, sono intercomunicanti. La costruzione meccanica è tutta saldata. Il peso complessivo dei sei carrelli, completi di motori e accessori del freno ad aria, è di 33 tonn., pari al 44 % del peso complessivo. Il peso per passeggero è di soli 113 kg e risulta il più basso finora raggiunto. L'equipaggiamento elettrico comprende dodici motori 300/600 volt extraleggeri ad alta velocità, da 50 kW orari, montati sui carrelli ed azionanti gli assi per mezzo di trasmissioni elastiche ad ingranaggi con un rapporto 89:15.
Il comando è automatico ad alta accelerazione, variabile, e presenta 254 posizioni di avviamento a pieno campo e 38 a campo ridotto.
I gruppi di comando motorico sono tre ed ognuno comanda quattro motori. L'equipaggiamento elettrico è stato previsto per ottenere una accelerazione max di avviamento di circa 1,8 m/sec² ed una accelerazione normale di 1,35 m/sec². La velocità max di regime in piano è di circa 85 km/ora. Anche la frenatura permette di ottenere decelerazioni di 1,35-1,8 m/sec².
Il nuovo treno ha permesso di ridurre da 49 a 36 minuti la durata del percorso da Lefferts Avenue a Park Row (18,2 km - 32 fermate) con un miglioramento del 26,5 %. *C. G. E.*

CRONACA TECNICA

APPLICAZIONI VARIE.

6 c **L'esame delle superfici levigate** costituisce, in molte industrie, un problema della massima importanza. Tale esame viene ordinariamente fatto osservando l'immagine riflessa di una sorgente di luce alla superficie dell'oggetto da collaudare: ogni imperfezione si traduce in una distorsione locale dell'immagine; però tale distorsione è nettamente e facilmente percepita solo quando la sorgente di luce impiegata ha una serta estensione e non è di splendore uniforme. Uno speciale dispositivo d'illuminazione che soddisfa a questi requisiti è descritto da J. M. Waldram in *J. G. Light* del maggio 1934. *G. Co.*

DECRETI, LEGGI, NORME, REGOLAMENTI.

12 Nel n. 26 di *Schweiz Elek. Verein Bull.* W. Wyssling passa in rassegna **le nuove prescrizioni svizzere sugli impianti elettrici.** Esse sostituiscono quelle del 1908 e comprendono quattro « ordonnances »: impianti a corrente forte; impianti a corrente debole; ferrovie; incroci e paralleli delle linee. L'A. ne esamina brevemente i concetti informatori e le differenze principali rispetto alle precedenti. *A. Bs.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 d Recentemente (*Light*, marzo 1934) sono state lanciate in America **le lampade ad incandescenza a due filamenti.** Queste lampade, che sono munite di uno speciale portalampade a tre poli, hanno un filamento per 200 W, che viene consigliato per l'illuminazione diurna, e un filamento per 150 W, per l'illuminazione serale, disposti in parallelo; si può quindi disporre di una potenza totale di 350 W quando necessitino forti intensità d'illuminazione. *G. Co.*

19 b Il numero di febbraio 1934 delle *Tr. Ill. Eng. S.* è completamente dedicato alla descrizione degli **impianti d'illuminazione della Esposizione di Chicago:** ciascuna delle principali realizzazioni, che rappresentano quanto di più moderno consente oggi la tecnica della illuminazione, forma oggetto di un articolo che ne illustra le caratteristiche più notevoli. *G. Co.*

19 a **L'acuità visiva a basse illuminazioni, nel caso d'impiego di luce monocromatica o colorata,** è argomento trattato da H. Bertling nei numeri di *L. u. L.* del 15 febbraio e del 1º marzo 1934. Secondo l'A., i radiatori selettivi che emettono la massima quantità di energia al di sotto di 5550 U. A. permettono una acuità visiva tanto più grande, in regime di basse illuminazioni, quanto più la radiazione a cui compete la massima potenza raggiante è prossima a quella avente la lunghezza d'onda di 5100 U. A. *G. Co.*

19 b **Un metodo per determinare la distanza fra gli apparecchi d'illuminazione stradale** è presentato da E. R. Andersson in *L. u. L.* del 26 aprile 1934. Il metodo, che è in parte grafico in parte analitico, si basa sui valori medio e minimo dell'illuminazione che, in ogni sistema d'impianto, stanno fra loro in un rapporto costante. Ne è mostrata l'applicazione nei casi dei principali sistemi di sospensione degli apparecchi d'illuminazione oggi usati. *G. Co.*

19 b **Un dispositivo d'illuminazione antiabbagliante per fari di automobile** è descritto da P. Grundfest in *Licht* dell'aprile 1934. Con tale dispositivo il fascio luminoso viene deviato dalla parte lungo la quale procede l'autoveicolo, e cioè a destra per la circolazione destra. Ne consegue che ad un incrocio le due macchine procedenti in senso inverso deviano alla propria destra il fascio luminoso lasciando all'oscuro il centro della strada. Deviando a destra il fascio luminoso del faro destro e a sinistra il fascio luminoso del faro sinistro si dovrebbe, secondo l'A., avere una migliore visibilità in caso di nebbia. *G. Co.*

19 d A. F. Dickerson riferisce sulle *Tr. Ill. Eng. S.* del maggio 1934 sui **risultati di prove fatte su riflettori di alluminio Alzak** (alluminio sottoposto ad un nuovo trattamento superficiale elettrolitico di cui è detto in un articolo pubblicato sullo stesso numero della rivista); da questi risultati emerge la grande resistenza offerta da questa specie di alluminio agli agenti esterni e la superiorità del procedimento seguito nella sua preparazione sui metodi comunemente impiegati per il trattamento superficiale dell'alluminio. *G. Co.*

19 b **L'illuminazione pubblica di Bruxelles,** ancora allo stato embrionale nel 1927, si è sviluppata in questi ultimi anni secondo un programma che vedrà la sua piena attuazione nel 1935, in occasione dell'Esposizione Universale di Bruxelles. In *Lux* di gennaio e febbraio 1934, M. Van Mosseveld descrive la consistenza attuale dell'impianto, i sistemi di installazione e di comando prescelti, e parla degli sforzi che sono stati fatti per l'unificazione di tutto il materiale impiegato. *G. Co.*

18 v In *Lux* del gennaio 1934 si discutono alcune statistiche americane ed inglesi sul numero di **infortuni stradali dovuti a insufficiente illuminazione pubblica.** I dati relativi assieme a quelli desunti da osservazioni fatte in Francia servono per far rilevare l'importanza dell'illuminazione pubblica ai fini della sicurezza del traffico stradale. *G. Co.*

IMPIANTI.

20 f Un importante **impianto combinato di produzione di energia e di vapore per industria** è quello della Raffineria di olii minerali a Port Jerome in Francia, descritto in *Power* aprile 1934 pag. 200. Sono installati 3 gruppi turboalternatori serviti da 3 caldaie capaci ciascuna di produrre fino a 40 tonnellate/ora di vapore a 18 atmosfere e 350°. Una turbina da 1250 kW viene alimentata con vapore a 17 atmosfere e scarica in un raccoglitore a 10 atmosfere, dal quale una parte del vapore passa alla raffineria e un'altra alimenta un altro gruppo turboalternatore da 825 kW; la turbina di questo gruppo scarica il vapore a 1,6 atmosfere per uso di riscaldamento e per la raffineria. Anche le turbine dei servizi scaricano a 1,6 atmosfere. Un turboalternatore da 1000 kW con turbina a condensazione è destinato a sopportare le punte e le fluttuazioni del carico. Gli alternatori funzionano a 5500 V. Nel complesso l'impianto risulta di funzionamento assai conveniente. *Ri.*

20 f **Un prospetto molto completo degli impianti termo elettrici a pressione superiore alle 20 atmosfere** e addetti ad industrie particolari negli Stati Uniti è contenuto in *Power* giugno 1934, pagine 338-350. Per ogni impianto viene indicato l'anno di costruzione, il numero e la capacità di produzione delle caldaie, il volume del focolare e il carico in calorie per metro cubo all'ora, le diverse superfici riscaldate della caldaia, dell'economizzatore e del preriscaldatore d'aria, le condizioni del vapore, i consumi di combustibile, i rendimenti, ed altre particolarità relative al sistema di combustione, ai servizi ed alle eventuali condizioni di scarico o di presa intermedia. Un'altra tabella analoga è riportata per le centrali termoelettriche non d'industrie particolari e a pressione superiore a 28 atmosfere. *Ri.*

20 f Alcune considerazioni sulla possibilità di **produzione di energia negli impianti di riscaldamento ad acqua calda** sono riportate in *Power* del luglio 1934, pag. 378. È specialmente messo in evidenza come in molti casi possa convenire di adottare, anzichè un riscaldamento a vapore, un sistema ad acqua calda, per dare modo di ricavare precedentemente più rilevanti quantità di energia. Vengono sviluppati alcuni calcoli numerici relativi a casi particolari e sono illustrati alcuni caratteristici schemi di impianti. *Ri.*

20 f L'applicazione di **pompe di circolazione del tipo ad elica per il servizio di condensatori a superficie** è illustrata in *Power* luglio 1934, pag. 395. Esse sono specialmente adatte per condensatori ad unico passaggio, pei quali generalmente entrano in giuoco grandi portate con piccole prevalenze. L'elevata velocità di questo genere di pompe rende più economiche e più piccole le pompe stesse ed i loro motori. Con pompe ad elica ad asse verticale si ottiene anche grande riduzione di spazio, pure con facilità di ispezione. Anche le normali caratteristiche di funzionamento delle pompe ad elica sono nettamente favorevoli per il servizio dei condensatori. *Ri.*

20 f Considerazioni circa l'**eliminazione dei fumi** sono esposte in *Power* luglio 1934 pag. 400. Sono riportati alcuni dati numerici circa i danni prodotti dai fumi troppo densi di pulviscoli e sono ricordate e discusse le disposizioni legali che sono state proposte in parecchie città degli Stati Uniti. È dimostrata la difficoltà del problema e sono date notizie su recenti disposizioni emanate per la città di Chicago. *Ri.*

MOTORI PRIMI.

30 d Una tabella riguardante **la statistica delle più recenti installazioni dei motori Diesel** eseguite in America è riportato in *Power* 1934, pag. 346. Viene indicato per ogni installazione, oltre alla località e al tipo di servizio eseguito, il numero e la potenza dei motori, la loro velocità e le loro caratteristiche di funzionamento, i consumi di combustibile ed altre particolarità di esercizio. È allegata un'altra tabella relativa alle installazioni dei motori a gas. Molte delle installazioni riportate nella tabella riguardano gruppi generatori di energia elettrica. *Ri.*

30 d Su un recente **Congresso degli Ingegneri dei motori a combustibile liquido ed a gas** è riportata qualche notizia in *Power* luglio 1934, pag. 418. Vengono riassunte alcune delle relazioni presentate, parecchie delle quali riguardano installazioni destinate a produzione d'energia elettrica, e intorno ad esse sono riportate alcune notizie. *Ri.*

STATISTICA.

36 Nel numero 24, 1933 di *Schweiz. Elek. Verein Bul.* viene esaminata la situazione della **produzione e del consumo d'energia elettrica per cucina in Svizzera.** Si osserva dalle statistiche di consumo d'energia che, salvo in dicembre, la punta massima è quella tra le 11 e le 12, dovuta al consumo per cucina. Numerose prove e misure hanno mostrato che una famiglia consuma per la cucina circa 1 kWh per persona-giorno. Alla fine del 1932 si contavano in Svizzera circa 85.000 famiglie con cucina elettrica, cioè circa 350.000 abitanti. L'articolo conclude affermando la possibilità svizzera di alimentare nel 1936-37, con la quantità d'energia e con la potenza disponibile, altre 550.000 cucine elettriche domestiche, senza necessità di costruire altre centrali elettriche. *A. Bs.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 a La **trazione elettrica nel Cile** è estesa particolarmente alla parte più importante e più popolata del Paese: la contrada di Santiago. Quivi sono attualmente elettrificate la linea Santiago-Valparaiso-Los Andes (232 km di linea, 1676 mm di scartamento) e la Transandina: Los Andes-Mendoza (240 km, 1000 mm di scartamento). Entrambe le linee sono alimentate con corrente continua a 3000 V, fornita da sottostazioni automatiche equipaggiate con gruppi moto-generatori. Altri piccoli tronchi, per un complessivo di 85 km, sono egualmente in esercizio a trazione elettrica. (*El. Bahnen*, n. 3, marzo 1934). *V. D. Ma.*

41 g Il numero 24, 1933 di *Schweiz. Elek. Bull.* contiene il rendiconto dell'Assemblea generale della A.S.E. e della A.S.A.E., che aveva per scopo uno scambio d'idee sulla costruzione dei **veicoli elettrici ad accumulatori,** sulle loro applicazioni e sopratutto sulla loro importanza rispetto al consumo d'energia, tanto dal punto di vista del servizio che da quello dell'economia nazionale. Furono presentate due memorie da M. C. Chalumeau e da H. W. Rödiger, recensite separatamente. Nella interessante discussione seguita l'attenzione fu rivolta particolarmente sulle esperienze e sulle costruzioni svizzere. *A. Bs.*

41 a Il primo esempio di **elettrificazione ferroviaria nel Brasile** è costituito della Ferrovia Paulista (Jundiasky-Rincao), lunga 286 km ed elettrificata con corrente continua a 3000 V. È seguita nel 1927 l'elettrificazione della ferrovia Western-Minas di 73 km. Per quest'ultima, è stata scelta la corrente continua a 1500 V. È in progetto l'elettrificazione, con corrente continua a 3 kV, dei tronchi suburbani di Rio de Janeiro (133 km) e della linea Rio-San Paulo (200 km) e diramazioni ed, infine, del tronco Deodoro-Santa Cruz (47 km). Tra Santos e San Paulo, l'esercizio è fatto attualmente con treni rimorchiati da motrici Diesel-elettriche. (*El Bahnen*, marzo 1934). *V. D. Ma.*

41 a La **rete ferroviaria dell'India** comprende 75.000 km di linee, in generale a grande traffico. I primi lavori di elettrificazione, iniziati nel 1912, ebbero termine soltanto nel 1925, con la messa in servizio a trazione elettrica delle linee suburbane di Bombay. Nel 1929 sono terminati i lavori di elettrificazione delle linee verso Igatpuri e Poona. Attualmente la Great Indian Peninsula Railway ha una rete di 920 km, elettrificata con corrente continua a 1500 V. A queste linee, sono da aggiungere 37 km della Central Indian Railway. L'elettrificazione di 27 km di linee suburbane di Madras è attualmente in corso. (*El. Bahnen*, n. 3, marzo 1934). *V. D. Ma.*

VARIE.

42 Un riassunto dettagliato della **storia dello sviluppo degli impianti di produzione ed utilizzazione dell'energia** è esposto in *Power* del giugno 1934, dove sono separatamente ricordati i primi impianti idraulici e termici a cominciare da quelli più antichi. Numerose illustrazioni sono riportate a ricordare i primi tipi di macchine e i successivi perfezionamenti costruttivi. È pure riportata la storia dello sviluppo dei motori a combustione interna, degli impianti d'aria compressa, di refrigerazione, di riscaldamento, ecc. Particolare sviluppo è dato alla storia dell'elettrotecnica. *Ri.*

42 Sull'utilità che possono presentare **opportune verniciature negli impianti di produzione di energia** sono contenute notizie interessanti in *Power* dell'aprile e del maggio 1934. Sono anzitutto considerate le verniciature di protezione contro le emanazioni corrosive di vapori di zolfo o di cloro, oppure contro l'umidità eccessiva. È fatto poi cenno dell'utilità di opportune colorazioni nei riguardi della migliore visibilità delle parti dell'impianto, riportando i coefficienti di riflessione di varie sostanze. In ultimo sono esposte particolari considerazioni per la tinteggiatura o la verniciatura delle parti in muratura o legno, delle superfici metalliche o delle caldaie e in generale di superfici calde. *Ri.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

(AEI)

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI LIVORNO

Giovedì 31 gennaio alle ore 21,30 ebbe luogo, in seconda convocazione, l'**Assemblea generale dei soci**, col seguente Ordine del giorno:

1) Bilancio consuntivo 1934.
2) Bilancio preventivo 1935.
3) Attività della Sezione - Programma annuale.
4) Comitato « Comunicazioni ».
5) Varie.

Scusata l'assenza del Segretario, Ing. Bizzarini, indisposto, il Presidente presenta il Consuntivo del 1934, dal quale risulta un avanzo di cassa di L. 999,0. Il Consuntivo è approvato all'unanimità.

Altrettanto avviene per la Situazione patrimoniale che al 31 dicembre 1934 è di L. 8.022,35.

Il Bilancio preventivo 1935, compilato prudenzialmente, tenendo conto di una piccola riduzione del numero dei soci e di una uscita corrispondente a quella verificatasi nel 1934, è approvato all'unanimità.

Il Presidente riassume l'attività della Sezione nel 1934 e fa presente che, in conformità delle direttive della Presidenza Generale, sono già assicurate per il 1935 cinque conferenze sulle « Comunicazioni » e una visita alla Stazione R. T. di Coltano, la quale sarà fatta in unione alle Sezioni di Firenze e di Bologna. Il Presidente si augura che i soci vorranno partecipare numerosi alle conferenze ed alla visita, dando prova in tal modo del loro interessamento per problemi di grande attualità. L'assemblea prende atto con compiacimento.

Il Presidente comunica che dietro invito della Presidenza Generale ha istituito in seno alla Sezione un « Comitato Comunicazioni » chiamando a farne parte il Comandante, Ing. Paolo Borgatti, Capitano di Vascello e Direttore degli Studi della R. Accademia Navale, quale Presidente, l'Ing. Paolo Calvani, della Società Telefonica Tirrena e l'Ing. Armando Marzoni del Centro R. T. di Coltano, quali membri.

Il Presidente comunica che l'Ing. Comandante Ugo Ruelle ha inviato le dimissioni da Consigliere, trovandosi attualmente a Roma. Propone che le dimissioni non vengano accettate e che sia inviato un saluto cordiale ai Consiglieri non più residenti stabilmente a Livorno, cioè al Comandante Ruelle, al Colonnello De Renzio, all'Ing. Danieli e all'Ing. Civita. L'assemblea approva.

Non essendovi altro da trattare l'adunanza è tolta alle ore 22.

Subito dopo l'assemblea il Prof. Dott. **Cosimo Pistoia**, dell'Istituto Elettrotecnico e delle Comunicazioni della R. Marina, tenne una conferenza sul tema: **« Cellule fotoelettriche »**.

Presentato dal Presidente, con la lode di cui è ben degno, il Prof. Pistoia intrattenne i convenuti con una lucida esposizione di cui diamo un breve riassunto.

L'oratore, dopo aver passato in rasegna le antiche ipotesi della struttura della luce, si sofferma sulla teoria elettromagnetica formulata dal Maxwell, ponendo in rilievo la impotenza di quest'ultima a spiegare completamente il fenomeno fotoemittente presentato dai metalli. La spiegazione completa del fenomeno venne data da Einstein con la sua teoria corpuscolare dell'energia radiante secondo la quale, ogni radiazione possiede proprietà corpuscolari e si propaga quindi in maniera discontinua. D'altra parte, è necessario ricorrere alla teoria ondulatoria di Maxwell, e cioè alla propagazione dell'energia luminosa per onde elettromagnetiche, per spiegare certi particolari fenomeni luminosi quali la polarizzazione e la interferenza. L'oratore fa allora osservare il sorprendente aspetto che viene ad assumere la questione, inquantochè alla energia luminosa, si vengono ad attribuire contemporaneamente, proprietà ondulatorie (continue) e proprietà corpuscolari (discontinue). È la prima volta che la mente umana deve concepire, insieme, i due concetti così opposti del *continuo* e del *discontinuo;* in tale dualismo, il De Broglie, con la sua « meccanica ondulatoria », cerca di gettare un ponte, estendendo il fenomeno ondulatorio ai corpuscoli energetici. La luce avrebbe, quindi, natura corpuscolare (quanti di energia luminosa o fotoni), ma ogni corpuscolo possiederebbe proprietà ondulatorie.

L'oratore passa poi a parlare del fenomeno fisico generale noto col nome di *effetto fotoelettrico,* soffermandosi sulla descrizione dei suoi quattro aspetti principali, e cioè: effetto *fotoemittente,* effetto *fotoconduttore,* effetto *fotovoltaico* ed effetto fotoelettrico delle *superfici di contatto* (quest'ultimo presentato dai raddrizzatori metallici ad ossido di rame e a ferro-selenio).

Accennate le varie teorie scientifiche del fenomeno nei suoi suddescritti aspetti, e soffermatosi in particolare sui concetti di soglia *fotoelettrica e di effetto fotoselettivo,* l'oratore parla esaurientemente dei sistemi di sfruttamento tecnico del fenomeno stesso, realizzati per mezzo della *cellula fotoelettrica.* Descrive i vari tipi di cellule *fotoelettriche* e *fotoresistenti* e le loro diverse caratteristiche, mostrando, in proiezione, numerosi grafici relativi e rammaricandosi che in Italia la costruzione delle cellule fotoelettriche non sia ancora adeguatamente sviluppata.

L'oratore termina con una breve elencazione delle applicazioni industriali della cellula fotoelettrica, rimandandone la dettagliata esposizione dell'argomento ad una susseguente comunicazione che sarà tenuta nel mese di febbraio.

L'assemblea applaude vivamente il Prof. Pistoia, che con grande chiarezza e rigore scientifico ha trattato l'importante problema.

Il Presidente lo ringrazia a nome dei soci, esprimendo l'augurio che nella prossima conferenza il Prof. Pistoia si compiaccia accennare anche a qualcuna delle applicazioni da lui fatte, per l'interesse che esse presentano.

* *

SEZIONE DI MILANO

Visita all'Officina di riparazione ed all'Istituto 28 Ottobre dell'Azienda Tramviaria Municipale di Milano. — Nel pomeriggio di sabato 5 gennaio u. s. è stata effettuata, col cortese consenso della Direzione dell'Azienda Tramviaria, una visita all'officina di riparazione ed all'Istituto 28 Ottobre dell'Azienda stessa.

Una numerosa comitiva di oltre un centinaio di Soci, si è data convegno verso le 14 in Piazzetta del Palazzo Reale dove, ricevuta dal Direttore Generale Sig. Dott. Ing. Cav. Franceschini e dal Vice Direttore Generale Sig. Dott. Ing. Cav. Ripamonti dell'Azienda Tranviaria, ha preso posto in comodi autobus, messi gentilmente a disposizione dei Soci dall'Azienda stessa.

La visita si è iniziata dalla officina di riparazione delle vetture tramviarie in Via Teodosio. Sotto la guida del Direttore Generale, del Sig. Ing. Ferrari direttore delle officine e del Sig. Ing. Greco, i Soci hanno potuto visitare minutamente tutti i diversi reparti dell'officina della quale hanno ammirato la grandiosità, la perfetta organizzazione, l'ordine e la displina che la rendono una delle migliori e meglio attrezzate officine del genere in tutta l'Europa.

L'officina è attrezzata modernamente in modo da poter bene eseguire tutti i lavori di manutenzione e riparazione delle vetture: meccanici, elettrici, di falegnameria e verniciatura, ecc.

Essa occupa un'area di 43.000 mq. e comprende fra i principali i seguenti reparti:

— Reparto collaudo, dove vengono esaminati sia i materiali che le vetture riparate.

— Reparto magazzino, dove si trovano bene ordinati in appositi scaffali circa 10.000 diversi tipi di parti di ricambio.

— Reparto riparazione, dotato di grue, paranchi, montacarichi e carrelli elettrici che permettono uno svolgimento regolare e veloce del lavoro.

— Reparto verniciatura, falegnameria, meccanica e fusione metallo antifrizione.

Particolare interesse ha destato il reparto manutenzione assi montati dove un impianto automatico modernissimo di saldatura elettrica permette di riportare il materiale sulle ruote consumate dall'uso, contemporaneamente su entrambi i cerchioni di un asse montato.

Sono poi da ricordare anche i reparti saldatura elettrica e saldatura autogena; il reparto armamento, quello della piccola meccanica, degli attrezzisti, dei forgiatori, ecc.

Alla fine della visita, riuscita quanto mai interessante, la Direzione dell'Azienda con gentile pensiero ha offerto ai Soci un ricco rinfresco, nella sala da pranzo del Dopolavoro Impiegati. L'Ing. Cav. Franceschini si è detto lieto di ospitare, a nome dell'Azienda, un così cospicuo numero di Soci dell'A.E.I. e l'Ing. Comm. Gasparoni rispondendo ringraziò a nome dei Soci per l'accoglienza cortese ed ospitale e per l'interessante visita effettuata.

Dalle Officine gli autobus portarono i Soci all'Istituto 28 Ottobre per la cura e l'assistenza medica ai Tramvieri.

La visita, effettuata sotto la guida del Direttore dell'Istituto, è stata quanto mai interessante ed ha destato la meraviglia e la sorpresa di non pochi dei Soci intervenuti.

L'Istituto serve sia ai servizi fiscali dell'A.T.M. sia ai servizi assistenziali per il personale in servizio od in pensione, e per i loro famigliari.

Il reparto ispettivo è fornito dei mezzi più moderni per la selezione degli assumendi e per il controllo degli agenti malati; il reparto curativo facilita il compito di esso coadiuvando con i suoi larghi mezzi alla selezione ed al controllo ed agendo perchè la profilassi prevenga la malattia e questa, una volta presentatasi, abbia il decorso più rapido e più benigno.

È provvisto di tutti i più moderni impianti di un grande e perfetto ospedale.

Fu inaugurato il 28 ottobre 1933 e nel primo anno di funzionamento ha dimostrato una notevole attività con 2776 esami diagnostici, 24.516 visite per le varie specialità, 5571 applicazioni di terapia fisica, 470 operazioni di alta chirurgia, 4142 esami di gabinetto, 2284 esami radioscopici e radiografici, 8625 giornate di degenza.

Ciò sta a dimostrare la fiducia del personale nel nuovo Istituto e la previdente organizzazione voluta dai Dirigenti dell'Azienda, che torna certamente a loro meritato onore.

*

La sera del 25 gennaio u. s. il Dr. Ing. **Giuseppe Romagnoli-Mosca** tenne una conferenza sul tema: « **Centrali sotterranee** ».

Presiedeva l'Ing. Dott. Comm. Gasparoni.

Presentato ai Soci con cortesi parole del Presidente l'Oratore precisa che la sua esposizione riguarda in particolare l'esame dei dettagli costruttivi delle principali centrali sotterranee europee. Da questo esame comparativo si possono ricavare i rilievi principali che seguono:

La presa, il canale di carico, il pozzo piezometrico e gli organi di chiusura a monte della condotta forzata non differiscono da quelli di un impianto normale; la impermeabilizzazione di tali opere a monte della sala macchine ha naturalmente qui un'importanza ancora maggiore che negli altri normali impianti.

Le condotte forzate delle centrali sotterranee hanno caratteristiche loro proprie. Fatta eccezione di alcuni casi in cui le centrali sono costruite in caverna, non per ragioni idrauliche ma semplicemente per proteggerle da eventuali frane o valanghe, quasi tutte le condotte forzate di simili impianti sono verticali.

La sala macchine in caverna è costruita sempre in roccia sana; non necessitano quindi rivestimenti policentrici delle pareti, ma semplicemente un arco spingente in calotta. Fra le pareti laterali e la roccia esiste sempre un'intercapedine drenante.

Le fondazioni dei macchinari sono ridotte ai minimi termini.

La disposizione preferita per i gruppi generatori è quella dei gruppi con asse verticale che consente con la riduzione della larghezza degli scavi, una buona disposizione dei cunicoli di servizio della centrale.

Sono però usate anche le disposizioni con asse orizzontale parallelo o perpedicolare all'asse maggiore della sala macchine.

L'accesso alla centrale è solitamente ottenuto con pozzo verticale; in alcuni casi sono installate delle discenderie e, quando ciò è possibile, degli accessi in piano.

L'aereazione dei locali sotterranei avviene in molti casi naturalmente per la felice disposizione dei condotti; in altri viene effettuata artificialmente per compressione o per depressione.

Il macchinario installato è quasi sempre di tipo normale con ventilazione in ciclo aperto; solo nei più moderni impianti si tende alla ventilazione in ciclo chiuso.

L'apparecchiatura elettrica è installata all'aperto, appena ciò è possibile.

Il canale di scarico ha particolare importanza negli impianti con centrale sotterranea, per il suo sviluppo spesso notevole, nonchè per le dimensioni realmente imponenti in alcuni casi.

La comunicazione viene poi completata con la proiezione di una serie assai interessante di diapositive, che mostrano fotografie d'insieme e di dettaglio di molte centrali sotterranee europee; questo tipo di costruzione è assai sviluppato in Svezia; in Italia è assai interessante a questo riguardo la centrale di Zapello.

L'Oratore viene vivamente applaudito alla fine della sua conferenza, e il Presidente lo ringrazia a nome dei numerosi Soci intervenuti.

Il Presidente fa osservare che l'uso di centrali sotterranee andrà maggiormente estendendosi specie per gli impianti di frontiera, per ragioni militari. Poichè nessun Socio chiede la parola, viene sciolta la riunione.

*

Il Dott. Prof. **Francesco Vecchiacchi** ha tenuto la sera del 1° febbraio 1935, nel salone sociale di Via San Paolo, una conferenza sul tema: « **Misure di Frequenza** ».

Alla conferenza erano stati pure invitati i Colleghi del Sindacato Ingegneri.

Presiedeva l'Ing. Comm. Luigi Gasparoni.

L'Oratore comincia col ricordare che le misure di frequenza hanno fatto, più di ogni altra, in questo ultimo decennio, dei progressi notevoli sia per quanto riguarda la precisione sia per la facilità e rapidità di misura.

Tali progressi sono dovuti principalmente all'uso dei tubi elettronici che hanno permesso di realizzare campioni di altissima precisione e metodi di misura di precisione.

Degni di particolare rilievo appaiono i metodi di moltiplicazione e demoltipliiazione statica di frequenza, fondati sul fenomeno della sincronizzazione degli oscillatori a tubi elettronici. I procedimenti di demoltiplicazione consentendo di passare da frequenze altissime a frequenze comunque basse, si sono sopratutto mostrati adatti a misure di grande precisione.

I frequenziometri a lettura diretta, attuati mediante triodi, consentono misure quanto mai spedite e comode entro l'intera gamma delle frequenze acustiche. Essi hanno la caratteristica di una scala lineare, di una assoluta indipendenza dalla forma ed ampiezza dell'oscillazione applicata. Con dispositivi di differenzazione, ad es. del tipo a ponte, essi si prestano alla misura di piccolissime variazioni di frequenza intorno ad un valore determinato; è facile ad es. coprire intorno ai 100 periodi, l'intervallo di un solo periodo con tutta la scala dello strumento indicatore.

Particolarmente interessante appare oggi la possibilità di eseguire con grande facilità, sulle frequenze, tutte le 4 operazioni fondamentali dell'aritmetica: l'addizione, la sottrazione, la moltiplicazione, e la divisione. Su questa possibilità il conferenziere si intrattiene in maniera particolarmente diffusa, illustrando la sua esposizione con interessanti esperienze.

La somma e la sottostazione di due frequenze può essere facilmente eseguita componendo le due oscillazioni in una resistenza variabile colla corrente. La deformazione che ne deriva, dà luogo alla nascita di varii termini periodici, tra cui quello avente frequenza somma, e quello avente frequenza differenza. Mediante filtri più o meno semplici, è possibile in generale isolare facilmente il termine che interessa dagli altri che non interessano.

Ancora più suggestivi appaiono i procedimenti di moltiplicazione e divisione, attuati mediante sincronizzazione di oscillatori elettronici. L'esperienza può essere condotta abbastanza semplicemente nella seguente maniera:

Un oscillatore del tipo multivibratore, avente frequenza variabile per un intervallo di qualche ottava nella gamma acustica, è connesso, colla sua uscita, ad un altoparlante. In assenza di influenze esterne, regolando il condensatore variabile che agisce sulla frequenza di oscillazione, si nota una variazione progressiva della frequenza, che è perfettamente continua, se continua è parimenti la variazione di capacità del condensatore.

Diversamente si svolgono le cose, se nel circuito dell'oscillatore viene indotta dall'esterno una oscillazione avente una frequenza fissa, di valore posto ad es. al di sopra, od al di sotto della gamma ricoperta dell'oscillatore stesso. Se l'accoppiamento dell'oscillatore colla tensione esterna è bene regolato, ad una variazione continua della capacità del condensatore variabile, non corrisponderà più una variazione altrettanto continua della frequenza. Quest'ultima mostrerà di variare a scatti e di presentare ampi intervalli entro i quali essa rimane assolutamente costante, intervalli che corrispondono a rapporti rigorosamente interi tra la frequenza dell'oscillazione generata, e la frequenza dell'oscillazione indotta dall'esterno.

Si ha così la possibilità di ricavare da una determinata frequenza, una frequenza ad es. esattamente 10.000 volte maggiore o minore; poichè il procedimento può essere ripetuto, la misura di una frequenza molto alta può così essere ricondotta immediatamente a quella di una frequenza molto bassa e viceversa.

I procedimenti di addizione, sottrazione, moltiplicazione, divisione, possono essere impiegati simultaneamente per la realizzazione di apparecchiature che, all'altissima precisione aggiungono una grande facilità d'impiego, entro gamme di frequenza molto vaste.

L'Oratore chiude ricordando che ai progressi della tecnica delle misure di frequenza, ha molto contribuito l'attività degli studiosi e dei tecnici italiani particolarmente per opera dell'Istituto delle Comunicazioni di Livorno sotto la guida di S. E. Vallauri.

L'Oratore che era stato seguito durante la sua conferenza con attenzione e con interesse da parte dei numerosi Soci intervenuti, è stato salutato al termine del suo dire da un cordialissimo applauso, al quale si unisce il Presidente Ing. Gasparoni che, facendosi interprete del sentimento di tutti i convenuti, ringrazia vivamente l'Oratore.

* *

SEZIONE DI TRIESTE

La sera del 30 novembre u. s., nella consueta riunione mensile, il socio Prof. **Francesco Vercelli** intrattenne i numerosi convenuti sul tema: « **Il dinamismo delle maree** ».

Il Prof. Vercelli, riassunti rapidamente alcuni richiami storici sulla conoscenza del fenomeno delle maree ed i concetti che guidarono alla formulazione della così detta teoria statica, rileva come questa dia ragione solo di alcuni aspetti dei fatti reali, ma sia inadeguata per rappresentare i moti effettivi delle acque.

Soltanto la teoria dinamica riesce a recare maggior luce ed a guidare correttamente all'analisi delle osservazioni e nelle previsioni di marea.

Particolarmente interessanti sono alcune analogie fra le oscillazioni marine e quelle acustiche ed elettriche. Era ben noto alla gente di mare che le maree presentano grandi differenze di forma, di ampiezza e di fase non solo da mare a mare, ma da sito a sito in uno stesso bacino. Tale comportamento dimostra che se i fattori generanti le maree sono di ordine cosmico, e precisamente sono di

origine luni-solare, gli effetti hanno in comune fra loro e con le cause agenti soltanto le tipiche periodicità assegnate dall'astronomia; ma le altre carateristiche, cioè i valori assoluti e relativi dei singoli armonici ed i ritardi di fase sono elementi che dipendono principalmente dalle condizioni dei singoli bacini.

Figurando con grafici le ampiezze di marea e le ore dei simultanei massimi dei singoli armonici, si hanno diagrammi che non hanno nulla di comune cogli schemi usualmente presentati per chiarire la genesi delle maree.

Tutto ciò indusse a pensare che i singoli bacini marini esaltino le sole onde che trovano localmente buona risonanza, e cioè hanno periodi prossimi alle onde libere che il bacino è in grado di assumere. Le oscillazioni di marea, in bacini foggiati a canale aperto a un estremo, risultano spiegate come onde forzate, generate per ritmica influenza delle maree dell'oceano o del mare adiacente; assumono importanza le sole onde che trovano buona risonanza. La marea si presenta perciò in forma di oscillazioni quasi stazionarie, con nodi e ventri come nelle vibrazioni di una corda. E se esistono due sistemi di oscillazioni, uno trasversale ed uno longitudinale, dalle interferenze dei due sistemi nasce un marea che può essere figurata da un vettore rotante attorno a un punto, detto anfidromico.

Le anfidromie dell'Adriatico e di molti mari sono ben note; così pure le zone nodali e ventrali del mar Rosso e di altri bacini. Il Prof. Vercelli ricorda anzi che il primo rilevamento completo delle maree del mar Rosso è stato eseguito sotto la sua direzione, un decennio addietro, e che egli stesso estese alle correnti di marea di Messina, di Bab-el-Mandeb e del Lido (Venezia) i metodi di analisi e di previsione in uso per le maree, conseguendo così gli elementi occorrenti per la pubblicazione di previsioni generali oggi utilizzate dai naviganti.

Alla relazione del Prof. Vercelli, attentamente seguita da tutti i presenti e calorosamente applaudita, seguì un'interessante discussione. L'Ing. Pedretti si compiaque per le informazioni date dal relatore e per i contributi personali da questi recati nel campo dei fenomeni mareografici.

L'Ing. Rutelli osservò che le segnalate analogie tra i fenomeni idrodinamici, da una parte, e quelli delle oscillazioni elettriche e acustiche, da altra parte, sono così significative, che si potrà forse trarne profitto per studiare taluni casi di maree di risonanza con similitudini e metodi elettrici od acustici.

Il Prof. Vercelli aderì alle idee esposte dai colleghi e promise la propria collaborazione per tentare l'attuazione di studi ispirati all'indirizzo suggerito dall'Ing. Rutelli.

* *

SEZIONE VENETA

Nei giorni 25 e 26 gennaio sono state tenute dall'Ing. Dott. **Giovanni Rutelli** le due annunciate conferenze: **« Propagazione delle onde radioelettriche intorno alla terra »** e **« Moderni tipi di antenne antievanescenza »**.

L'interesse degli argomenti ha raccolto nella nuova aula dell'Istituto di Elettrotecnica, gentilmente concessa dal Direttore del Politecnico, un pubblico numerosissimo di professori, tecnici e studenti.

Presentato con brevi parole dal Prof. Ing. Giuseppe Revessi, l'oratore ha esordito riassumendo in modo efficace le teorie fin qui apparse sulla propagazione delle radioonde: da quelle di Lamb, riallaciantisi alle prime esperienze e deduzioni di Hertz, a quelle successivamente elaborate da Kennelly, Heaviside, Fleming, Poincaré, Zenneck, Sommerfeld, Eckerseley, Pedersen, Eccles, Appleton ed altri.

Attraverso l'opera di tali ricercatori il problema della propagazione delle onde elettromagnetiche, concepito dapprima in spazi completamente dielettrici, ebbe soluzioni che, tenendo conto della non perfetta conducibilità della terra e della ionizzazione atmosferica, diedero ragione delle numerose anomalie osservate fin dai primi radiocollegamenti fra Inghilterra ed America realizzati dal Marconi.

Furono così spiegati quei fenomeni di evanescenza, i quali si possono considerare sopratutto dovuti alla sovrapposizione del campo di radiazione superficiale con quello di radiazione spaziale riflessa: a mitigare, se non a sopprimere, tali effetti di affievolimento, sono stati ideati, per la gamma delle onde radiofoniche, sistemi di antenne che diffondono secondo particolari diagrammi di radiazione.

Tra essi l'oratore ricorda l'antenna alta, l'antenna a disco, l'antenna cilindrica o prismatica, l'antenna unifilare con particolare distribuzione di corrente nonchè l'antenna a dipoli. Di ognuna di queste l'oratore illustra i caratteri peculiari, soffermandosi in particolar modo nella descrizione della antenna unifilare installata dalla casa Telefunken nel trasmettitore di Breslavia.

Le due conferenze, ampiamente illustrate con molte proiezioni, sono state lungamente applaudite e, al termine della seconda, il Prof. Revessi ha intepretato il comune sentimento degli intervenuti complimentando vivamente l'Ing. Dott. Rutelli.

PERSONALIA

A partire dal 15 febbraio dell'anno in corso il consocio Dott. Ing. **Mario Brunetti** già Vice Direttore dell'Azienda Elettrica Municipale di Torino, è stato nominato Direttore dell'Azienda stessa.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza de' Celestini, 4).

12 Marzo - ore 20,45. — *Assemblea Generale Ordinaria dei soci*. Seguirà una conferenza del Dott. Ing. Prof. Scipione TREVES su: « Impressioni tecniche dell'U.R.S.S. ».

15 Marzo - ore 21. — BOTTANI Dott. Ing. Prof. Ercole: « I vantaggi dell'uso delle « sequenze » nello studio dei circuiti trifasi ».

29 Marzo - ore 21. — OCCHIALINI Dott. Prof. Giuseppe: « Ricerche sull'elettrone positivo ».

31 Marzo - ore 10,30. — Visita all'Istituto Fisico « Augusto Righi ».

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).

19 Marzo - ore 9. — Visita agli Apparati Centrali telegrafici di Firenze.

21 Marzo - ore 21,15. — MARULLO Dott. Ing. Alfonso: « Eliminazioni delle perturbazioni apportate alle radio-audizioni dagli apparecchi elettrici ».

SEZIONE DI GENOVA (Via Assarotti, 4/2).

21 Marzo - ore 21,15 (presso l'Istituto di Fisica della R. Università). OCCHIALINI Dott. Prof. Augusto: « Il film sonoro » (prima conferenza sperimentale).

SEZIONE DI NAPOLI (Via Tarsia, 39).

14 Marzo - 17,30. — BOTTARLINI Dott. Ing. Rodolfo: « Gru moderne per costruzione ed arredamento dei porti ».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

11 Marzo - ore 21,15. — S. E. Dott. Ing. Prof. Giuseppe BELLUZZO: « Turbina a combustione interna ».

18 Marzo - ore 21,15. — SALVADORI Dott. Ing. Mario: « Come vedere le tensioni interne in un corpo sollecitato. - La fotoelasticità ».

22 Marzo - ore 21,15. — TODESCO Dott. Prof. Giorgio: « Fenomeni di propagazione e di ionizzazione dell'atmosfera ».

SEZIONE DI TORINO (Piazzetta Madonna degli Angeli, 2)

9 Marzo - 21,15. — ROSSI Dott. Prof. Bruno: « Raggi cosmici ».

11 Marzo - ore 18. — ASCOLI Dott. Prof. Guido: « Equazioni differenziali ellittiche ».

SEZIONE DI TRENTO (Via Belenzani, 27).

20 Marzo - ore 21. — PIPPA Ing. Prof. Giuseppe: « Vita ed elettricità ».

SEZIONE DI TRIESTE (Via C. Battisti, 22).

13 Marzo - ore 20. — BEARZI Dott. Ing. Pietro: « Radiazioni ed applicazioni ».

SEZIONE VENETA (Padova - Via S. Francesco, 27).

12 Marzo - ore 17 (presso il R. Istituto Superiore d'Ingegneria). — LORI Ing. Prof. Gr. Uff. Ferdinando: « Il principio di indeterminazione ».

22 Marzo - 17 (presso il R. Istituto di Fisica). — SOMEDA Ing. Prof. Giovanni: « Squilibri nelle reti trifasi ».

29 Marzo - ore 17 (presso il R. Istituto Superiore d'Ingegneria). — MEDICI Ing. Prof. Mario: « Nuovi indirizzi di ricerca nel campo dei motori primi ».

5 Aprile - ore 17 (presso il R. Istituto Superiore d'Ingegneria). — DI PIERI Dott. Ing. Ciro: « Nuove esperienze sui raddrizzatori ad arco in gas a pressione normale ».

FACILITAZIONI AI SOCI DELL'A. E. I.

Vedere Nota di Redazione a pagina 481 del 25 Luglio 1933-XI

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile*. Ind. Graf. It. STUCCHI - Milano.

Vol. XXII (XXXIX degli Atti) 10 Aprile 1935 - Anno XIII N. 7

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTÈCNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

SOMMARIO

L'Albo d'oro.

Pubblichiamo oggi un nuovo elenco dell'Albo d'oro dell'A. E. I. Le adesioni continuano a pervenire da parte di singoli soci e di Società elettriche, attestando come sia largamente intesa ed apprezzata la multiforme attività che l'A. E. I. va svolgendo.

Calcolo operatoriale e "fenomeni transitori".

In una recente nostra nota (vedi *L'Elettrotecnica* del 25 febbraio 1935, pag. 122) ci riservavamo di ritornare sull'argomento del calcolo operatoriale.

Ce ne offre oggi l'occasione, il sistematico e per molti riguardi esauriente, articolo dell'Ing. Angelini, di cui in questo numeri appare una prima puntata.

Esso riuscirà certo gradito a tutti quei colleghi che abbiano il desiderio di apprendere i fondamenti del calcolo operatoriale e le sue applicazioni senza dover ricorrere alla letteratura straniera.

Non mancano fra noi scritti in proposito; che, anzi, se pensiamo alla data dei primi e magistrali scritti del Giorgi, possiamo ben dire di aver avuto fra noi valenti precursori anche in tale campo. Tuttavia tali scritti sono confinati nei gloriosi, ma non sempre facilmente reperibili Atti dell'A. E. I. per cui nella fioritura di applicazioni del calcolo operatoriale sbocciata attualmente da noi, lo scritto dell'Angelini giunge in buon punto per precisare le possibilità generali, le regole, e sopratutto, con i numerosi e chiari esempi, l'utilità, invero grandissima, di esso.

Non vi è dubbio che si tratti di uno strumento efficacissimo e relativamente semplice, poichè nel campo in cui esso trova applicazione, cioè nello studio dei fenomeni variabili comunque col tempo, i procedimenti classici (integrazione di equazioni e sistemi differenziali) conducono sovente a complicazioni algebriche non indifferenti, tali da mascherare quasi sempre la fisica delle cose, mentre il calcolo operatoriale raggiunge i risultati per via più diretta e, sopratutto, più aderente alla mentalità degli sperimentatori.

Naturalmente se il risultato cercato è complicato, il calcolo operatoriale non può renderlo più semplice. No, se la soluzione finale di una questione è complicata, non può che restare tale per qualunque via vi si pervenga (solo una felice scelta delle variabili potrebbe talvolta modificare l'aspetto di un risultato) ma a noi è però dato di pervenire al risultato seguendo traccie più o meno faticose, più o meno dirette.

Ed in tale senso il calcolo operatoriale si presenta molto pratico; innanzi tutto esso consente di impostare i problemi relativi a tensioni o correnti di forma qualunque come se si trattasse di semplici correnti alternate; si può dire che il calcolo operatoriale, ha per i fenomeni transitori lo stesso ufficio che, per le correnti alternate, ha il calcolo dei numeri complessi.

Basta ricordare che, come i numeri complessi hanno permesso l'estensione del concetto di resistenza al caso delle correnti alternate (resistenza complessa od impedenza), così il calcolo operatoriale consente l'estensione dello stesso concetto (impedenza differenziale) anche al caso delle correnti qualunque, nozione che corrisponde bene al nostro senso fisico.

Per lo sperimentatore, infatti, i circuiti materiali con le loro proprietà costituiscono un concetto del tutto indipendente dalle tensioni o correnti ad essi impressi. Nulla quindi di più naturale che raccogliere tutto quanto occorre per precisare le proprietà di un circuito sotto un unico ente (impedenza od ammettenza differenziale) indipendentemente dalle funzioni del tempo che possono trovarsi ad agire nel circuito, e ciò anche se a prima vista l'ente introdotto appare come una cosa incomprensibile.

È poi compito del calcolo operatoriale insegnarci a valutare il risultato dell'applicazione di un operatore ad una funzione.

Per questa valutazione, le regole fornite dal calcolo operatoriale sono relativamente semplici; le eventuali complicazioni sono per la maggior parte costituite dalla ricerca delle radici di una equazione algebrica, equazione che, del resto, si dovrebbe risolvere anche seguendo i procedimenti classici, i quali sono, come abbiamo ricordato, generalmente più faticosi e più complessi; tanto che si potrebbe asserire essere più facile imparare il calcolo operatoriale che imparare a farne senza.

Ci auguriamo pertanto che i colleghi abbiano ad approfittare dell'articolo che pubblichiamo ed abbiano a coltivare il procedimento di calcolo inaugurato da Heaviside e, fra noi, da Giorgi.

Il colpo d'ariete e le condotte elevatorie.

Il nostro giornale si è ripetutamente occupato, anche negli ultimi tempi, delle questioni inerenti al colpo d'ariete e l'argomento ha trovato nella letteratura tecnica internazionale recente una larga accoglienza che dimostra l'importanza pratica dei problemi che vi sono connessi.

Mentre nel caso delle condotte discendenti la questione può ormai ritenersi esaurita dopo i classici lavori dell'Allievi, comparsi tutti sul nostro giornale, la trattazione del problema delle condotte elevatorie si è imposta soltanto assai più recentemente all'attenzione dei tecnici. Anche in questo campo l'Allievi ha por-

tato la sua analisi e i nostri lettori ricorderanno certamente l'inquadramento generale del problema che è contenuto nell'articolo pubblicato su *L'Elettrotecnica* del 25 ottobre 1934, pag. 694.

Sotto l'aspetto idraulico si possono distinguere le condotte d'acqua elevatorie relativamente brevi e di forte portata degli impianti idroelettrici ad accumulazione con pompe, da quelle invece molto lunghe e con portate relativamente modeste che si riscontrano in molti impianti d'acqua potabile.

Alle diverse caratteristiche fisiche corrisponde un comportamento sotto certi aspetti diverso nei riguardi delle perturbazioni di regime. Nell'articolo che oggi pubblichiamo l'Ing. Evangelisti esamina particolarmente il secondo tipo di condotte, prospettando, per la protezione contro i colpi d'ariete, una soluzione, quella delle camere d'aria, sulla quale viene richiamata l'attenzione dei tecnici specializzati.

Ancora un abaco!

Pensiamo che una simile esclamazione verrà spontanea alle labbra di parecchi dei nostri lettori alla vista del breve articolo del Prof. Correggiari contenuto in questo fascicolo. È infatti assai diffuso lo scetticismo sull'utilità degli abachi e delle costruzioni grafiche in genere, intese ad eliminare l'applicazione di date formule o ad abbreviare lo sviluppo di determinati conteggi, e più di una volta in queste colonne abbiamo noi stessi dichiarato di condividere l'opinione che, in fondo, tali abachi sono utili e pratici solo... per chi se li è costruiti una prima volta per proprio uso e consumo. Se non che ci sembra doveroso, anche in questa materia, il classico *distinguo*.

Vi è infatti una categoria di abachi i quali richiedono, per la loro applicazione, costruzioni grafiche più o meno complesse, che vanno dal semplice tracciamento di una retta — come in molti nomogrammi ad allineamento — alla costruzione di una spezzata che deve collegare punti corrispondenti di diverse linee, e così via. L'impratichirsi di tali abachi richiede necessariamente un certo tempo, senza contare quello, spesso notevole, che si deve spendere, per rendersi ragione del meccanismo dell'abaco, rifacendo la strada tracciata dal pensiero dell'autore. È sopratutto questo sforzo, necessario per acquistare piena confidenza in un abaco, che distoglie i più dal valersi delle costruzioni grafiche predisposte... dagli altri, giustificando lo scetticismo dell'opinione ora ricordata.

Ma vi sono altri abachi i quali non sono altro che la traduzione grafica di una o più tabelle numeriche, col vantaggio, rispetto alle tabelle, di evitare ogni calcolo di interpolazione.

Per l'uso di simili abachi non si richiede alcuna preparazione nè alcuna fatica, trattandosi semplicemente di leggere il valore di un'ordinata in corrispondenza di una data ascissa, o, al più di valutare, in relazione ad una o più famiglie di curve, il valore di un punto di cui siano date le due coordinate. E nemmeno occorre, con simili abachi, preoccuparsi del come siano state calcolate e tracciate le varie curve — frutto spesso di lungo e paziente lavoro — esattamente come non ci si preoccupa di verificare come siano state stabilite le cifre di una qualunque tabella numerica di un qualsiasi manuale.

A questo secondo tipo di abachi, che vorremmo chiamare « di fiducia », appartiene quello oggi pubblicato dal Correggiari a complemento di quello più semplice altra volta presentatoci. L'uso dei « componenti simmetrici » per lo studio dei sistemi trifasi dissimmetrici e squilibrati, che ancora una diecina di anni fa appariva ai più come una inutile astruseria matematica, sta sempre più diffondendosi fra i tecnici i quali vanno a poco a poco convincendosi come esso, di fronte a taluni problemi pratici, rappresenti di fatto una semplificazione. La possibilità, offerta dal nuovo abaco del Correggiari, di individuare immediatamente e completamente in valore e fase, tali componenti partendo semplicemente dai valori numerici delle tre tensioni (o delle tre correnti) sarà quindi certamente bene apprezzato, tanto più che l'abaco stesso viene pubblicato in una scala che permette senz'altro di valersene.

LA REDAZIONE.

CALCOLO OPERATORIO E STUDIO DEI CIRCUITI ELETTRICI IN REGIME TRANSITORIO

A. M. ANGELINI

Esposizione sommaria dei fondamenti del calcolo operatorio. - Semplificazione delle relazioni generali tra grandezze elettriche applicando il nuovo simbolismo. - Deduzione delle regole e formule per la valutazione degli operatori che stabiliscono le relazioni causa-effetto nei circuiti elettrici a costanti concentrate in regime transitorio. - Relazione fra le proprietà dei circuiti e la forma degli operatori e delle loro funzioni generatrice e caratteristica. - Applicazioni pratiche (macchine sincrone e trasformatori in regime transitorio, generatori d'impulso).

Parte Prima

CIRCUITI ELETTRICI A COSTANTI CONCENTRATE.

1. - Premesse.

Le recenti indagini sugli effetti delle perturbazioni elettriche in generale ed in particolare di quelle che minacciano gli impianti elettrici, hanno messo in rilievo la grande utilità che presenta un accurato esame analitico della questione, il quale permetta di interpretare e di generalizzare i risultati dell'esperienza. Intendiamo riferirci qui più particolarmente ai fenomeni transitori e cioè a quei fenomeni per cui le grandezze elettriche in gioco, subiscono delle rapide variazioni di ampiezza: appartengono a questa categoria i rapidi passaggi da un regime permanente ad un'altro (corti circuiti, brusche variazioni di carico, ecc.) come pure le perturbazioni di breve durata come quelle dovute a momentanee sopraelevazioni di tensione prodotte ad esempio da scariche atmosferiche. Lo studio di tali fenomeni si presenta tanto più complesso quanto più rapido è il loro decorso nel tempo, e ciò sia dal punto di vista teorico che sperimentale.

L'oscillografo a raggi catodici ha brillantemente risolte molte delle difficoltà sperimentali inerenti alla rapidità dei fenomeni permettendo di registrare variazioni di grandezze elettriche della durata di 10^{-8} secondi ed anche meno. Per ciò che riguarda lo studio analitico dei transienti, le difficoltà crescono con l'aumentare della loro rapidità per il maggior numero di elementi che occorre considerare nell'impostazione del problema; d'altra parte, della grande utilità di esso è facile rendersi conto se si pensa che senza di ciò sarebbe spesso impossibile coordinare i risultati sperimentali e quindi trarne conclusioni utili ai fini pratici, tanto più che nella maggior parte dei casi, una descrizione qualitativa di tali fenomeni si presenta come estremamente difficile; ne fanno fede gli insuccessi della maggior parte dei sistemi protezione basati, almeno fino a qualche anno fa su spiegazioni qualitative inesatte o incomplete dei fenomeni originati dalle sovratensioni negli impianti elettrici.

In generale, la legge secondo cui variano le grandezze elettriche in ragione del tempo, durante un fenomeno transitorio, è da ritenere qualsiasi, per cui, in uno studio completo della questione essa non può essere precisata: si possono porre ad esempio, dei problemi del genere del seguente: determinare, in funzione del tempo, la tensione e la corrente all'estremità di una linea di trasmissione (aperta o chiusa su circuiti di caratteristiche note) quando in un punto di essa viene applicata una tensione variabile secondo una legge data sotto forma di diagramma (ad es. rilievo oscillografico della tensione applicata da una scarica atmosferica). Dal punto di vista analitico puro, simili problemi, possono in molti casi, essere messi in equazione e quindi risolti con i metodi ordinari dell'analisi infinitesimale che conducono alla determinazione degli integrali generali; questi integrali vengono resi poi particolari tenendo conto delle condizioni limiti del problema. Un simile procedimento però, è tutt'altro che adatto alla risoluzione dei problemi che si presenano nella tecnica in quanto esso, oltre ad essere alquanto laborioso, male si presta a mettere in evidenza le proprietà dei circuiti elettrici in relazione alla loro conformazione ed indipendentemente dalla forma delle grandezze elettriche in gioco.

(*) Mi è grato esprimere qui la mia più sentita riconoscenza al chiarissimo Prof. Giorgi che mi è stato largo di suggerimenti e consigli.

Questi inconvenienti non debbono essere attribuiti ad una imperfezione dei metodi dell'analisi pura, ma bensì al fatto che nella risoluzione di problemi fisici non è necessaria la generalità che si richiede in matematica; in altri termini al tecnico non interessa la ricerca della risoluzione più generale delle equazioni che derivano dalle relazioni elementari tra grandezze fisiche, bensì la risoluzione quanto più diretta possibile del problema proposto.

Risulta da ciò che chi si accinge allo studio di una classe di fenomeni fisici, deve, se così ci si può esprimere, adattare l'apparecchio analitico di cui ha bisogno allo scopo che si è prefisso. Molti esempi si potrebbero citare a questo proposito; tipico è quello offerto dal metodo simbolico di Kennely e Steinmetz per lo studio delle correnti alternative permanenti.

Il calcolo funzionale ha dato origine ad un metodo per lo studio delle relazioni tra grandezze elettriche comunque variabili nel tempo in un circuito di forma qualsiasi: esso costituisce sotto molti aspetti una larga generalizzazione del metodo simbolico di Kennely e Steinmetz.

Heaviside, pure non preoccupandosi di formulare una teoria che gistificasse i procedimenti da lui seguiti si è servito del calcolo operatorio nella risoluzione di numerosi problemi concernenti lo studio delle correnti variabili nei circuiti elettrici originate dall'applicazione di tensioni il cui andamento nel tempo è tale che esse si mantengono nulle da $t = -\infty$ fino a $t = 0$, istante in cui

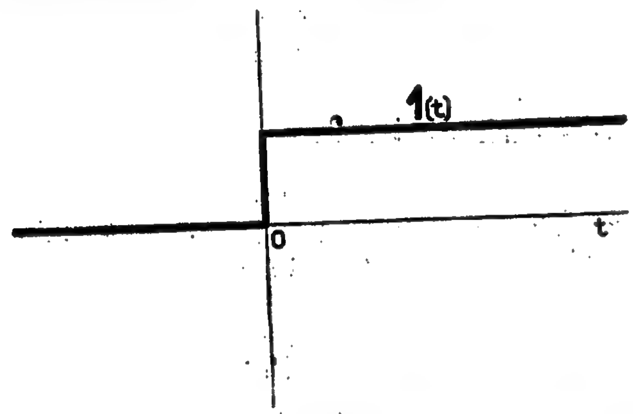


Fig. 1. — Rappresentazione grafica della funzione unitaria.

assumono valore unitario e lo conservano indefinitivamente (fig. 1). Una tale funzione è stata rappresentata da Heaviside col simbolo 1; noi useremo di preferenza il simbolo $1(t)$.

In base a questo metodo Heaviside [1] nel secondo volume della sua opera principale « Electromagnetic Theory » [1] ha trattato di molti problemi riguardanti la propagazione delle correnti elettriche, telegrafiche e telefoniche, nei cavi. In seguito il Prof. Giorgi in due notevoli memorie pubblicate rispettivamente nel 1903 e nel 1905, [2] e [3], ha dato per il primo una rigorosa giustificazione dei procedimenti seguiti da Heaviside ed ha sviluppato una teoria generale del calcolo operatorio applicato alla risoluzione dei problemi di elettrodinamica. In seguito altri autori si sono occupati di calcolo operatorio sia dal punto di vista teorico che applicativo ma disgraziatamente questo metodo non ha trovato molti cultori in Europa.

Le prime applicazioni del calcolo operatorio si sono riferite come abbiamo detto, allo studio della propagazione delle correnti telegrafiche e telefoniche nei cavi; in seguito sono stati presi in esame altri problemi, come lo studio dei filtri elettrici in regime transitorio, quello dell'efficacia di alcuni sistemi di protezione e di altri di cui ci occuperemo in seguito.

Ciò che rende il calcolo operatorio particolarmente utile in molte ricerche di elettrotecnica è la possibilità di ottenere il risultato sotto forma simbolica in modo semplicissimo, analogamente a quanto si fa nel metodo di Kennely e Steinmetz per lo studio delle correnti anternate. La risoluzione simbolica contiene in se tutti gli elementi di quella effettva alla quale si arriva attraverso procedimenti relativamente semplici. Alcuni caratteri della risoluzione effettiva possono poi dedursi dal semplice esame di quella simbolica: questo costituisce uno dei maggiori pregi del calcolo operatorio rispetto ad altri metodi.

In ciò che segue verranno esposti in forma semplice i principi su cui si basa il calcolo operatorio applicato allo studio dei fenomeni transitori, se ne metteranno in evidenza i vantaggi sviluppando alcuni esempi di applicazione a problemi pratici ed infine verranno svolte alcune considerazioni sulla propagazione delle perturabazioni elettriche lungo le linee.

(1) Nato a Londra il 13 maggio del 1850 e morto a Torquay il 3 febbraio 1925. Egli si occupò di calcolo operatorio tra il 1890 ed il 1912.

2. - Nozioni fondamentali sul calcolo degli operatori.

In questo capitolo e nel seguente, richiameremo in modo succinto gli elementi del calcolo operatorio in relazione all'argomento che ci interessa, e ciò allo scopo di venire in aiuto ai lettori non pratici di questo metodo di analisi. Per sviluppi più completi sulla parte generale, rimandiamo il lettore alle memorie già citate del Prof. Giorgi ed a quelle di Carson, Wiener, Bush ecc. citate nella bigliografia.

Lo studio dei circuiti elettrici in generale, si riconnette alla risoluzione di alcuni tipi di equazioni differenziali che assumono una forma molto semplce se si conviene di considerare la derivazione di una funzione, come il risultato dell'applicazione di un operatore, detto operatore differenziale (o più generalmente operatore funzionale) alla funzione stessa. In altri termini la derivata di una funzione $y(t)$ della variabile indpendente t, verrà indicata con la notazione seguente:

$$y'(t) = \frac{dy}{dt} = \Delta\, y(t) \tag{1}$$

Il simbolo Δ (2), formalmente eguale a d/dt, rappresenta l'operatore differenziale.

Convenendo di indicare col simbolo Δ^n l'operatore che trasforma una funzione nella sua derivata di ordine n, dove per ora n è un intero positivo sarà:

$$\Delta^n y(t) = \frac{\partial^n y(t)}{\partial t^n} \tag{2}$$

Ciò premesso, è facile rendersi conto che il simbolo Δ gode delle seguenti proprietà comuni con quelle delle quantità argebriche:

$$\Sigma\,[\Delta^n y(t)] = [\Sigma\,\Delta^n]\, y(t) \tag{3}$$

$$\Delta^n\, \Sigma\, y(t) = \Sigma\, \Delta^n y(t) \tag{4}$$

$$\Delta^m \Delta^n \ldots \Delta^r y(t) = \Delta^{m+n+\ldots r} y(t) \tag{5}$$

e così via. È chiaro inoltre che la proprietà commutativa risulta sempre soddisfatta.

Volendo attribuire significato ad una potenza negativa di Δ si può osservare che, per analogia con le regole dell'algebra, deve essere:

$$\Delta\,(\Delta^{-1} y) = y$$

il che porta come conseguenza:

$$\Delta^{-1} y = \int y\, dt + c_1$$

dove c_1 è una costante arbitraria.

In generale sarà:

$$\Delta^{-n} y = \int\int \cdots \int y\, dt^n + c_1 t^{n-1} + c_2 t^{n-2} + \ldots + c_n \tag{6}$$

segue da quest'ultime formule che in generale:

$$\Delta^{-n} (\Delta^n y) \neq \Delta^n (\Delta^{-n} y) \tag{7}$$

e quindi la proprietà commutativa non risulta soddisfatta per le potenze negative del simbolo Δ a meno di introdurre qualche limitazione nella scelta delle costanti arbitrarie.

Nelle applicazioni alla elettrotecnica ed alla fisica, le integrazioni da effettuare per l'interpretazione dei simboli operativi non si presentano mai indefinite bensì entro limiti determinati e precisamente, quando la variabile indipendente t è il tempo, tali limiti sono in generale $-\infty$ e t, e la y, si annulla per $t = -\infty$ (3).

Tenuto conto di questa limitazione, risulta soddisfatta la proprietà commutativa del prodotto anche nel caso di esponenti negativi del simbolo Δ. È questa una limitazione che se non potrebbe essere accettata da un analista nulla toglie alla generalità del problema tecnico che ci interessa.

Possiamo ora definire senza difficoltà un'espressione come la

(2) Abbiamo scelto il simbolo Δ proposto dal Giorgi, ma avvertiamo che non tutti gli autori usano questa notazione, che peraltro, è quella che meno si presta a confusione o equivoco nei problemi di elettrotecnica. Heaviside e la maggior parte degli autori americani usano il simbolo p, gli analisti invece preferiscono la notazione D.

(3) Precisiamo fin d'ora questo punto in base ad un esempio.

Si abbia un'induttanza pura (caso ideale di induttanza senza resistenza) L alla quale viene applicata una tensione variabile $\mathcal{V}(t)$ rappresentata in funzione del tempo, da un diagramma; ad es. quello della fig. 2 sia da ricercare il valore della corrente all'istante t. Dovendo la tensione

seguente:

$$Z(t) = P(\Delta)\, y(t) \tag{8}$$

dove $P(\Delta)$ è un polinomio in Δ.

$$P(\Delta) = a + b\Delta + c\Delta^2 + \ldots + k\Delta^n + b_1\Delta^{-1} + c_1\Delta^{-2} + \ldots + h_1\Delta^{-m} \tag{9}$$

Il simbolo $P(\Delta)$ rappresenta un operatore più generale di Δ. È naturale che la (8) ha significato soltanto se la $y(t)$ è derivabile ed integrabile.

Si è ora logicamente indotti a ricercare se non fosse possibile definire operatori $P(\Delta)$ i quali risultino da una espressione analitica qualsiasi in Δ. Si tratta quindi di stabilire quale significato si deve attribuire ad una espressione $f(\Delta)$ o, come si dice spesso, di valutare l'operatore $f(\Delta)$.

In tutto quanto segue l'espressione $f(\Delta)$ comprende oltre il simbolo Δ soltanto dei parametri costanti rispetto a t. Salvo indicazione contraria la variabile t è il tempo.

Si chiama *operatore funzionale* o semplicemente *operatore* la espressione $f(\Delta)$ ed *operando* la funzione di t cui quest'ultimo viene applicato.

In un caso particolare l'operatore $f(\Delta)$ può essere interpretato direttamente; si dimostra infatti che

$$f(\Delta)\, e^{ht} = f(h)\, e^{ht} \tag{10}$$

È facile verificare questa proprietà importantissima nel caso in cui la $f(\Delta)$ è scomponibile in un somma di termini della forma $k\,\Delta^n$ con n intero.

La proprietà espressa dalla (10) si può estendere direttamente agli operandi costituiti da una somma di funzioni esponenziali: si ha cioè

$$f(\Delta)\, \Sigma\, e^{h_n t} = \Sigma\, f(h_n)\, e^{h_n t} \tag{11}$$

Questa proprietà si applica direttamente alle funzioni circolari ed iperboliche seno e coseno.

Teorema di trasposizione. — Il teorema di trasposizione esprime la proprietà seguente:

$$f(\Delta)\left[e^{ht}\, \mathcal{V}(t)\right] = e^{ht} f(\Delta + h)\, \mathcal{V}(t) \tag{12}$$

Il Boole ha dimostrato che la (12) è valida anche quando la $\mathcal{V}(t)$ non è derivabile (4) (come nel caso della $1(t)$ ed altre funzioni discontinue che incontreremo in seguito).

Due corollari importanti della (12) sono espressi dalle formole seguenti:

$$f(\Delta + h)\, \mathcal{V}(t) = e^{-ht} f(\Delta)\left[e^{ht}\, \mathcal{V}(t)\right] \tag{13}$$

$$f(\Delta)\, \mathcal{V}(t) = e^{ht} f(\Delta + h)\left[e^{-ht}\, \mathcal{V}(t)\right] \tag{14}$$

La relazione (10) dà l'interpretazione diretta di un operatore qualsiasi in relazione ad un operando di forma esponenziale, la formola seguente, permette invece di interpretare direttamente un operatore di forma esponenziale in relazione ad un operando qualsiasi.

$$e^{h\Delta}\, \mathcal{V}(t) = \mathcal{V}(t + h) \tag{15}$$

Il Giorgi ha dimostrato la proprità espressa dalla (15) in generale ed anche per una $\mathcal{V}(t)$ discontinua (5). Quando la $\mathcal{V}(t)$ è derivabile, la (15) può essere agevolmente verificata constatando che se si sviluppa in serie la $e^{h\Delta}$ si ottiene lo sviluppo di Taylor della $\mathcal{V}(t + h)$.

Le relazioni (10) (11), (15) mostrano la possibilità di interpretare in alcuni casi e di trasformare in altri un simbolo di operazione $f(\Delta)$ qualsiasi.

Prima di procedere oltre e per fissare le idee, vediamo come lo studio dei circuiti elettrici in regime transitorio, possa ricondursi alla valutazione di simboli operativi della forma $f(\Delta)$ e come molti di essi possano essere interpretati in base alle semplici regole esposte.

3. - Equazioni dei circuiti elettrici.

Lo studio di un circuito elettrico dato, in condizioni di funzionamento qualsiasi, consiste nel ricercare in base alle sue caratteristiche, le relazioni che esistono in ogni istante tra le tensioni e le correnti in gioco negli elementi che lo compongono. Ordinariamente sono date le tensioni applicate dall'esterno tra una o più coppie di nodi del circuito e si tratta di ricercare la corrente in uno o più rami ovvero la tensione tra due nodi non alimentati. A queste relazioni si perviene scrivendo per i nodi le equazioni di non accumulazione:

$$\Sigma\, i = 0 \tag{16}$$

e per i rami le equazioni di compensazione tra la tensione ai nodi terminali, supposta comunque variabile nel tempo, e la somma delle cadute di tensione ohmiche e delle tensioni interne. Si ha così un secondo gruppo di equazioni del tipo:

$$v = r\, i + \Sigma\, e \tag{17}$$

La risoluzione del sistema di equazioni risultante dalle (16) e dalle (17) conduce alla determinazione delle relazioni richieste.

Le equazioni del gruppo (17) sono differenziali ogniqualvolta il ramo considerato comprende induttanze, capacità o accoppiamenti induttivi. Infatti la tensione ai capi di una induttanza L è data, come è noto da:

$$e_l = L\, \frac{d\,i}{d\,t} \tag{18}$$

quella ai capi di un condensatore di capacità c, da:

$$e_c = \frac{1}{c} \int_{-\infty}^{t} i\, d\,t \tag{19}$$

e la tensione indotta in un circuito accoppiato con un altro percorso da una corrente i_1 è data da:

$$e_M = M\, \frac{d\,i}{d\,t} \tag{20}$$

Dove M è il coefficiente di mutua induzione tra i due circuiti.

La risoluzione di un tale sistema di equazioni differenziali con i metodi ordinari, diventa particolarmente laboriosa non appena il circuito in esame diventa un po' complicato, inoltre tali metodi

---

$\mathcal{V}(t)$ eguagliare ad ogni istante la caduta di potenziale nell'induttanza si ha

$$\mathcal{V}(t) = L\, \frac{d\,i}{d\,t} = L\, \Delta\, i$$

per cui

$$i(t) = \frac{1}{L}\, \Delta^{-1}\, \mathcal{V}(t) = \int_{-\infty}^{t} \mathcal{V}(t)\, d\,t$$

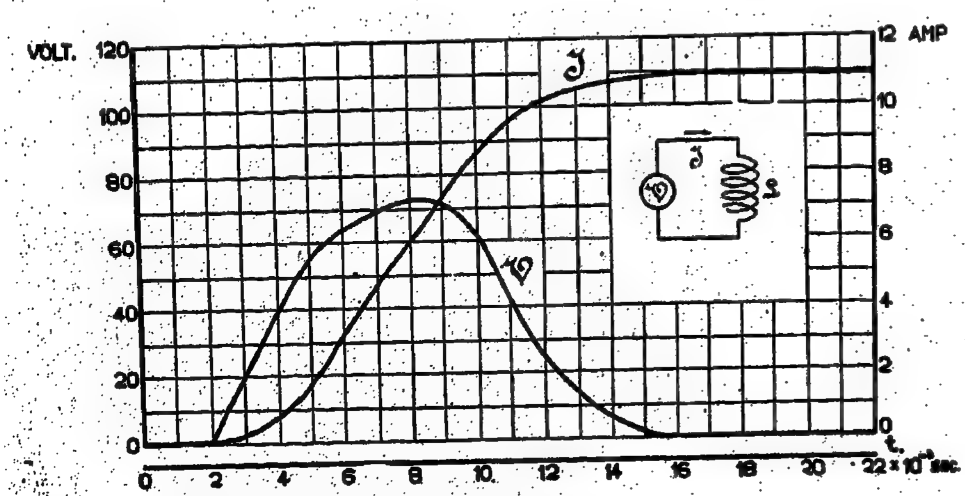


Fig. 2. — Determinazione grafica della corrente in un circuito puramente induttivo. - $L = 0.05$ henry.

L'integrale viene effettuato entro i limiti $-\infty$ e t per il fatto che in ogni istante la corrente i dipende dai valori precedentemente assunti dalla tensione applicata.

Naturalmente è chiaro che se la tensione fu applicata all'epoca τ, si ha

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_{\tau}^{t} \mathcal{V}(t)\, d\,t$$

il limite $-\infty$ può essere conservato per generalità.

---

(4) Ricordiamo che mentre al primo membro della (12) l'operatore $f(\Delta)$ opera sulla funzione del tempo $e^{ht}\, \mathcal{V}(t)$, al secondo membro, l'operatore $f(\Delta + h)$ (h è costante) opera sulla funzione $\mathcal{V}(t)$ ed il risultato viene moltiplicato per e^{ht}.

(5) Vedere bibliografia [3].

sono poco adatti a mettere in evidenza le caratteristiche del circuito indipendentemente dalle sollecitazioni elettriche cui è sottoposto. Il calcolo operatorio offre invece un mezzo molto semplice e rapido per risolvere il problema proposto.

In base alle notazioni introdotte nel paragrafo precedente le (18), (19) e (20) assumono rispettivamente le forme:

$$L \Delta i \; ; \; \frac{1}{c} \Delta^{-1} i \; ; \; M \Delta i_1$$

e le equazioni (17) di Kirchhoff, se si conviene di considerare nei calcoli il simbolo Δ come una quantità algebrica, si possono considerare come delle ordinarie equazioni di primo grado.

In queste condizioni il sistema di equazioni simultanee che risulta dalle relazioni (16) e (17) così trasformate, può essere risolto considerando il simbolo Δ come una costante. La relazione tra due grandezze elettriche in gioco nel circuito dato assume allora l'aspetto seguente:

$$I(t) = f(\Delta)\, V(t) \tag{21}$$

dove $I(t)$ è la grandezza che si ricerca (ad es. la corrente in un ramo) espressa in funzione del tempo, e $V(t)$ la grandezza nota, anch'essa espressa in funzione del tempo (ad es. la tensione tra due nodi). Il simbolo $f(\Delta)$ sta a rappresentare una funzione dell'operatore Δ e delle costanti del circuito.

Nel caso in cui ad una rete di circuiti sono applicate più tensioni tra coppie di nodi diverse, l'espressione della corrente in un ramo assume l'aspetto seguente:

$$I(t) = f_1(\Delta)\, V_1(t) + f_2(\Delta)\, V_2(t) + \ldots\ldots + f_n(\Delta)\, V_n(t) \tag{22}$$

Anche in questo caso le espressioni $f(\Delta)$ sono funzioni razionali del simbolo di derivazione unito a quantità tutte costanti rispetto al tempo.

È opportuno a questo punto richiamare l'attenzione sul fatto che i problemi trattabili mediante il calcolo operatorio sono soltanto quelli a cui dànno origine i circuiti normali, cioè quei circuiti i cui elementi sono invariabili rspetto al tempo almeno per la durata del processo che si esamina. Non rientrano in questa categoria i circuiti comprendenti nuclei magnetici vicini alla saturazione, come pure i condensatori il cui dielettrico presenta delle dispersioni relativamente forti e variabili con la tensione applicata, le resistenze costituite da elettroliti la cui resistività dipende dalla rapidità con cui varia la tensione ad essi applicata, ecc.

È infatti evidente che soltanto ai circuiti normali può applicarsi il principio della sovrapposizione degli effetti nel senso che se tra due punti del circuito considerato viene applicata una tensione variabile col tempo $V(t)$ e questa produce in un ramo una corrente $I(t)$, mentre un'altra tensione $V_1(t)$ produrrebbe una corrente $I_1(t)$, la tensione $V(t) + V_1(t)$ dà luogo alla corrente $I(t) + I_1(t)$. La condizione di normalità, come è noto, è necessaria anche perchè sia possibile studiare la proprietà di un circuito in corrente alternata mediante il metodo simbolico.

Possiamo dire quindi che *il metodo degli operatori si applica a quei circuiti per i quali è valido il metodo simbolico di Steinmetz in regime alternativo permanente e qualunque sia la frequenza delle correnti in gioco.*

Il Prof. Giorgi ha dimostrato in modo esauriente che *sotto queste condizioni agli operatori $f(\Delta)$ originati dalla risoluzione di problemi elettrici, si possono applicare tutte le regole dell'algebra ordinaria* [2].

Ritornando al problema fisico che ci siamo posti, possiamo dire che, formalmente, lo studio di un circuito in regime qualsiasi può farsi in modo del tutto analogo a quanto si fa nel caso delle correnti alternative permanenti mediante il metodo simbolico: basta attribuire a ciascun ramo una certa impedenza $\mathcal{Z}$ o una ammettenza $\mathcal{Y}$ e risolvere le equazioni ne più ne meno che come se $\mathcal{Z}$ ed $\mathcal{Y}$ fossero delle resistenze o delle conduttanze; la differenza sta nel fatto che mentre nel caso delle correnti alternate si attribuiscono alle induttanze, capacità, e mutue induzioni, delle reattanze induttive, di capacità e di mutua induzione espresse da:

$$j \omega L \; ; \; \frac{1}{j \omega c} \; ; \; j \omega M,$$

nel caso generale di tensioni e correnti di forma qualsiasi le stesse grandezze assumono le espressioni già indicate rispettivamente con

$$\Delta L \; ; \; \frac{1}{\Delta c} \; ; \; \Delta M$$

Cioè *si ha la risoluzione formale del problema se in quella relativa alle correnti alternative si sostituisce al simbolo $j \omega$ il simbolo Δ dell'operatore differenziale.*

Per analogia con le denominazioni in uso nella teoria delle correnti alternative, useremo i termini:

ammettenza generalizzata di un circuito, definita da quell'operatore che applicato a quella funzione del tempo che rappresenta la tensione, la trasforma nella espressione che rappresenta la corrente;

l'impedenza generalizzata di un circuito sarà definita dall'inverso dell'operatore ammettenza corrispondente.

Circa l'analogia d'impostazione tra problemi riguardanti la teoria delle correnti alternate con quelli riguardanti la teoria delle correnti di forma qualsiasi, è opportuno richiamare l'attenzione su un errore che è facile commettere: infatti le proprietà dell'operatore Δ non hanno nulla a che vedere con quelle dell'unità immaginaria j, quindi la *sostituzione di Δ a $j \omega$ va eseguita prima di iniziare nei calcoli qualsiasi semplificazione.*

Allo scopo di evitare confusioni o ambiguità, indicheremo le espressioni simboliche dell'impedenza e dell'ammettenza generalizzate in carattere rotondo maiuscolo e rispettivamente con le notazioni $\mathcal{Z}$ ed $\mathcal{Y}$. Le correnti e tensioni o forze elettromotrici variabili in funzione del tempo verranno anch'esse indicate in carattere rotondo e rispettivamente con i simboli $\mathcal{I}(t)$ e $\mathcal{V}(t)$ o $\mathcal{E}(t)$; nel caso particolare delle correnti alternative useremo come di solito il carattere grassetto. Nelle figure, per semplicità, le tensioni e correnti variabili sono indicate in carattere rotondo.

4. - Valutazione degli operatori derivanti dallo studio delle reti di circuiti.

Le formole a cui si giunge attraverso il procedimento indicato esprimono relazioni tra grandezze elettriche soltanto in via formale: intendiamo dire con ciò che esse non possono essere adoperate per il calcolo diretto dei valori numerici, benchè da esse possano dedursi, come vedremo in seguito, molti caratteri della effettiva risoluzione del problema proposto: per poter arrivare a quest'ultima, occorre interpretare gli operatori, occorre cioè risolvere quello che il Prof. Giorgi chiama il problema di valutazione.

Prima di esporre le regole per la valutazione degli operatori a cui dà luogo lo studio dei circuiti elettrici in generale, esaminiamo un caso particolare molto semplice, il quale renderà più facile l'intelligenza del caso generale.



Fig. 3. — Determinazione grafica della corrente in un circuito formato da una resistenza ed un induttanza in serie.
r = 10 ohm L = 0,05 henry per cui α = 200.

Sia dato un circuito composto da una resistenza r e da una induttanza L disposte in serie: ai poli di esso, viene applicata una tensione variabile $\mathcal{V}(t)$ rappresentata sotto forma di diagramma in fig. 3. Si tratta di determinare la corrente $\mathcal{I}(t)$ che circola nel circuito.

L'impedenza generalizzata del circuito è $\mathcal{Z} = r + L\Delta$ (nel caso di corrente alternata di pulsazione ω è $Z = r + j \omega L$): la relazione tra corrente e tensione applicata si può esprimere quindi sotto forma simbolica come segue:

$$\mathcal{I}(t) = \frac{1}{\mathcal{Z}} \mathcal{V}(t) = \left(\frac{1}{r + \Delta L}\right) \mathcal{V}(t) \tag{23}$$

In questo caso l'operatore $1/\mathcal{Z}$ opera la trasformazione della $\mathcal{V}(t)$ (nota) nella $\mathcal{J}(t)$ (incognita).

L'operatore $1/\mathcal{Z}$ si interpreta in modo molto semplice applicando il teorema di trasposizione espresso sotto la forma (form. 13)

$$f(\Delta + h)\,\mathcal{V}(t) = e^{-ht} f(\Delta)\, e^{ht}\, \mathcal{V}(t)$$

Infatti, posto $r/L = \alpha$, la (23) assume la forma:

$$\mathcal{J}(t) = \frac{1}{L}\left(\frac{1}{\Delta + \alpha}\right)\mathcal{V}(t)$$

e posto $h = \alpha$ si ha:

$$\mathcal{J}(t) = e^{-\alpha t}\,\frac{1}{L}\cdot\frac{1}{\Delta}\, e^{\alpha t}\,\mathcal{V}(t)$$

da cui

(24) $$\Delta(t) = \frac{1}{L} e^{-\alpha t}\int_{-\infty}^{t} e^{\alpha t}\,\mathcal{V}(t)\,dt$$

Nella fig. 3 è mostrato, con riferimento ad un esempio numerico, come la $\mathcal{J}(t)$ possa calcolarsi graficamente.

Quando la $\mathcal{V}(t)$ si può rappresentare con una funzione analitica del tempo, l'integrale (24) può essere risolto ottenendo così l'espressione della $\mathcal{J}(t)$ in funzione del tempo.

A titolo di esempio esaminiamo il caso ben noto in cui la tensione $\mathcal{V}(t)$ è data da:

$$\mathcal{V}(t) = V\, 1(t)$$

dove con il simbolo $1(t)$ indichiamo la funzione di Heaviside, e V è una tensione di valore costante, per cui la $\mathcal{V}(t)$ si mantiene eguale a zero nell'intervallo di tempo che va da $t = -\infty$ a $t = 0$ e si mantiene costante ed eguale a V nell'intervallo di tempo che va da $t = 0$ a $t = +\infty$.

Si ha in queste condizioni:

$$\mathcal{J}(t) = \frac{1}{L} e^{-\alpha t}\int_{-\infty}^{t} e^{\alpha t}\; V \cdot 1(t)\,dt = \frac{V}{L} e^{-\alpha t}\int_{0}^{t} e^{\alpha t}\,dt$$

da cui

(25) $$\mathcal{J}(t) = \frac{V}{r}\left(1 - e^{-\alpha t}\right) 1(t)$$

Questo risultato è del resto ben noto.

Dallo studio del semplice problema propostoci, risulta che in generale un operatore:

$$f(\Delta) = \frac{1}{\Delta + \alpha}$$

può essere valutato sotto forma di integrale semplice dalla relazione:

(26) $$\left(\frac{1}{\Delta + \alpha}\right)\mathcal{V}(t) = e^{-\alpha t}\int_{-\infty}^{t} e^{\alpha t}\,\mathcal{V}(t)\,dt$$

Questa formola è sempre valida finchè la funzione $\mathcal{V}(t)$ è integrabile, e questo si verifica in tutti i casi pratici.

Nel caso in cui alla $\mathcal{V}(t)$ si sostituisce la funzione $1(t)$ di Heaviside, abbiamo:

(26 bis) $$\left(\frac{1}{\Delta + \alpha}\right) 1(t) = \frac{1}{\alpha}\left(1 - e^{-\alpha t}\right) 1(t)$$

Il secondo membro delle relazioni (25) e (26 *bis*) è moltiplicato per la funzione $1(t)$; ciò sta ad indicare che il risultato è valido a partire da $t = 0$ e che per $t < 0$ il valore della espressione è nullo e ciò deve essere in quantochè nel circuito considerato, non può passare corrente finchè la tensione si mantiene nulla, in altri termini, l'effetto non può precedere la causa.

Le formole (26) e (26 *bis*) serviranno di base per l'esame del caso più generale.

Abbiamo visto che la relazione funzionale tra due o più grandezze elettriche in gioco in una rete di circuiti normali, è data dalla risoluzione di un sistema di equazioni di primo grado: l'espressione generale della grandezza incognita in funzione delle tensioni applicate assume l'aspetto:

(27) $$\mathcal{J}(t) = f_1(\Delta)\,\mathcal{V}_1(t) + f_2(\Delta)\,\mathcal{V}_2(t) + \ldots + f_n(\Delta)\,\mathcal{V}_n(t)$$

dove i termini $f_1(\Delta)$, $f_2(\Delta)$,... $f_n(\Delta)$ sono adimensionali ovvero omogenei con ammettenze a seconda che la grandezza incognita $\mathcal{J}(t)$ è una corrente o una tensione [6].

Ora se si tiene conto della linearità delle equazioni che dànno luogo all'espressione (27) si vede facilmente che in ogni caso le $f(\Delta)$ debbono risultare dal rapporto di due polinomi in Δ; sarà cioè in generale:

(28) $$\frac{M(\Delta)}{N(\Delta)} = \frac{a_1\Delta^m + a_2\Delta^{m-1} + a_3\Delta^{m-2} + \ldots\ldots + a}{b_1\Delta^n + b_2\Delta^{n-1} + b_3\Delta^{n-2} + \ldots\ldots + b}$$

Si tratta ora di valutare l'operatore (28). Per far ciò, cominciamo col distinguere due casi e cioè:

1°) $m > n$

2°) $m < n$.

Il primo caso può ricondursi al secondo effettuando la divisione dei polinomi $M(\Delta)$ ed $N(\Delta)$ per cui la (28) si trasforma in:

$$f(\Delta) = Q_{m-n}(\Delta) + \frac{M_{n-1}(\Delta)}{N_n(\Delta)}$$

dove gli indici rappresentano il grado dei polinomi a cui si riferiscono.

L'operazione espressa da $Q_{m-n}(\Delta)$ si interpreta direttamente; infatti:

$$Q_{m-n}(\Delta)\,\mathcal{V}(t) = (q_0 + q_1\Delta + q_2\Delta^2 + \ldots\ldots + q_{m-n}\Delta^{m-n})\,\mathcal{V}(t)$$
$$= q_0\mathcal{V}(t) + q_1\frac{d\mathcal{V}(t)}{dt} + q_2\frac{d^2\mathcal{V}(t)}{dt^2} + \ldots + q_{m-n}\frac{d^{m-n}\mathcal{V}(t)}{dt^{m-n}}$$

Ne segue che il caso 2°) può essere riguardato come generale.

Se $m < n$, all'interpretazione dell'operatore (28) si arriva facilmente dopo avere scomposto l'espressione di $f(\Delta)$ in frazioni semplici alle quali possa applicarsi la formola di valutazione (24).

Il procedimento da seguire per effettuare questa scomposizione è noto, ma vale la pena di richiamarlo onde arrivare a delle formole di facile applicazione pratica.

Le operazioni da eseguire procedono nell'ordine seguente:

Risolta l'equazione in Δ

(29) $$N(\Delta) = b_1\Delta^n + b_2\Delta^{n-1} + b_3\Delta^{n-2} + \ldots + b = 0$$

rispetto al simbolo Δ considerato come incognita, si distinguono tre casi a seconda della natura delle radici, siano esse reali o immaginarie.

1°) Le radici sono tutte distinte.

2°) Le radici sono tutte multiple.

3°) Si hanno contemporaneamente radici distinte e radici multiple.

Nel 1°) caso che è il più frequente in pratica, indicando le radici della (29) con α_1, α_2,... α_n e supposti questi valori tutti differenti da zero; si ha:

(30) $$f(\Delta) = \frac{M(\Delta)}{N(\Delta)} = \frac{A}{\Delta - \alpha_1} + \frac{B}{\Delta - \alpha_2} + \ldots + \frac{K}{\Delta - \alpha_n}$$

dove le costanti A, B, C... K si ricavano direttamente dalle relazioni:

(31) $$A = \frac{M(\alpha_1)}{N'(\alpha_1)}\;;\; B = \frac{M(\alpha_2)}{N'(\alpha_2)}\;;\; \ldots\ldots\;;\; K = \frac{M(\alpha_n)}{N'(\alpha_n)}$$

in cui i simboli $M(\alpha_1)$; $M(\alpha_2)$;... $M(\alpha_n)$ rappresentano i valori che assume il polinomio $M(\Delta)$ quando a Δ si sostituiscono rispettivamente le radici α_1, α_2... α_n ed $N'(\alpha_1)$, $N'(\alpha_2)$,... $N'(\alpha_n)$ i valori che assumono le derivate del polinomio $N(\Delta)$ (prese rispetto al simbolo Δ considerato come una variabile ordinaria) per $\Delta = \alpha_1$; $\Delta = \alpha_2$;... $\Delta = \alpha_n$ successivamente.

Nel caso 2°) si abbia una radice β_r multipla di ordine r, una radice β_p multipla di ordine p, una radice β_q multipla di ordine q, ecc. con $r > 1$; $p > 1$; $q > 1$, ecc.

Si ha allora:

$$f(\Delta) = \frac{M(\Delta)}{N(\Delta)} = \frac{A_r}{(\Delta - \beta_r)^r} + \frac{A_{r-1}}{(\Delta - \beta_r)^{r-1}} + \ldots\ldots + \frac{A_1}{\Delta - \beta_r} +$$

(6) È evidente che nella determinazione delle dimensioni fisiche dei simboli operazionali, Δ va riguardato come grandezza avente la dimensione $[T^{-1}]$; infatti nel caso delle correnti alternative è $\Delta = j\,2\pi/T$.

$$(32) \quad + \frac{B_p}{(\Delta - \beta_p)^p} + \frac{B_{p-1}}{(\Delta - \beta_p)^{p-1}} + \ldots + \frac{B_1}{\Delta - \beta_p} + \frac{C_q}{(\Delta - \beta_q)^q} + \ldots$$

Le costanti $A_r \ldots A_1$; $B_p \ldots B_1$; $C_q \ldots C_1$, ecc. sono date da:

$$A_r = M(\beta_r) \;;\; A_{r-1} = \frac{M'(\beta_r)}{1!} \;;\; A_{r-2} = \frac{M''(\beta_r)}{2!} \ldots$$

$$B_p = M(\beta_p) \;;\; B_{p-1} = \frac{M'(\beta_p)}{1!} \;;\; B_{p-2} = \frac{M''(\beta_p)}{2!}$$

$$C_q = M(\beta_q) \;;\; \ldots$$

dove $M'(\beta_r)$; $M''(\beta_r)$;... ecc. rappresentano le derivate successive del polinomio $M(\Delta)$ rispetto a Δ e per $\Delta = \beta_r$ ecc.

Nel caso 3°) in cui si hanno radici semplici e radici multiple, le radici semplici dànno luogo ad uno sviluppo del genere di quello espresso dalla relazione (30) mentre le radici multiple ne forniscono uno del genere di quello espresso dalla formola (32). Per la determinazione delle costanti, conviene in questo caso eguagliare la frazione (28) ad una somma di frazioni semplici del genere di (10) e (12) (si avranno tante frazioni del tipo (10) per quante sono le radici semplici, mentre, per ogni radice multipla se ne avrà un numero eguale al suo grado di molteplicità), eliminare i denominatori e determinare i valori di A_r , B_p , C_q ecc. sostituendo a Δ successivamente i valori β_r ; β_p ; β_q... Per determinare poi i valori di $A_{r-1} \ldots A_1$; $B_{p-1} \ldots B_1$ ecc. e di A , B,... K, basta eguagliare tra loro i coefficienti delle potenze di Δ che si corrispondono nei due membri della identità che si ottiene dopo averla resa intera (metodo dei coefficienti indeterminati) [7].

La decomposizione della $f(\Delta)$ in frazioni semplici, ci ha permesso di ricondurre la valutazione dell'operatore (28) a quella degli operatori del tipo:

$$\frac{k}{\Delta - \alpha_n} \quad (30') \qquad \frac{A_r}{(\Delta - \beta_r)^r} \quad (32')$$

Conosciamo già la valutazione dell'operatore (30'), essa è espressa da:

$$(34) \qquad \frac{k}{\Delta - \alpha_n} \mathcal{V}(t) = k e^{\alpha_n t} \int_{-\infty}^{t} e^{-\alpha_n t} \mathcal{V}(t)\, dt$$

Circa la valutazione degli operatori del tipo (32') essa si ottiene facilmente applicando il teorema di trasposizione sotto la forma espressa dalla formola (13). Si ha:

$$\frac{A_r}{(\Delta - \beta_r)^r} \mathcal{V}(t) = A_r e^{\beta_r t} \frac{1}{\Delta^r} e^{-\beta_r t}$$

da cui:

$$(35) \qquad \frac{A_r}{(\Delta - \beta_r)^r} \mathcal{V}(t) = A_r e^{\beta_r t} \underbrace{\int \int \ldots \int_{-\infty}^{t}}_{} e^{-\beta_r t} \mathcal{V}(t)\, dt^r$$

Vedremo tra breve come la valutazione degli operatori del genere di (32') può essere effettuata anche sotto un'altra forma che evita l'uso degli integrali multipli.

Nel caso in cui alcune delle radici dell'equazione $N(\Delta)$ sono immaginarie, non si hanno difficoltà particolari dato che, come vedremo meglio più avanti, i termini risultanti da queste, combinati due a due, dànno luogo ad un risultato reale.

5. - Teorema dello sviluppo.

Un caso molto importante in pratica è quello che si presenta quando la $\mathcal{V}(t)$ è data sotto la forma di un'onda rettangolare. Per precisare meglio, riferiamoci ad un caso concreto: si applichi bruscamente tra due nodi di un circuito elettrico una tensione continua il cui valore costante è V e sia da ricercare la corrente in un ramo del circuito o la tensione tra due nodi qualsiasi. La risoluzione di un simile problema rientra come caso particolare nella trattazione precedente, ma data la sua grande importanza ci soffermeremo un po' sull'argomento.

La corrente circolante nel circuito, dovuta alla tensione $V\,1(t)$ si esprime simbolicamente mediante la relazione:

$$\mathcal{J}(t) = f(\Delta)\, V \cdot 1(t) = V \frac{M(\Delta)}{N(\Delta)} 1(t)$$

Supponiamo che l'equazione $N(\Delta) = 0$ ammetta radici distinte e non nulle e che inoltre il grado del polinomio $M(\Delta)$ sia inferiore a quello del polinomio $N(\Delta)$ [8]. In base alle formole (30) e (31) possiamo scrivere allora:

$$\mathcal{J}(t) = \left[\frac{A}{\Delta - \alpha_1} + \frac{B}{\Delta - \alpha_2} + \ldots + \frac{K}{\Delta - \alpha_n}\right] V \cdot 1(t)$$

applicando la (26 *bis*) si ottiene:

$$\mathcal{J}(t) = \left[\frac{A}{-\alpha_1} + \frac{B}{-\alpha_2} + \ldots + \frac{K}{-\alpha_n} + \frac{A}{\alpha_1} e^{\alpha_1 t} + \frac{B}{\alpha_2} e^{\alpha_2 t} + \ldots + \frac{K}{\alpha_n} e^{\alpha_n t}\right] V \cdot 1(t)$$

È facile riconoscere che:

$$\frac{A}{-\alpha_1} + \frac{B}{-\alpha_2} + \ldots + \frac{K}{-\alpha_n} = \frac{M(0)}{N(0)} = f(0)$$

dove $f(0)$ è il valore assunto da $f(\Delta)$ per $\Delta = 0$.

Tenendo conto delle formole (31), si vede facilmente che il risultato si può esprimere sotto la forma:

$$(37) \qquad \mathcal{J}(t) = \left[\frac{M(0)}{N(0)} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{M(\alpha_i)}{\alpha_i N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t}\right] V \cdot 1(t)$$

Il simbolo $1(t)$ sta ad indicare che l'espressione (37) è valida soltanto a partire dall'istante $t = 0$.

La relazione (37) viene riportata spesso sotto il nome di Teorema dello sviluppo ed è dovuta ad Heaviside che la chiamò *Expansion Theorem.*

Un'espressione più generale del teorema dello sviluppo si ottiene risolvendo la (36) per il caso in cui la $\mathcal{V}(t)$ è di forma qualsiasi: si ottiene allora:

$$(38) \quad \mathcal{J}(t) = \left[\frac{A}{\Delta - \alpha_1} + \frac{B}{\Delta - \alpha_2} + \frac{C}{\Delta - \alpha_3} + \ldots + \frac{k}{\Delta - \alpha_n}\right] \mathcal{V}(t)$$

ed applicando la (34) si ha:

$$(39) \qquad \mathcal{J}(t) = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{M(\alpha_i)}{N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t} \int_{-\infty}^{t} e^{-\alpha_i t} \mathcal{V}(t)\, dt$$

L'unica difficoltà che si può incontrare nell'applicazione pratica del teorema dello sviluppo o della sua generalizzazione può derivare dal fatto che nel caso in cui il circuito in studio è un po' complesso, si debbono risolvere equazioni $N(\Delta) = 0$ di grado superiore al secondo: indicheremo più avanti un metodo pratico di risoluzione numerica delle equazioni di grado superiore che è particolarmente adatto per i nostri scopi (v. Appendice I).

Non sarà inutile ricordare che il teorema dello sviluppo è valido soltanto nel caso in cui le radici dell'equazione $N(\Delta) = 0$ sono distinte e differenti da zero. Se una delle radici è nulla al risultato si perviene trasformando l'espressione $\frac{M(\Delta)}{N(\Delta)}$ nell'altra $\frac{1}{\Delta} \frac{M(\Delta)}{N_1(\Delta)}$; dove il simbolo $\frac{1}{\Delta}$ si interpreta direttamente e l'operatore $\frac{M(\Delta)}{N(\Delta)}$ si valuta in base alle regole già esposte. Il caso delle radici eguali può essere considerato come un caso limite, ma su questo punto ritorneremo in seguito.

Caso delle radici immaginarie. — Quando alcune delle radici sono immaginarie, non si presentano particolari difficoltà e le espressioni si semplificano rapidamente nel modo seguente. Si abbiano due radici immaginarie coniugate:

$$\alpha_1 = r + j\omega \qquad \text{ed} \qquad \alpha_2 = r - j\omega$$

In queste condizioni è facile vedere che, nel caso della formula (37),

---

[7] La dimostrazione delle relazioni riportate si trova in molti trattati di Analisi Infinitesimale e precisamente nei capitoli che si riferiscono alla integrazione delle funzioni razionali.

[8] Vedremo più oltre che questa limitazione non è necessaria se si interpreta convenientemente il risultato a cui si perviene.

anche le espressioni:

$$\frac{M(\alpha_1)}{\alpha_1 N'(\alpha_1)} \qquad \text{e} \qquad \frac{M(\alpha_2)}{\alpha_2 N'(\alpha_2)}$$

sono anch'esse immaginarie coniugate: le indicheremo con:

$$\eta_1 + j\,\eta_2 \qquad \text{ed} \qquad \eta_1 - j\,\eta_2$$

ovvero:

$$\rho\, e^{j\psi} \qquad \rho\, e^{-j\psi}$$

dove:

$$\rho = \sqrt{\eta_1^2 + \eta_2^2} \qquad \text{e} \qquad \psi = \text{arc tg}\left(\frac{\eta_2}{\eta_1}\right)$$

ciò posto risulta che la somma dei due termini variabili corrispondenti alle radici α_1 ed α_2 è:

$$\rho\, e^{j\psi}\, e^{(r+j\omega)t} + \rho\, e^{-j\psi}\, e^{(r-j\omega)t}$$

ovvero:

$$(40) \qquad \rho\, e^{rt}\left[e^{j(\omega t+\psi)} + e^{-j(\omega t+\psi)}\right] = 2\,\rho\, e^{rt} \cos(\omega\, t + \psi)$$

Ne segue che ad ogni coppia di radici immaginarie coniugate corrisponde un termine oscillante di ampiezza $2\,\rho$ e di frequenza ω. Generalmente questa oscillazione è smorzata, quindi è $r < 0$.

Nel caso della formola più generale (39) si possono eseguire le seguenti utili trasformazioni.

Siano:

$$\alpha_1 = r + j\,\omega \qquad \text{ed} \qquad \alpha_2 = r - j\,\omega$$

due radici immaginarie coniugate; sia inoltre:

$$\frac{M(\alpha_1)}{N'(\alpha_1)} = \sigma_1 + j\,\sigma_2 = \rho_1\, e^{j\psi_1} \qquad \text{ed} \qquad \frac{M(\alpha_2)}{N'(\alpha_2)} = \sigma_1 - j\,\sigma_2 = \rho_1\, e^{-j\psi_1}$$

dove:

$$\rho_1 = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \qquad \psi_1 = \text{arc tg}\,\frac{\sigma_2}{\sigma_1}$$

In queste condizioni alle radici α_1 ed α_2 corrisponde la somma di due termini e cioè:

$$\rho_1\, e^{j\psi_1} e^{(r+j\omega)t} \int_{-\infty}^{t} e^{-(r+j\omega)t}\, \mathcal{V}(t)\, d\,t + \rho_1\, e^{-j\psi_1} e^{(r-j\omega)t} \int_{-\infty}^{t} e^{-(r-j\omega)t}\, \mathcal{V}(t)\, d\,t$$

Questa espressione si trasforma facilmente come segue:

$$\rho_1\, e^{rt}\left\{ e^{j(\omega t+\psi_1)} \int_{-\infty}^{t} e^{-j\omega t}\, e^{-rt}\, \mathcal{V}(t)\, d\,t + e^{-j(\omega t+\psi_1)} \int_{-\infty}^{t} e^{j\omega t}\, e^{-rt}\, \mathcal{V}(t)\, d\,t \right\}$$

$$= \rho_1\, e^{rt}\Big\{\left[\cos(\omega\, t + \psi_1) + j \sin(\omega\, t + \psi_1)\right] \int_{-\infty}^{t} e^{-j\omega t} \cdot e^{-rt}\, \mathcal{V}(t)\, d\,t +$$

$$+ \left[\cos(\omega\, t + \psi_1) - j \sin(\omega\, t + \psi_1)\right] \int_{-\infty}^{t} e^{j\omega t}\, e^{-rt}\, \mathcal{V}(t)\, d\,t \Big\}$$

$$= \rho_1\, e^{rt}\Big\{\cos(\omega\, t + \psi_1) \int_{-\infty}^{t} (e^{-j\omega t} + e^{+j\omega t})\, e^{-rt}\, \mathcal{V}(t)\, d\,t$$

$$+ \sin(\omega\, t + \psi_1) \int_{-\infty}^{t} 1/j\, (e^{j\omega t} - e^{-j\omega t})\, e^{-rt}\, \mathcal{V}(t)\, d\,t \Big\}$$

e finalmente, passando alle funzioni trigonometriche:

$$= 2\,\rho_1\, e^{rt}\Big\{\cos(\omega\, t + \psi_1) \int_{-\infty}^{t} e^{-rt} \cos \omega\, t \cdot \mathcal{V}(t)\, d\,t +$$

$$(41) \qquad + \sin(\omega\, t + \psi_1) \int_{-\infty}^{t} e^{-rt} \sin \omega\, t \cdot \mathcal{V}(t)\, d\,t \Big\}$$

La formola (41) dimostra che, indipendentemente dalla forma della $\mathcal{V}(t)$ si hanno nel circuito delle oscillazioni smorzate (dato che è sempre $r < 0$) la cui pulsazione ω dipende esclusivamente dalle caratteristiche del circuito stesso. Ad ogni coppia di radici immeginarie corrisponde una oscillazione, la cui pulsazione è data dal coefficiente di j.

In tutte le formole riportate, la $\mathcal{V}(t)$ può essere data sotto forma di diagramma e le integrazioni si effettuano in questo caso graficamente senza difficoltà. Il fatto che gli integrali sono presi a partire dal limite $-\infty$ non porta con sè nessuna complicazione, esso stà ad indicare semplicemente che il valore della $\mathcal{J}(t)$ al tempo t, dipende esclusivamente dai valori assunti dalla $\mathcal{V}(t)$ in epoche anteriori a t. Ciò si comprende facilmente se si pensa che un circuito il quale non sia costituito da sole resistenze ohmiche ha generalmente la proprietà di accumulare energia sotto forma elettromagnetica (induttanze) o elettrostatica (capacità).

Esempio pratico.

Prima di sviluppare ulteriormente la teoria, non sarà inutile mostrare l'uso del teorema dello sviluppo con riferimento ad un esempio di applicazione pratica.

Dato il circuito elettrico della fig. 4, si debba ricercare il valore della corrente $\mathcal{J}(t)$ che lo attraversa quando tra i nodi A e B viene applicata una tensione variabile $\mathcal{V}(t)$.

Procedendo come se la tensione applicata fosse sinusoidale, tenuta presente la sostituzione $j\,\omega = \Delta$, si ha che l'impedenza generalizzata del circuito tra i nodi A e B è data da:

$$\mathcal{Z} = \frac{1}{\Delta\, c_1} + \frac{r_1\left(r_2 + \dfrac{1}{\Delta\, c_2}\right)}{r_1 + r_2 + \dfrac{1}{\Delta\, c_2}} = \frac{1 + (r_1 c_2 + r_2 c_2 + r_1 c_1)\,\Delta + r_1 r_2 c_1 c_2 \Delta^2}{\Delta\, c_1\left[1 + \Delta\, c_2 (r_1 + r_2)\right]}$$

l'intensità di corrente si può esprimere simbolicamente come segue:

$$(42) \quad \mathcal{J}(t) = (1/\mathcal{Z})\,\mathcal{V}(t) = c_1 \cdot \left[\frac{\Delta + c_2 (r_1 + r_2)\,\Delta^2}{1 + (r_1 c_2 + r_2 c_2 + r_1 c_1)\,\Delta + r_1 r_2 c_1 c_2 \Delta^2}\right] \mathcal{V}(t)$$

La tensione $\mathcal{V}_1(t)$ ai morsetti del condensatore c_1 sarà:

$$(43) \qquad \mathcal{V}_1(t) = \left[\frac{1 + c_2 (r_1 + r_2)\,\Delta}{1 + (r_1 c_2 + r_2 c_2 + r_1 c_1)\,\Delta + r_1 r_2 c_1 c_2 \Delta^2}\right] \mathcal{V}(t)$$

Ricerchiamo il valore effettivo dell'espressione (43) nel caso in cui la $\mathcal{V}(t)$ è di forma rettangolare e precisamente $\mathcal{V}(t) = V\,1(t)$.

Con riferimento alle notazioni usate nella trattazione del caso generale, abbiamo:

$$M(\Delta) = 1 + c_2 (r_1 + r_2)\,\Delta$$

$$N(\Delta) = 1 + (r_1 c_2 + r_2 c_2 + r_1 c_1)\,\Delta\; r_1 r_2 c_1 c_2 \Delta^2$$

Siano α_1 ed α_2 le radici dell'equazione $N(\Delta) = 0$:

$$\alpha_1 = -\frac{b}{2\,a} + \sqrt{\left(\frac{b}{2\,a}\right)^2 - \frac{1}{a}} \qquad \alpha_2 = -\frac{b}{2\,a} - \sqrt{\left(\frac{b}{2\,a}\right)^2 - \frac{1}{a}}$$

dove:

$$a = r_1 r_2 c_1 c_2 \quad ; \quad b = r_1 c_2 + r_2 c_2 + r_1 c_1 .$$

Noti i valori di α_1 ed α_2, siamo in condizioni di poter applicare il teorema dello sviluppo per cui si ha:

$$\frac{M(0)}{N(0)} = 1 \quad ; \quad \frac{\partial N(\Delta)}{\partial \Delta} = N'(\Delta) = 2\,a\,\Delta + b$$

Si ha infine:

$$(44) \quad \mathcal{V}_1(t) = \left[1 + \frac{1 + \alpha_1 c_2 (r_1 + r_2)}{\alpha_1 (2\,a\,\alpha_1 + b)}\, e^{\alpha_1 t} + \frac{1 + \alpha_2 c_2 (r_1 + r_2)}{\alpha_2 (2\,a\,\alpha_2 + b)}\, e^{\alpha_2 t}\right] V\,1(t)$$

Seguendo lo stesso procedimento, si trova per la corrente:

$$(45) \quad \mathcal{J}(t) = c_1 \left[\frac{1 + \alpha_1 c_2 (r_1 + r_2)}{2\,a\,\alpha_1 + b}\, e^{\alpha_1 t} + \frac{1 + \alpha_2 c_2 (r_1 + r_2)}{2\,a\,\alpha_2 + b}\, e^{\alpha_2 t}\right] V\,1(t)$$

Nel caso in cui la $\mathcal{V}(t)$ non è rettangolare, ma è data per esempio, sotto forma di diagramma, l'espressione della tensione variabile $\mathcal{V}_1(t)$ diventa:

$$\mathcal{V}_1(t) = \left[\frac{1 + \alpha_1 c_2 (r_1 + r_2)}{2\,a\,\alpha_1 + b}\right] e^{\alpha_1 t} \int_{-\infty}^{t} e^{-\alpha_1 t}\, \mathcal{V}(t)\, d\,t +$$

$$(46) \qquad + \left[\frac{1 + \alpha_2 c_2 (r_1 + r_2)}{2\,a\,\alpha_2 + b}\right] e^{\alpha_2 t} \int_{-\infty}^{t} e^{-\alpha_2 t}\, \mathcal{V}(t)\, d\,t$$

La $\mathcal{J}(t)$ si ottiene da $\mathcal{J}(t) = c_1 \Delta \mathcal{V}(t) = c_1 \dfrac{d\mathcal{V}(t)}{dt}$ per cui:

$$\mathcal{J}(t) = c_1 \alpha_1 \left[\frac{1+\alpha_1 c_2 (r_1+r_2)}{2a\alpha_1+b}\right] e^{\alpha_1 t}\int_{-\infty}^{t} e^{-\alpha_1 t}\mathcal{V}(t)\,dt$$

$$(47) \quad + c_1 \alpha_2 \left[\frac{1+\alpha_2 c_2 (r_1+r_2)}{2a\alpha_2+b}\right] e^{\alpha_2 t}\int_{-\infty}^{t} e^{-\alpha_2 t}\mathcal{V}(t)\,dt + \left(\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}\right)\mathcal{V}(t)$$

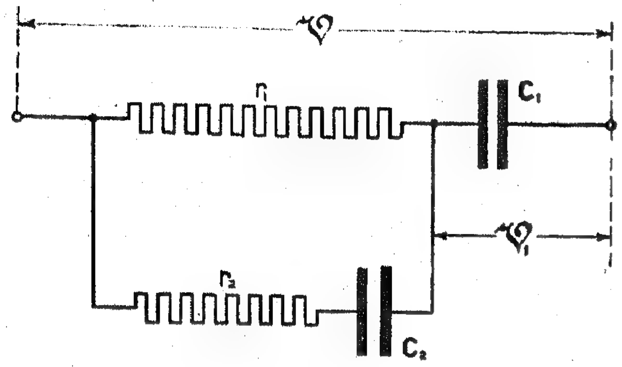


Fig. 4.

Sia l'espressione (45) che la (47) sono state dedotte rispettivamente dalle (44) e (46) per derivazione e moltiplicazione per c_1, ma, come vedremo, si poteva giungere ad esse direttamente.

In fig. 5 è mostrato in base ad un esempio numerico come procedono le operazioni grafiche che conducono alla determinazione della $\mathcal{V}_1(t)$ e della $\mathcal{J}(t)$ quando la tensione applicata $\mathcal{V}(t)$ di forma rettangolare. La figura 6 si riferisce invece al caso di un'onda di tensione $\mathcal{V}(t)$ data sotto forma di diagramma. I calcoli numerici non presentano difficoltà alcuna: sviluppano in nota quelli che si riferiscono all'esempio della fig. 5 (9).

6. - Applicazione del teorema dello sviluppo allo studio dei fenomeni transitori nelle reti a corrente alternata.

Il teorema dello sviluppo, si presta come si è visto, allo studio dei fenomeni transitori provocati dalla brusca applicazione di una tensione continua e costante ad un circuito elettrico: questo studio permette di esaminare molte ed importanti questioni d'indole pratica riguardanti le reti a corrente continua; così i fenomeni provocati dall'inserzione o dalla disinserzione di circuiti, dal prodursi di un corto circuito, dall'apertura di un corto circuito, ecc. Nello studio dei fenomeni transitori di sovratensione, viene spesso preso in esame il caso dell'onda rettangolare di sovratensione, la quale,

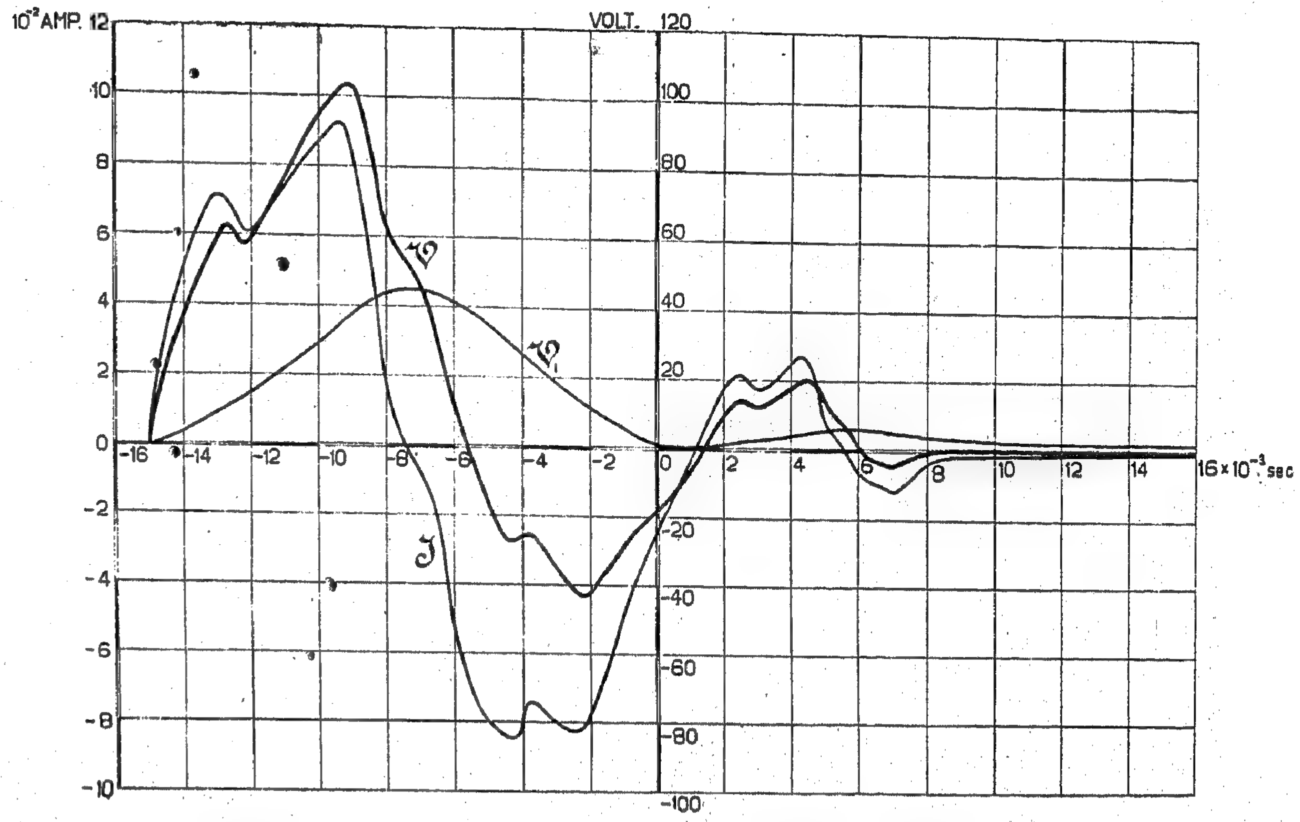


Fig. 6. — Andamento della corrente $\mathcal{J}(t)$ e della tensione $\mathcal{V}_1(t)$ ai morsetti del condensatore C_1 nel circuito della fig. 4. Quando ai suoi morsetti è applicata l'onda di tensione $\mathcal{V}(t)$.

(9) Si hanno i dati seguenti:

$r_1 = 1000$ ohm. $\quad c_1 = 10 \cdot 10^{-6}$ Farad

$r_2 = 2000$ ohm. $\quad c_2 = 5 \cdot 10^{-6}$ Farad.

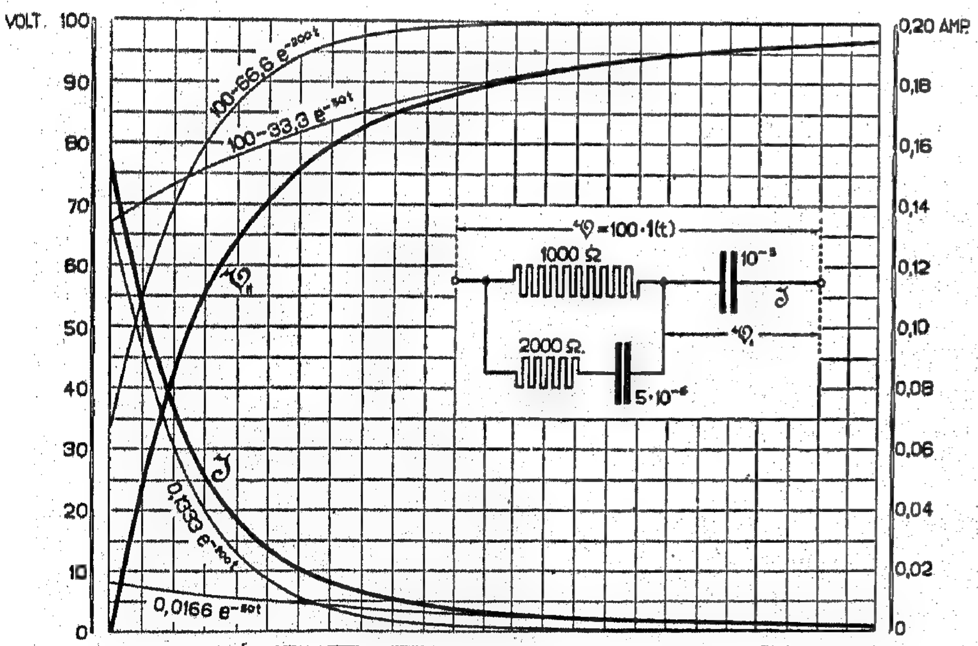


Fig. 5. — Rappresentazione grafica della corrente nel circuito della fig. 4 e della tensione $\mathcal{V}_1(t)$ tra i poli del condensatore C_1 quando l'onda di tensione applicata $\mathcal{V}(t)$ è di forma rettangolare. È riportata anche la rappresentazione grafica dei termini di cui è composta l'espressione della $\mathcal{V}_1(t)$ e della $\mathcal{J}(t)$.

Colcoliamo subito i valori delle costanti a e b, quindi α_1 ed α_2; si ottiene:

$$a = 10^{-4} \qquad \alpha_1 = -50$$
$$b = 25 \cdot 10^{-3} \qquad \alpha_2 = -200$$

Queste costanti ci permettono di calcolare i valori delle seguenti espressioni che ricorrono spesso nei calcoli:

$$\frac{1+\alpha_1 c_2 (r_1+r_2)}{2a\alpha_1+b} = 16{,}66 \qquad \frac{1+\alpha_2 c_2 (r_1+r_2)}{2a\alpha_2+b} = 133{,}3$$

Si ha ora immediatamente per $V \cdot 1(t) = 100 \times 1(t)$ volt

$$\mathcal{V}_1(t) = \left[1 - \frac{16{,}66}{50}e^{-50t} - \frac{133{,}3}{200}e^{-200t}\right] \cdot 100 \cdot 1(t)$$

$$(44') \qquad = [1 - 0{,}333\, e^{-50t} - 0{,}666\, e^{-200t}] \cdot 100 \cdot 1(t)$$

$$\mathcal{J}(t) = 10 \cdot 10^{-6}[16{,}66\, e^{-50t} + 133{,}3\, e^{-200t}] \cdot 100 \cdot 1(t)$$

$$(45') \qquad = [0{,}0166\, e^{-50t} + 0{,}1333\, e^{-200t}] \cdot 1(t)$$

Nel caso in cui la tensione $\mathcal{V}(t)$ varia nel tempo con una legge qualsiasi si ha:

$$(46') \quad \mathcal{V}_1(t) = 16{,}66\, e^{-50t}\int_{-\infty}^{t} e^{50t} \cdot dt + 133{,}3\, e^{-200t}\int_{-\infty}^{t} e^{200t}\mathcal{V}(t)\,dt$$

$$\mathcal{J}(t) = -10 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 16{,}66\, e^{-50t}\int_{-\infty}^{t} e^{50t}\mathcal{V}(t(\,dt -$$

$$- 10 \cdot 10^{-6} \cdot 200 \cdot 133{,}3\, e^{-200t}\int_{-\infty}^{t} e^{200t}\mathcal{V}(t)\,dt = -$$

$$= -10^{-3}\Big[8{,}333\, e^{-50t}\int_{-\infty}^{t} e^{50t}\mathcal{V}(t)\,dt +$$

$$(47') \quad + 266{,}6\, e^{-200t}\int_{-\infty}^{t} e^{200t}\mathcal{V}(t)\,dt\Big] + 1{,}5 \cdot (t).$$

In fig. 5 sono rappresentate $\mathcal{V}_1(t)$ e la $\mathcal{J}(t)$ nel caso in cui la $\mathcal{V}(t)$ è un'onda rettangolare di tensione dell'ampiezza di 100 volt; espressioni (44') e (45'). In fig. 6 è riportato lo sviluppo grafico delle formole (46') e (47').

Lo studio delle proprietà del circuito di fig. 4 è stato fatto secondo il metodo classico dal Prof. L. Donati nel 1918. Vedi « Circuiti elettrici con reattanze a scaglioni » in « Memorie e note scientifiche » del Prof. Luigi Donati e pag. 307. Ed. Zanichelli - Bologna.

L'esempio sviluppato mette particolarmente in evidenza uno dei maggiori vantaggi del calcolo operatorio e cioè quello di poter eseguire direttamente i calcoli numerici senza che sia necessario di ricercare le costanti arbitrarie.

benchè irrealizzabile in pratica, si avvicina alla forma di alcune sovratensioni registrate all'oscillografo e costituisce in molti casi la sollecitazione più pericolosa per il macchinario e le apparecchiature elettriche. Abbiamo anche visto come si possa esaminare il caso più generale in cui la tensione in funzione del tempo ha un andamento qualsiasi; in questo caso la risoluzione del problema si ottiene effettuando le integrazioni per via grafica ovvero per via analitica se la $\mathcal{V}(t)$ può essere rappresentata da una funzione analitica del tempo.

In questo ordine di idee, si presenta come molto importante in pratica lo studio dei fenomeni che si producono in una rete in seguito alla brusca applicazione di una tensione alternativa. Il metodo simbolico di Kennelly e Steinmetz permette di estendere il teorema dello sviluppo alle correnti alternative.

L'andamento di una tensione alternativa $V \sin(\omega t + \delta)$ bruscamente applicata ad un circuito all'istante $t = 0$, può essere rappresentato dal prodotto della funzione $V \sin(\omega t + \delta)$ per la funzione unitaria; infatti la funzione $\mathcal{V}(t)$ che ne risulta, si mantiene eguale a zero per $t < 0$ ed assume bruscamente il valore $V \sin(\omega t + \delta)$ a partire dall'istante $t = 0$. Si è attribuita alla tensione applicata una fase δ onde poter fare coincidere l'origine dei tempi con un punto qualsiasi della sinusoide; questo punto è determinato dal valore di δ (fig. 7).

Facendo uso delle notazioni vettoriali, la tensione $V \sin(\omega t + \delta)$ può essere rappresentata come la proiezione sull'asse delle ordinate del vettore $\mathbf{V}$ rotante con velocità $\omega = 2\pi f$ (f = frequenza); all'istante $t = 0$ il vettore $\mathbf{V}$ è inclinato dell'angolo δ sull'asse delle ascisse. È noto d'altra parte che se $\mathbf{V}$ è un vettore di argomento δ e di modulo V, il vettore rotante corrispondente, si può esprimere mediante la potenza $j\omega t$ del numero $e = 2{,}71828182845\ldots$ cioè:

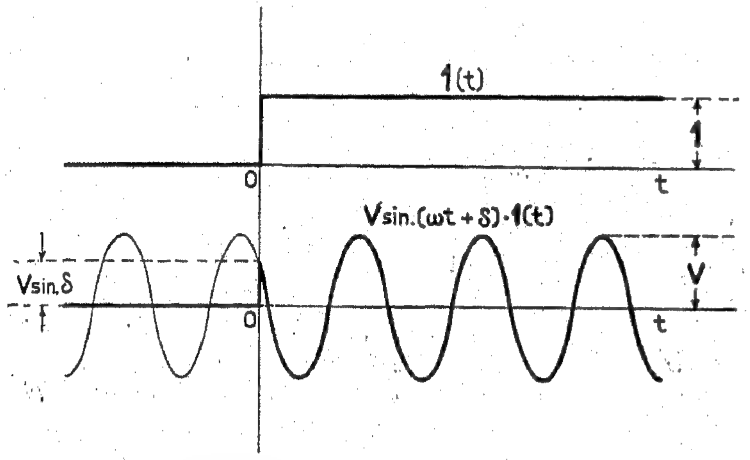


Fig. 7. — Rappresentazione grafica della funzione $\mathcal{V}(t) \sin(\omega t + \delta) \cdot 1(t)$.

$$V = \mathbf{V}_\delta \, e^{j\omega t} = V e^{j\omega t + \delta}$$

Infatti è noto che:

$$\mathbf{V}_\delta \, e^{j\omega t} = \mathbf{V}_\delta (\cos \omega t + j \sin \omega t) = V \left[\cos(\omega t + \delta) + j \sin(\omega t + \delta) \right]$$

Riferendoci dunque alle notazioni vettoriali, dobbiamo studiare il risultato dell'applicazione di un operatore $f(\Delta)$ alla funzione:

$$\mathbf{V}_\delta \, e^{j\omega t} \cdot 1(t)$$

cioè dobbiamo valutare l'espressione:

$$(48) \qquad \mathcal{I}(t) = f(\Delta) \, \mathbf{V}_\delta \, e^{j\omega t} \, 1(t) = \mathbf{V}_\delta \, f(\Delta) \, e^{j\omega t} \cdot 1(t)$$

Il teorema di trasposizione espresso sotto la forma (14) permette di scrivere:

$$(49) \qquad \mathcal{I}(t) = \mathbf{V}_\delta \, e^{j\omega t} f(\Delta + j\omega) \cdot 1(t)$$

Il problema è allora ricondotto alla valutazione dell'operatore:

$$f(\Delta + j\omega) \cdot 1(t)$$

che può essere effettuata mediante il teorema dello sviluppo nel caso in cui la f è data sotto forma di frazione razionale la cui equazione caratteristica ammette radici tutte distinte e differenti da zero. In queste condizioni, per valutare l'operatore:

$$f(\Delta + j\omega) \cdot 1(t) = \frac{M(\Delta + j\omega)}{N(\Delta + j\omega)} \cdot 1(t),$$

in luogo di risolvere l'equazione $N(\Delta + j\omega t)$ rispetto a Δ, risolviamola rispetto a $\Delta + j\omega$ ottenendo al solito le radici $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \ldots \alpha_n$. Ciò fatto, la decomposizione in frazioni semplici può effettuarsi al modo solito ottenendo:

$$\mathcal{I}(t) = \mathbf{V}_\delta e^{j\omega t} \left[\frac{A}{(\Delta + j\omega) - \alpha_1} + \frac{B}{(\Delta + j\omega) - \alpha_2} + \ldots + \frac{K}{(\Delta + j\omega) - \alpha_n} \right] 1(t)$$

$$= \mathbf{V}_\delta \, e^{j\omega t} \left[\frac{A}{\Delta - (\alpha_1 - j\omega)} + \frac{B}{\Delta - (\alpha_2 - j\omega)} + \ldots + \frac{K}{\Delta - (\alpha_n - j\omega)} \right] 1(t)$$

Sviluppando come si è fatto precedentemente si ottiene in generale:

$$(50) \qquad \mathcal{I}(t) = \mathbf{V}_\delta \left[\frac{M(j\omega)}{N(j\omega)} e^{j\omega t} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{M(\alpha_i)}{(\alpha_i - j\omega) \, N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t} \right] 1(t)$$

Allo stesso risultato si può arrivare partendo dalla espressione generale del teorema dello sviluppo; in questo caso, in luogo di $\mathcal{V}(t)$ si sostituisce $\mathbf{V} \cdot e^{j\omega t}$ e si effettuano le integrazioni tra i limiti 0 e t; i passaggi non presentano alcuna difficoltà. L'espressione (50) può essere anche scritta:

$$(51) \qquad \mathcal{I}(t) = \mathbf{V}_\delta \left[\frac{M(j\omega)}{N(j\omega)} e^{j\omega t} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(\alpha_i + j\omega) \, M(\alpha_i)}{(\alpha_i^2 + \omega^2) \, N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t} \right] 1(t)$$

In modo del tutto analogo si tratta il caso in cui l'operando è della forma:

$$\mathcal{V}(t) = V e^{at} \, 1(t)$$

dove a è reale, si ottiene allora:

$$(52) \qquad \mathcal{I}(t) = V \left[\frac{M(a)}{N(a)} e^{at} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{M(\alpha_i)}{(\alpha_i - a) \, N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t} \right] 1(t)$$

Anche quest'ultima formula è molto importante in pratica specialmente per ciò che riguarda lo studio dei fenomeni di sovratensione dato che in molte trattazioni riguardanti questi fenomeni, si attribuisce alla causa [la $\mathcal{V}(t)$] un andamento esponenziale smorzato rappresentabile mediante funzioni del tipo:

$$\mathcal{V}(t) = k_1 e^{at} + k_2 e^{bt}$$

Sono state fissate per altro delle forme tipiche della $\mathcal{V}(t)$ alle quali ci si riferisce nelle prove di laboratorio e nei confronti con i rilievi oscillografici effettuati sopra gli impianti elettrici.

È importante rilevare che in tutti i casi esaminati, e cioè per $\mathcal{V}(t) = V\,1(t)$; $V \sin(\omega t + \delta)\, 1(t)$; $V e^{at}\, 1(t)$; il risultato dell'applicazione di un operatore a queste funzioni del tempo è formato di due parti aventi un carattere spiccatamente diverso: la prima parte, e cioè rispettivamente,

$$\frac{M(0)}{N(0)} V \, 1(t) \; ; \quad \frac{M(j\omega)}{N(j\omega)} V e^{j\omega t} \, 1(t) \; ; \quad \frac{M(a)}{N(a)} V e^{at} \, 1(t)$$

ha la stessa forma dell'operando e per questo fatto la denomineremo col Giorgi *variazione forzata*: la seconda parte risulta da una somma di termini aventi un andamento decrescente oscillatorio o semplicemente smorzato, e ciò in dipendenza dalle caratteristiche elettriche del circuito; la denomineremo pertanto *variazione libera*. Nel caso particolare in cui le variazioni hanno andamento oscillante esse verranno denominate rispettivamente *oscillazione forzata* ed *oscillazione libera*.

Quando l'operando è di forma rettangolare o sinusoidale, la variazione forzata rappresenta il regime permanente del circuito.

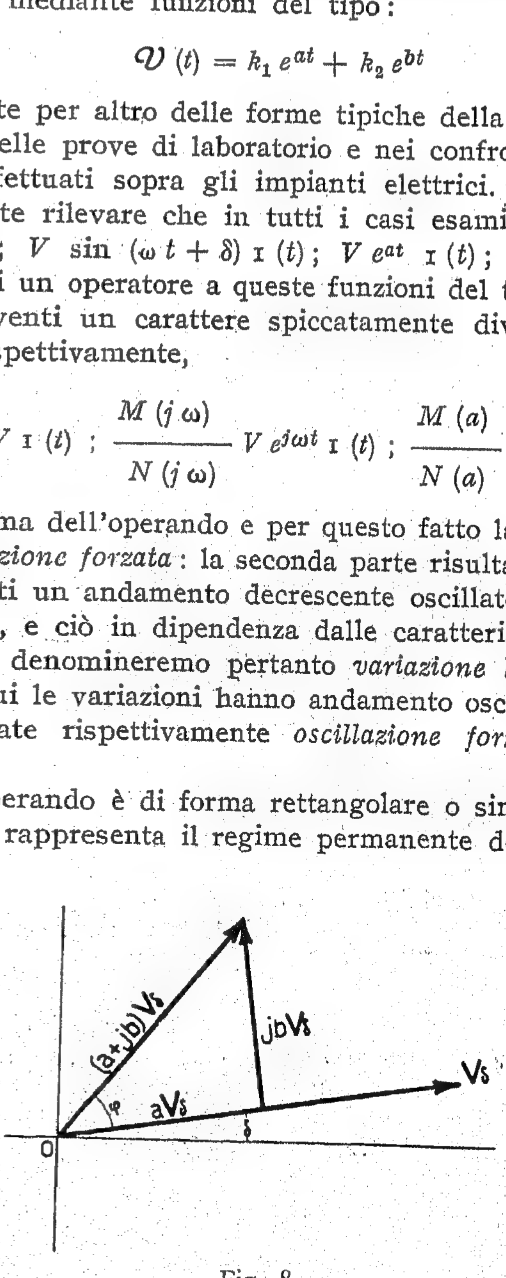


Fig. 8.

Si comprende facilmente d'altra parte che le parti reali delle radici α_1; $\alpha_2 \ldots \alpha_n$ sono negative in quanto se ciò non fosse il termine di variazione libera aumenterebbe indefinitamente con l'aumentare del tempo e ciò sarebbe in contrasto col *principio di estinzione* enunciato dal Prof. Giorgi sotto la forma seguente: *In qua-*

lunque sistema di circuiti elettrici, qualunque stato di variazione libera tende asintoticamente verso lo stato di quiete col decorso indefinito del tempo. Questo principio è del resto applicabile a qualsiasi sistema fisico.

Vediamo ora in particolare, come procedono i calcoli nel caso in cui l'operando è della forma $\mathbf{V}_\alpha \sin(\omega t + \delta)\ 1(t)$ e come la trattazione può essere semplificata facendo riferimento ad una interpretazione vettoriale.

Il termine di oscillazione forzata, può essere ricondotto alla forma normale:

$$\mathbf{V}_\delta \frac{M(j\omega)}{N(j\omega)} e^{j\omega t} = \mathbf{V}_\delta (a + jb) \cdot e^{j\omega t} \tag{53}$$

e rappresentato vettorialmente come in fig. 8. Se ne deduce facilmente che il valore istantaneo della oscillazione forzata è:

$$V\sqrt{a^2 + b^2} \sin(\omega t + \delta + \varphi) \tag{54}$$

dove:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{b}{a}.$$

Circa il secondo termine, esso è costituito dalla somma di alcune espressioni del tipo della seguente:

$$\mathbf{V}_\delta \frac{M(\alpha_i)}{(\alpha_i - j\omega) N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t} = \mathbf{V}_\delta \frac{(\alpha_i + j\omega) M(\alpha_i)}{(\alpha_i^2 + \omega^2) N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t}$$

Queste espressioni possono essere ricondotte alla forma:

$$\mathbf{V}_\delta (m + jn) e^{\alpha_i t} \tag{55}$$

A questo punto sono da distinguere due casi:

1°) α_i reale; allora si vede che il valore istantaneo dell'espressione (55) è:

$$V\sqrt{m^2 + n^2} \sin(\delta + \psi) e^{\alpha_i t} \tag{56}$$

dove:

$$\operatorname{tg}\psi = \frac{n}{m}$$

Ne risulta che la variazione forzata è sinusoidale, mentre la variazione libera, almeno per ciò che riguarda il termine considerato, ha andamento esponenziale smorzato.

2°) α_i complesso $= \beta \pm j\gamma$. Alla coppia di radici immaginarie $\beta + j\gamma$; $\beta - j\gamma$ corrispondono due termini riconducibili alla forma:

$$\mathbf{V}_\delta \left[(\mu_1 + j\nu_1) e^{(\beta + j\gamma)t} + (\mu_2 + j\nu_2) e^{(\beta - j\gamma)t}\right]$$

ovvero:

$$\mathbf{V}_\delta e^{\beta t} \left[(\mu_1 + j\nu_1) e^{j\gamma t} + (\mu_2 + j\nu_2) e^{-j\gamma t}\right]$$

posto inoltre:

$$\mu_1 + j\nu_1 = \mathbf{H}_1 \quad , \quad \mu_2 + j\nu_2 = \mathbf{H}_2$$

è

$$\mathbf{V}_\delta e^{\beta t} \left[\mathbf{H}_1 e^{j\gamma t} + \mathbf{H}_2 e^{-j\gamma t}\right]$$

per cui sviluppando:

$$\mathbf{V}_\delta e^{\beta t} \left[(\mathbf{H}_1 + \mathbf{H}_2) \cos\gamma t + j(\mathbf{H}_1 - \mathbf{H}_2) \sin\gamma t\right]$$
$$= \mathbf{V}_\delta e^{\beta t} \left[(h_1 + jk_1) \sin(\gamma t + 90^0) + j(h_2 + jk_2) \sin\gamma t\right]$$

dove:

$$h_1 = \mu_1 + \mu_2 \quad ; \quad h_2 = \mu_1 - \mu_2$$
$$k_1 = \nu_1 + \nu_2 \quad ; \quad k_2 = \nu_1 - \nu_2$$

Ai termini entro parentesi sono applicabili tutte le regole e rappresentazioni grafiche relative alle correnti alternative in regime permanente: essi costituiscono due grandezze oscillanti della stessa frequenza le quali possono essere composte in una sola secondo il procedimento indicato in fig. 9.

In queste condizioni dunque, sia la variazione forzata che la variazione libera sono oscillatorie: la frequenza della oscillazione forzata coincide con quella della tensione che alimenta il circuito, mentre quella della oscillazione libera dipende dalle caratteristiche del circuito. Per il principio di estinzione deve essere in ogni caso $\beta < 0$. Nel caso ipotetico in cui si suppongano nulle tutte le resistenze del circuito, si avrebbe $\beta = 0$.

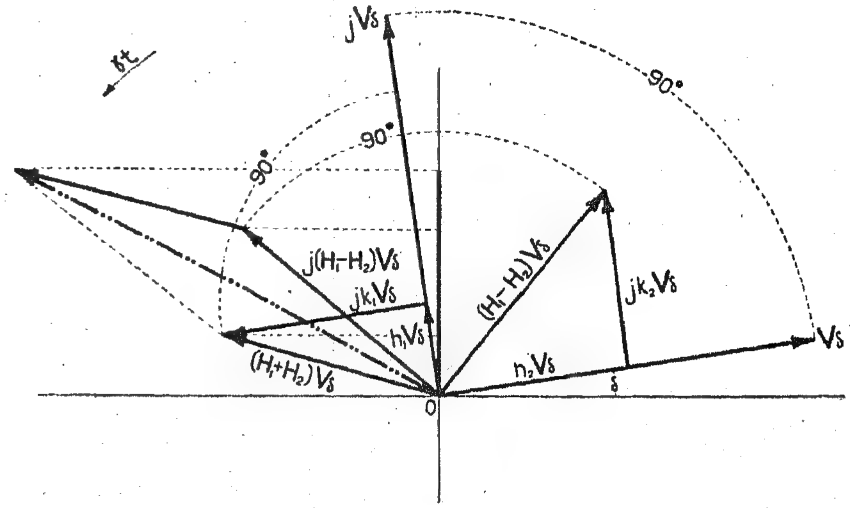


Fig. 9.

Come si è visto, l'interpretazione della formola che esprime il teorema dello sviluppo nel caso di grandezze alternative non presenta difficoltà specialmente se si fa riferimento ad un diagramma vettoriale che facilita l'impostazione delle relazioni angolari.

(*continua*).

L'IMPIEGO DELLE CAMERE D'ARIA PER ATTENUARE I COLPI D'ARIETE NELLE CONDOTTE ELEVATORIE

GIUSEPPE EVANGELISTI

Si considera la possibilità di impiegare le camere d'aria come organi attenuatori dei colpi d'ariete negli impianti idraulici elevatorii di portata limitata quando, per la lunghezza delle condotte prementi e l'entità della prevalenza, non sarebbe praticamente possibile raggiungere lo scopo con altri mezzi.

Impostato lo studio su basi sistematiche e di pratica semplicità, sono in seguito messe in conto le resistenze d'attrito, dimostrando che negli impianti considerati esse possono assumere un'importanza preponderante, e tale da ridurre in modo sensibilissimo le oscillazioni di pressione.

1. — In questi ultimi tempi, il problema del moto perturbato nelle tubazioni prementi degli impianti di sollevamento d'acqua è stato oggetto di molteplici e notevoli studi, sia teorici che sperimentali, provocati dalla grande importanza che tali impianti hanno assunto nella tecnica moderna [1].

Questi studi hanno messo in chiaro che l'evento più pericoloso è quello di un improvviso distacco della potenza motrice, per il quale le condotte prementi non possono più essere alimentate se non dalla portata che il gruppo motore-pompa può ancora fornire, consumando l'energia cinetica immagazzinata nelle sue masse rotanti. Il principale problema dell'idraulica di sollevamento è perciò ricondotto, in uno con lo studio della legge di chiusura della valvola, alla determinazione del momento d'inerzia da assegnare alle masse rotanti, perchè fra l'istante del distacco e l'arresto completo della pompa, interceda quel numero di fasi sufficiente a contenere le perturbazioni di pressione entro limiti praticamente accettabili.

Un metodo di calcolo al riguardo è svolto dall'Allievi stesso nella citata memoria [2], e dagli esempi numerici in essa svolti si rileva

(1) Vedi, ad esempio:
Hahn: « Étude sur les coups de bélier dans les conduites de refoulement des pompes centrifuges ». - Stodola Festschrift, 1929.
Schnyder: « Druckstösse in Pumpensteigleitungen ». - Schweizerische Bauzeitung, novembre e dicembre 1929.
Hermann: « Hydraulische Schwingungen in den Rohrleitungen des Speicherkraftwerks Niederwartha ». - V. D. I., aprile 1930.
Ruggiero: « Il colpo d'ariete nelle condotte elevatorie ». - Energia Elettrica, maggio 1934.
Particolarmente importante al riguardo è il più recente lavoro dell'Allievi: « Arresto di una colonna liquida in moto ascendente ». - *L'Elettrotecnica*, ottobre 1934.

(2) Allievi: Loc. cit., paragr. 6 e 8.

che, per condotte sui 600 ÷ 700 m di lunghezza, si può effettivamente raggiungere lo scopo assegnando al gruppo motore un $G D^2$ compreso entro i limiti di una realizzazione pratica.

Esistono però casi di condotte prementi notevolmente più lunghe, specialmente in impianti di dimensioni più modeste, ma non meno importanti di quelli d'accumulazione: negli impianti, cioè, per l'approvvigionamento e la distribuzione di acqua potabile. Le durate di fase delle perturbazioni sono allora tali che non è più praticamente possibile portare il $G D^2$ delle masse rotanti al valore richiesto dai calcoli; non resta quindi che rassegnarsi a tollerare gravi e pericolose sovrapressioni e ad esse proporzionare la resistenza delle condotte, o ricorrere ad altri mezzi per risolvere il problema. La soluzione più perfetta e radicale è senza dubbio quella di interporre, fra pompa e condotta, una torre piezometrica; ma non appena la prevalenza supera i 60 ÷ 70 metri di colonna d'acqua anche tale provvedimento è posto fuori questione da ragioni economiche e costruttive, e non rimane che un ultimo mezzo, quello di adottare, subito a valle della pompa, una camera d'aria.

Sullo studio di tali organi, dopo che ne fu messa in evidenza la scarsa utilità per attenuare i colpi d'ariete nei grandi impianti idroelettrici, è stato fatto ben poco, e, a parte un recente lavoro dell'Allievi rivolto ad altro argomento (3), ci si trova a un punto sostanzialmente non molto diverso da quello in cui fu lasciato dai lavori del Rateau, del De Sparre e del Camichel (4).

Sembra quindi opportuno riprendere lo studio delle camere d'aria, le quali non meritano l'abbandono in cui sono lasciate dai ricercatori e possono trovare utile impiego, sopratutto nei riguardi dei problemi connessi con i moderni sviluppi dell'idraulica di sollevamento.

2. — Cominciamo col considerare il funzionamento di un impianto munito di camera d'aria, nell'ipotesi che sia lecito prescindere da ogni causa di dissipazione d'energia e dalla finita velocità di propagazione delle perturbazioni nella condotta. Siano y_0 e U_0 rispettivamente pressione assoluta (misurata in m di colonna d'acqua) e volume della camera (in m³) nelle condizioni di regime. La legge che lega una qualunque pressione y col corrispondente volume U è notoriamente:

(1) $$y\,U^n = y_0\,U_0^n = \text{cost.}$$

dove n ha un valore compreso fra 1 (trasformazione isoterma) e 1,40 (adiabatica). Sul valore da assegnare, caso per caso, all'esponente n le determinazioni sperimentali sono tutt'altro che abbondanti: si possono qui citare i dati forniti dal Camichel (5), che condurrebbero a riconoscere un andamento più vicino all'isoterma che all'adiabatica. Occorre però notare che le esperienze sono state eseguite su modelli molto ridotti, nè risulta che si sia tenuto conto delle resistenze d'attrito, le quali, come si vedrà meglio in seguito, possono influire in misura molto notevole sul valore delle oscillazioni di carico. Per una trattazione generale, converrà ad ogni modo lasciare il valore di n indeterminato, e variabile fra 1 e 1,4.

Ciò posto, sia la camera d'aria inserita all'origine di una condotta elevatoria di sezione ω e lunghezza l, la quale alimenti un serbatoio infinitamente ampio. Essendo v_0 la velocità di regime nella condotta, in un certo istante, assunto come origine dei tempi, sia improvvisamente rimossa la potenza azionante la pompa.

Data la posizione, in cui ci siamo posti fin da principio, di considerare tubazioni relativamente lunghe, e dato di conseguenza l'ordine di grandezza dei periodi delle oscillazioni di massa, l'effetto dell'inerzia delle masse rotanti è insignificante, e sarà lecito considerare uno stacco improvviso non della potenza, ma a dirittura della portata d'alimentazione. Sarà parimenti lecito ammettere la chiusura della valvola fra pompa e condotta abbastanza rapida per ritenere nullo o trascurabile ogni ritorno di portata attraverso la pompa. È allora possibile giungere, in modo semplice e rapido, alla determinazione degli elementi che più ci interessano, cioè dei valori del carico in grado di massimo e minimo (6).

(3) ALLIEVI: Il colpo d'ariete e la regolazione delle turbine. - *L'Elettrotecnica*, febbraio 1932.

(4) DE SPARRE: Note au sujet de l'emploi des réservoirs d'air pour atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. - Houille blanche, 1911. CAMICHEL: Sur le cacul des grandes surpressions dans les conduites munies d'un résevoir d'air. - Comptes Rendus, 1917, I, pag. 331.

(5) CAMICHEL: Leçons sur les conduites. - Gauthier-Villars, Parigi, 1930, Cap. III.

(6) Il problema è già stato trattato per il caso, praticamente identico, di istantaneo arresto di una colonna discendente, dal Rateau e, successivamente, dal Camichel.

Consideriamo la nostra colonna liquida, di lunghezza l e sezione ω, in un istante generico susseguente al brusco arresto dell'alimentazione, essendo y e U pressione e volume della camera d'aria allo stesso istante. Durante il tempuscolo $d\,t$ la colonna subisce una traslazione $d\,s$ (positiva verso il serbatoio alimentato) e, in causa di essa, avviene uno scambio d'energia fra la colonna e il complesso esterno.

Precisamente, indicato con $\overline{\omega}$ il peso specifico dell'acqua, la pressione a valle (costante e uguale a y_0) assorbe il lavoro $\overline{\omega}\,y_0\,\omega\,ds$, la pressione a monte compie il lavoro $\omega\,y\,\omega\,ds$. In complesso, l'energia esterna subisce un incremento che vale, in valore e segno:

$$d\,L = -\overline{\omega}\,(y - y_0)\,\omega\,d\,s = -\overline{\omega}\,(y - y_0)\,d\,U\,.$$

Ma essendo, come si ricava dalla (1):

$$d\,U = -\frac{1}{n}\,y_0^{1/n}\,U_0\,y^{-[1+(1/n)]}\,d\,y\,,$$

risulta subito:

$$d\,L = \frac{1}{n}\,\overline{\omega}\,y_0^{1/n}\,U_0\,(y - y_0)\,y^{-[1+(1/n)]}\,d\,y\,.$$

Nel passaggio dal carico di regime y_0 a y il lavoro complessivo è:

$$L = \frac{1}{n}\,\overline{\omega}\,y_0^{1/n}\,U_0\int_{y_0}^{y}(y - y_0)\,y^{-[1+(1/n)]}\,dy\,.$$

A integrazione eseguita risulta:

$$L = \frac{1}{n}\,\overline{\omega}\,y_0^{1/n}\,U_0\left(\frac{n}{n-1}\,y^{[1-(1/n)]} - \frac{n}{n-1}\,y_0^{[1-(1/n)]} + n\,y_0\,y^{-1/n} - n\,y_0^{[1-(1/n)]}\right).$$

I valori massimi e minimi di y saranno raggiunti quando risulta trasformata in energia potenziale tutta la forza viva della colonna liquida, che è $\frac{1}{2}\,\frac{\overline{\omega}}{g}\,\omega\,l\,v_0^2$: per tali valori dovrà risultare soddisfatta l'equazione:

(2) $$y_0^{1/n}\,U_0\left(\frac{1}{n-1}\,y^{[1-(1/n)]} - \frac{1}{n-1}\,y_0^{[1-(1/n)]} + y_0\,y^{-1/n} - y_0^{[1-(1/n)]}\right) = \omega\,l\,\frac{v_0^2}{2\,g}\,.$$

Nel caso di una trasformazione isoterma, gli sviluppi di calcolo si semplificano, e si giunge facilmente all'equazione:

(3) $$y_0\,U_0\left(\log_e\frac{y}{y_0} + \frac{y_0}{y} - 1\right) = \omega\,l\,\frac{v_0^2}{2\,g}\,.$$

Assumiamo ora come incognita non il valore del carico, ma il suo rapporto rispetto al carico di regime, ponendo $x = \frac{y}{y_0}$. Le (2)

La formula proposta dal Rateau vale, con le notazioni qui adottate,

$$y = y_0 + A\,\text{sen}\,\frac{2\,\pi}{T}\cdot t\,,$$

in cui ampiezza e periodo sono dati dalle seguenti espressioni:

$$A = v_0\sqrt{\frac{n\,y_0}{U_0}\,\frac{\omega\,l}{g}}\,,$$

$$T = 2\,\pi\sqrt{\frac{U_0\,l}{n\,y_0\,\omega\,g}}\,.$$

La camera d'aria viene perciò equiparata a una vasca di oscillazione verticale, cilindrica, e di sezione $U_0/n\,y_0$, cioè uguale al volume della camera, diviso per n volte il carico assoluto in condizioni di regime.

Occorre però notare che la formula vale soltanto quando sia A trascurabile rispetto a y_0, cioè in condizioni poco frequenti nella pratica. Tale limitazione è tolta nel metodo di calcolo proposto dal Camichel, che però è di applicazione piuttosto difficoltosa e complicata e non si presta a un'indagine di carattere generale.

e (3) diventano, con riduzioni elementari:

$$(4)\qquad \text{per } n \neq 1;\ \frac{1}{n-1}\left(x^{[1-(1/n)]}-1\right)+\frac{1}{x^{1/n}}-1=\frac{\omega\, l}{y_0\, U_0}\,\frac{v_0^2}{2\,g}\,,$$

$$(5)\qquad \text{per } n = 1;\ \log_e x+\frac{1}{x}-1=\frac{\omega\, l}{y_0\, U_0}\,\frac{v_0^2}{2\,g}\,.$$

In entrambe queste equazioni figura il termine numerico $\frac{\omega\, l}{y_0\, U_0}\,\frac{v_0^2}{2\,g}$, nel quale sono racchiusi e isolati tutti gli elementi costitutivi dell'impianto, e che potrebbe essere assunto come parametro caratteristico di una condotta munita di camera d'aria, con un significato analogo alla caratteristica ρ introdotta dall'Allievi nella teoria del colpo d'ariete.

Denominato tale parametro σ, posto cioè:

$$\frac{\omega\, l}{y_0\, U_0}\,\frac{v_0^2}{2\,g}=\sigma\,,$$

le (4) e (5) vengono trasformate nelle:

$$(6)\qquad n \neq 1;\ \frac{1}{n-1}\left(x^{[1-(1/n)]}-1\right)=(1+\sigma)-\frac{1}{x^{1/n}}\,,$$

$$(7)\qquad n = 1;\ \log_e x=(1+\sigma)-\frac{1}{x}\,.\ \ (7)$$

Le equazioni (6) e (7) si prestano a essere risolte molto facilmente per via grafica. Disegnate in un sistema di assi ortogonali le due curve fondamentali $\frac{1}{n-1}\left(x^{[1-(1/n)]}-1\right)$ e $1-\frac{1}{x^{1/n}}$ (nel caso dell'isoterma rispettivamente $\log_n x$ e $[1-(1/x)]$, basta far subire alla seconda di esse una traslazione verso l'alto uguale a σ

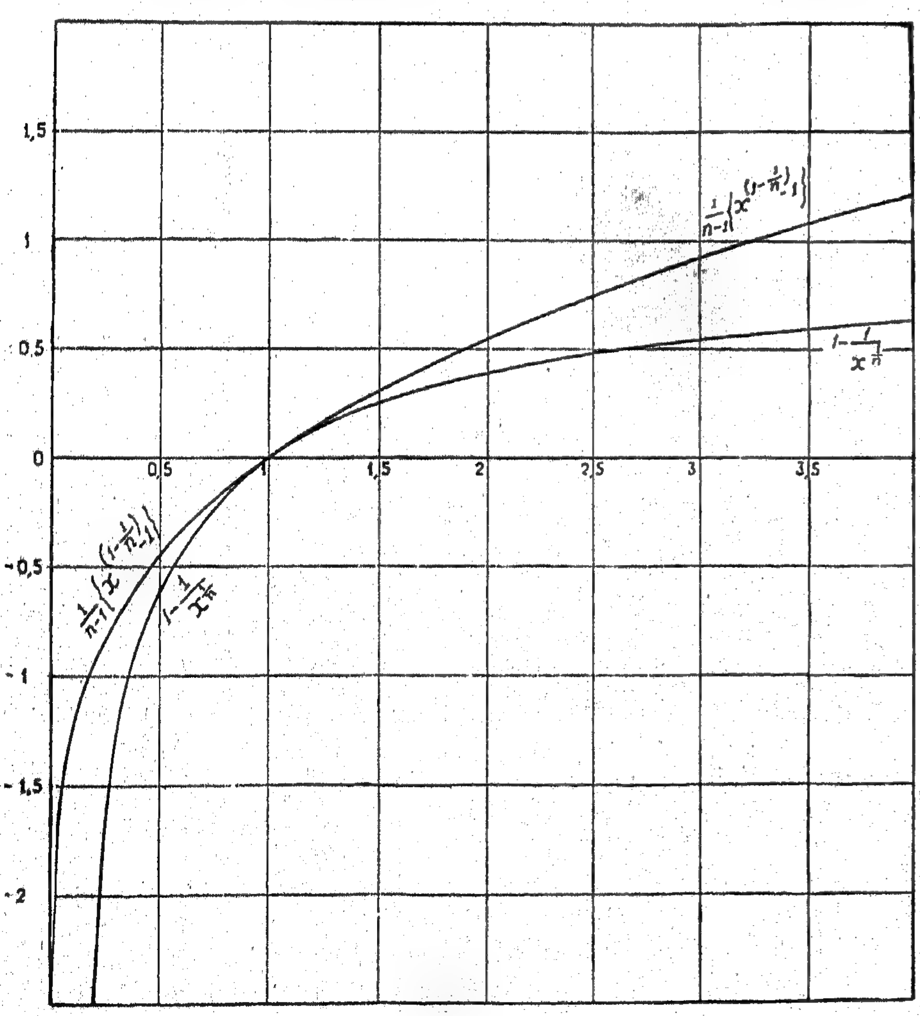


Fig. 1.

per avere, nei due punti d'intersezione con la prima curva, i valori cercati di x (vedi fig. 1). Da essi si passa immediatamente ai sovraccarichi relativi z, sempre riferiti al carico assoluto di regime, con la posizione $z = x - 1$. In tal modo è stato costruito l'abaco di fig. 2, che fornisce i valori cercati per ogni σ compresa fra 0 e 0,6, tanto nel caso dell'adiabatica, che dell'isoterma.

(7) Le (6) e (7) si sono tenute separate per maggior chiarezza di trattazione. In effetto, la (7) non è che un caso particolare della (6), e ne può essere dedotta con un facile passaggio al limite per n tendente all'unità.

Fermiamoci ora a considerare l'andamento dei sovraccarichi in funzione di σ. Mentre il valore negativo di z si mantiene piccolo in valore assoluto, e, almeno per valori sensibili di σ, pressochè costante, le massime sovrapressioni cominciano col crescere meno rapidamente di σ, passano per una fase di dipendenza all'incirca li-

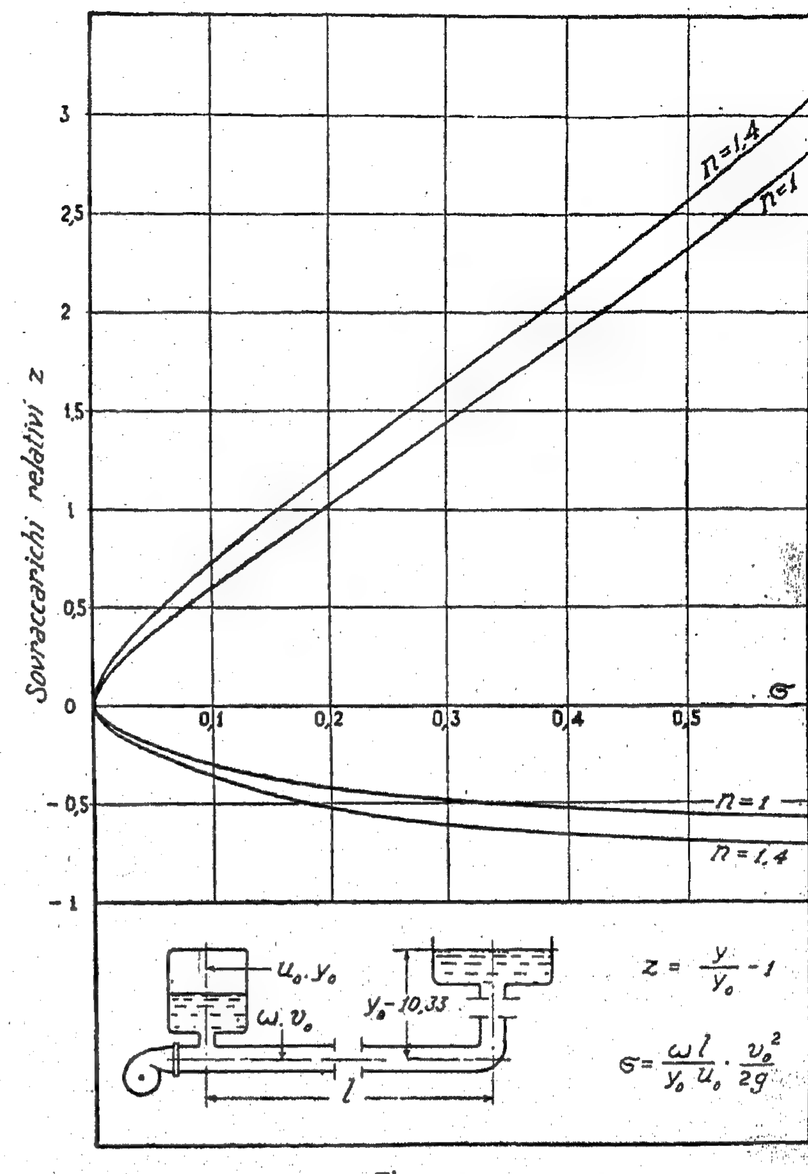


Fig. 2.

neare e vanno poi crescendo in modo sempre più rapido. In particolare, se in uno stesso impianto consideriamo valori diversi dell'energia cinetica di regime, cui la caratteristica σ è proporzionale, possiamo riconoscere quanto diverso sia il comportamento di una camera d'aria, rispetto a un normale pozzo piezometrico in cui, come è ben noto, entrambe le semionde d'oscillazione risultano proporzionali alla radice quadrata dell'energia cinetica di regime.

Questo comportamento ci porta a concludere che le cause di dissipazione d'energia, di scarso effetto sulle semionde negative, avranno invece una forte influenza su quelle positive, e potranno perciò provocare una diminuzione del massimo sovraccarico degna di rilievo anche se, per la limitata importanza dei movimenti di massa, e la relativa brevità dei periodi d'oscillazione, esse siano di per sè poco importanti.

In particolare, converrà tener conto degli attriti negli impianti di sollevamento, in cui le sovrapressioni si presentano soltanto nel secondo semiperiodo di oscillazione, cioè dopo che i movimenti di massa durante il primo semiperiodo hanno dissipato una parte dell'energia cinetica iniziale.

3. — Riprendiamo ora lo studio, mantenendo ferme le ipotesi e le notazioni precedenti, ma mettendo in conto le resistenze di attrito lungo la condotta.

Continuiamo a indicare con y_0 il carico assoluto di regime all'inizio della condotta, uguale al carico statico y_s aumentato delle perdite di carico lungo la condotta stessa, e assumiamo positive le velocità dirette dalla pompa al serbatoio alimentato. Ciò posto, l'equazione del moto vario nella condotta si scrive:

$$(8)\qquad y = y_s + \frac{l}{g}\,\frac{d\,v}{d\,t} \pm \frac{l'}{\chi^2\, R_m}\, v^2\,,$$

dove χ è il ben noto coefficiente di resistenza della condotta, R_m il raggio medio ed l' una lunghezza virtuale (e sempre $> l$) in cui, per comodità, teniamo conto di altre cause di perdita di carico (eventuali tubi di raccordo fra camera e condotta, strozzature, ecc.). Il segno positivo varrà per $v > 0$, quello negativo per $v < 0$.

L'equazione di continuità, tenuto conto delle ipotesi fatte sul segno di v, è:

$$\omega\, v\, d\, t = d\, U\,,$$

ma essendo:

$$d\, U = -\frac{1}{n}\, y_0^{1/n}\, U_0\, y^{-[1+1/n]}\, d\, y\,,$$

risulta subito:

(9) $$d\, y = -\, n \left(\frac{y}{y_0}\right)^{[1+(1/n)]} \frac{y_0}{U_0}\, \omega\, v\, d\, t\,.$$

Il sistema delle (8) e (9) non è evidentemente integrabile in forma finita, nè ad esso risultano applicabili quegli artifici analitici e grafici, ben noti dalla teoria delle vasche d'oscillazione, atti a individuare le sovrapressioni massime e minime. Possiamo però notare dall'esame della (9) come una camera d'aria sia equivalente a una vasca aperta, verticale, e di sezione Ω variabile con la quota secondo la legge:

(8) $$\Omega = \frac{1}{n}\, \frac{U_0}{y_0} \left(\frac{y_0}{y}\right)^{[1+(1/n)]} \ [8]$$

Il sistema delle (8) e (9), non affrontabile per via analitica, può essere però risolto in via d'approssimazione con un procedimento di calcolo alle differenze finite. Adotteremo qui un calcolo grafico, che presenta molti punti di somiglianza con quello, ben noto, istituito dal Pressel nel calcolo dei pozzi piezometrici.

Assunto un piccolo intervallo di tempo $\Delta\, t$, cui corrispondono le variazioni $\Delta\, y$ e $\Delta\, v$ rispettivamente nel carico e nella velocità, le (8) e (9) diventano, con ovvi passaggi:

(10) $$\Delta\, v = \frac{g}{l}\left(y - y_s \mp \frac{l'}{\chi^2 R_m}\, v^2\right) \Delta\, t\,,$$

(11) $$\Delta\, y = -\, n \left(\frac{y}{y_0}\right)^{[1+(1/n)]} \frac{y_0}{U_0}\, \omega\, v\, \Delta\, t\,.$$

Se ora poniamo:

(12) $$[\Delta\, y]_0 = n \left(\frac{y}{y_0}\right)^{[1+(1/n)]} \frac{y_0}{U_0}\, \omega\, v_0\, \Delta\, t = n \left(\frac{y}{y_0}\right)^{1+(1/n)} \frac{y_0}{U_0}\, Q_0\, \Delta\, t\,,$$

dove Q_0 è evidentemente la portata di regime, le (10) e (11) diventano:

(10) $$\Delta\, v = \frac{g}{l}\left(y - y_s \mp \frac{l'}{\chi^2 R_m}\, v^2\right) \Delta\, t\,,$$

(13) $$\Delta\, y = -\frac{v}{v_0}\, [\Delta\, y]_0\,.$$

Portiamo, su un sistema di assi ortogonali, in ordinate i carichi assoluti, espressi al solito in metri di colonna d'acqua, ponendo l'origine in corrispondenza del carico statico y_s e in ascisse tanto le velocità v, quanto i $[\Delta\, y]_0$, questi ultimi nella stessa scala dei carichi. Potremo subito costruire la retta, passante per l'origine, $\Delta\, v = g/l\, (y - y_s)\, \Delta\, t$, la parabola $H = \pm \dfrac{l'}{\chi^2 R_m}\, v^2$ (perdita di carico in funzione di v), e la $[\Delta\, y]_0 = f\,(y)$ rappresentatrice della relazione (12). Costruiamo inoltre il punto P, nel modo chiaramente indicato nella fig. 3.

Trascorso il primo $\Delta\, t$, il carico ha subito una diminuzione rappresentata dal segmento $A\, B$. Proiettiamo dal polo P il punto V_0 (estremo del segmento che rappresenta la velocità di regime), e conduciamo per B la parallela alla proiettante; essa taglia l'asse delle ordinate in un punto C tale che è $A\, B = A\, C$, e quindi il punto C rappresenta il carico y_1 dopo il primo intervallo $\Delta\, t$.

Tirando l'orizzontale per C, essa taglia la curva delle $[\Delta\, y]_0$ in un punto D tale che $C\, D$ è il valore di $[\Delta\, y]_0$ corrispondente al nuovo carico. La $\Delta\, v$, secondo la (10), è ottenuta tirando per H_0 la parallela alla retta $\Delta\, v = g/l\, (y - y_s)\, \Delta\, t$ fino ad incontrare l'orizzontale già tracciata per C, e abbassando dal punto d'intersezione la verticale sull'asse delle ascisse nel punto V_1; sarà $V_0\, V_1 = \Delta\, v$ e $O\, V_1$ la velocità residua v_1.

Per determinare la variazione di carico durante il secondo $\Delta\, t$, ribaltiamo il segmento $V_0\, V_1$ sulla verticale $V_0\, Q$, in $V_0\, V_1'$. Proiettiamo dal polo P il punto V_1', e per il punto D della curva $[\Delta\, y]_0$ conduciamo la parallela alla proiettante.

Essendo evidentemente $Q\, V_1' = O\, V_1$, tale proiettante taglierà l'asse delle ordinate in un punto E tale che è $C\, E = \dfrac{v_1}{v_0}\, C\, D$ e quindi, ricordando la (13), il punto E rappresenta il carico dopo il secondo $\Delta\, t$.

Tracciata l'orizzontale per E (che incontra la $[\Delta\, y]_0$ nel punto F), possiamo subito ricavare il secondo $\Delta\, v$ tirando, dal punto d'in-

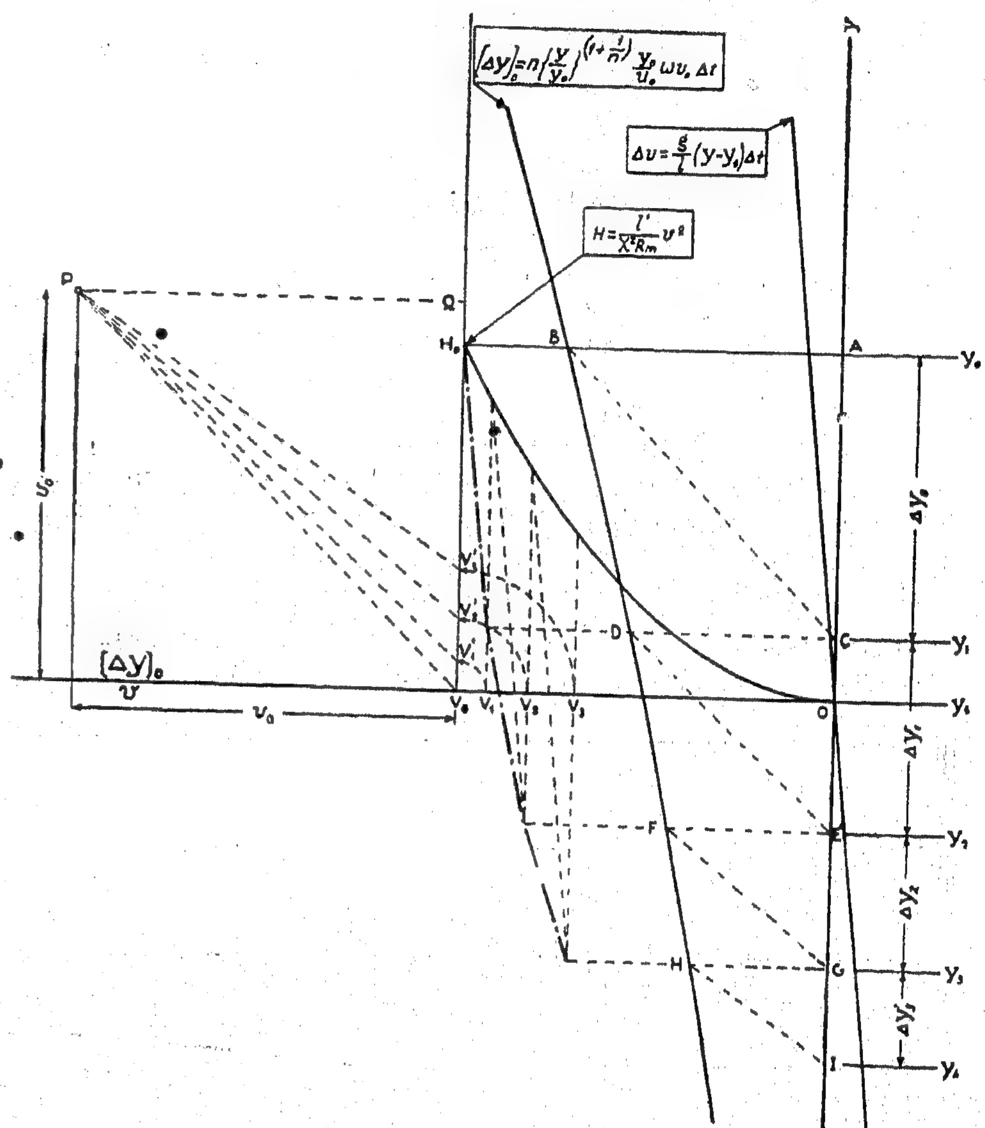


Fig. 3.

tersezione della verticale per V_1 con la parabola delle perdite di carico, la parallela alla retta $\Delta\, v = g/l\, (y - y_s)\, \Delta\, t$ fino ad incontrare l'orizzontale per E, e abbassando dal punto d'intersezione la verticale sull'asse delle v in V_2. Ricordando la (10) sarà $O\, V_2$ la velocità residua dopo il secondo $\Delta\, t$. Procedendo allo stesso modo si ricava l'andamento successivo del carico [9].

Il metodo di calcolo ora esposto può applicarsi anche ad altri problemi simili, come, ad esempio, a pozzi piezometrici di sezione comunque variabile; con lievi ed evidenti modificazioni si presta pure allo studio di arresti non istantanei, ma con leggi assegnate, alla messa in servizio di impianti, tenendo conto delle curve caratteristiche delle pompe, ecc., ecc. Può inoltre, molto facilmente, essere valutato l'effetto di eventuali resistenze addizionali (strozzature, tubi di comunicazione a forte resistenza, valvole con by-pass), restando in evidenza, per ciascun istante, il carico a monte e a valle di esse. Gli accorgimenti e le modificazioni da applicarsi caso per caso sono così semplici ed evidenti, che non è qui il caso di farne particolare menzione.

Esempio numerico. — Consideriamo (vedi fig. 4) una condotta di diametro 500 mm ($\omega = 0{,}196$ m²), della lunghezza di m 8000, nella quale sia inserita una camera d'aria del volume di m³ 6,98 alla pressione assoluta di 90 m, assumendo la trasforma-

---

(8) Questa analogia ci conferma le formule del Rateau, ma ci dimostra che, anche per piccoli valori delle oscillazioni di carico, cioè per valori di y_0/y poco diversi dall'unità, esse cessano di rappresentare con sufficiente approssimazione il fenomeno.

(9) È appena il caso di notare che quando, col procedere della costruzione, la velocità v s'inverte, il segmento $V_0\, V_n'$ diventa maggiore di $V_0\, Q$, e il $\Delta\, y$ cambia automaticamente di segno, mentre continua ad essere soddisfatta la (13).

zione come isoterma ($y\,U = 62,80$). Sia il dislivello geometrico fra l'impianto di sollevamento e il serbatoio alimentato di m 79,67 ($y_s = 79,67 + 10,33 =$ m 90), e sia di 1 m al 1'' la velocità di regime v_0, cui compete una perdita di carico di m 17,80 ($y_0 =$ m 107,80). Consideriamo tanto il funzionamento di alimentazione quanto il funzionamento invertito, con la pompa cioè funzionante come turbina, sotto un carico assoluto di m 90 — 17,80 = m 72,20, confrontando,

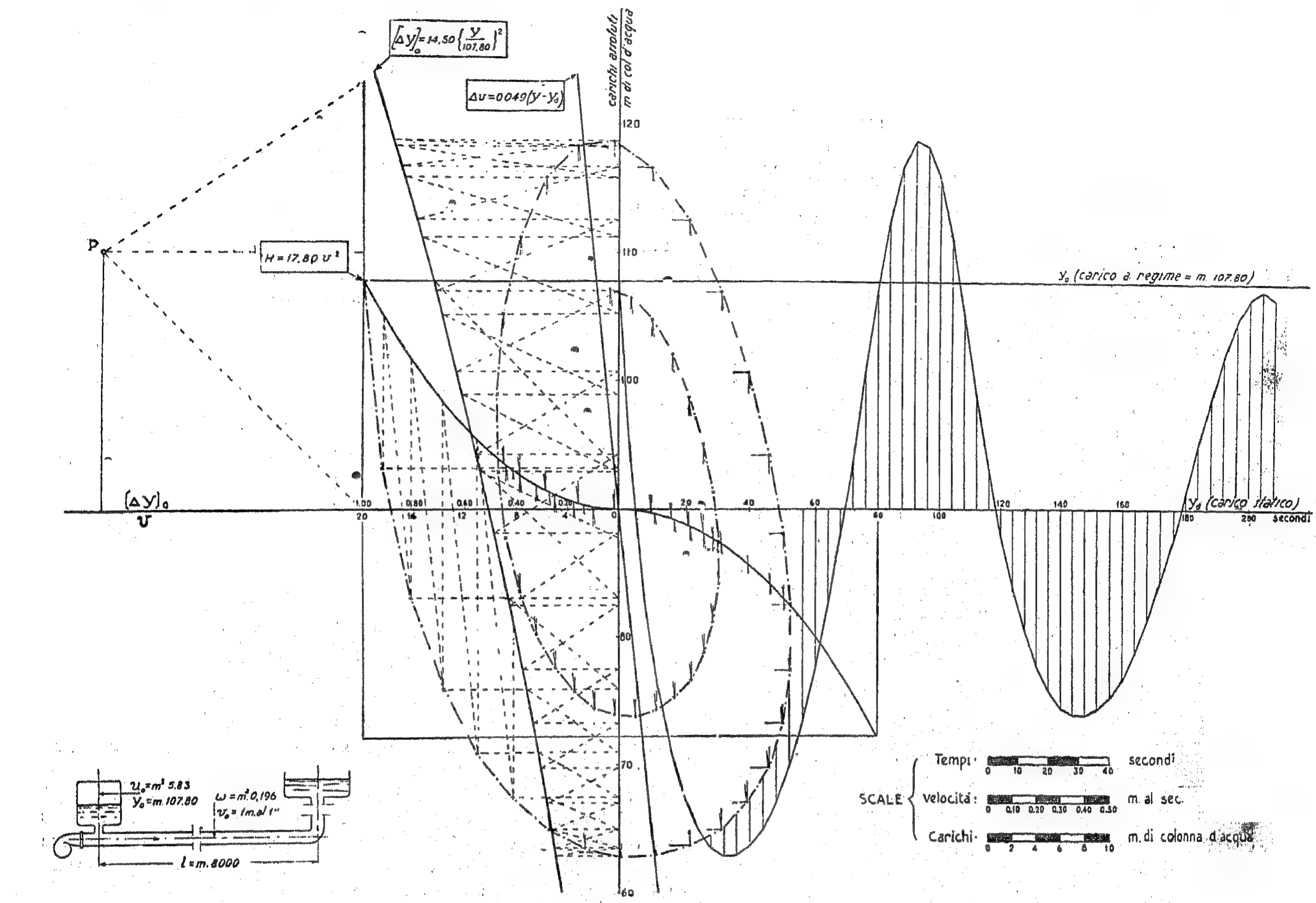


Fig. 4.

in entrambi i casi, i risultati con quelli ottenuti facendo astrazione delle resistenze di attrito.

Le massime oscillazioni di pressione sono le seguenti:

	Carichi assoluti			
	Statico	Di regime	Massimo	Minimo
Funzionamento come pompa	90	107,80	118,80	62,80
Funzionamento come turbina	90	72,20	131,80	70,80
Prescindendo dagli attriti	90	90	153,20	56,00

Questi risultati ci mettono in evidenza quanto avevamo già qualitativamente previsto, che cioè la presenza di attriti mostra i suoi effetti benefici meglio negli impianti di sollevamento che negli impianti idroelettrici. Ci dicono che l'entità di tali effetti è sensibile, e che, almeno in impianti di portata non eccessiva, è praticamente possibile contenere le oscillazioni di pressione entro limiti ristretti, ricorrendo a camere d'aria di volume tutt'altro che esagerato. Ci dimostrano inoltre l'effettiva base razionale dei molti artifici adoperati in pratica per aumentare artificialmente le perdite di carico (strozzature, valvole con by-pass, ecc.), offrendo in pari tempo il mezzo di valutarne esattamente gli effetti.

4. — Possiamo ora concludere il presente studio riepilogandone i principali risultati:

1°) È possibile condurre lo studio degli impianti muniti di camera d'aria su basi sistematiche introducendo un parametro σ, che può essere assunto come caratteristica dell'impianto nel senso che, a impianti diversi, ma a cui compete lo stesso σ corrispondono, per un improvviso arresto della alimentazione, e quando si prescinda dagli attriti, le stesse sovrapressioni e depressioni percentuali. Tale parametro basa da solo a prevedere in prima approssimazione il comportamento di un impianto munito di camera d'aria.

2°) Le resistenze d'attrito possono avere un'importanza molto sensibile, e vanno messe in conto; esse mostrano i loro benefici effetti meglio negli impianti di sollevamento che in quelli per produzione d'energia.

3°) Specialmente nei primi, un razionale sistema per aumentare artificialmente le perdite di carico porta a notevoli miglioramenti delle condizioni d'esercizio.

Resterebbe ora da tener conto di un altro elemento, da cui finora si è fatta astrazione, cioè dall'effetto della finita velocità di propagazione delle perturbazioni idrodinamiche nella condotta. Rimandiamo però il relativo studio ad altra prossima memoria.

Bologna, Laboratorio di Costruzioni Idrauliche del R. Istituto d'Ingegneria.

SULLA DECOMPOSIZIONE DEI SISTEMI TRIFASI

F. CORREGGIARI

Abaco per la determinazione rapida dei componenti simmetrici di una terna asimmetrica.

In un precedente lavoro (1) ho illustrato un abaco che consente la determinazione rapida del grado di squilibrio di una terna asimmetrica.

Esso può risultare utile in molti casi, ma non risolve completamente il problema della decomposizione della terna, che consiste nel determinare separatamente valori e fasi dei due componenti simmetrici, il diretto e l'inverso.

Il presente abaco risponde allo scopo.

*

Rimando al lavoro citato per le considerazioni generali e l'impostazione del problema: mi limito qui a riassumere alcune nozioni fondamentali al riguardo.

L'ordine di effettiva successione nel tempo dei tre vettori della terna non ha, per il problema che ci interessa, alcuna importanza. Di conseguenza converrà:

— attribuire alle denominazioni di diretto ed inverso il significato di equiverso e di controverso rispetto alla terna data;

— considerare i vettori della terna data nell'ordine di ampiezza decrescente, denominando A il maggiore, B l'intermedio, C il minore. Ne consegue che, se la terna viene percorsa, come di solito, nel

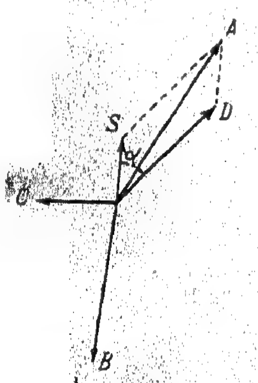


Fig. 1 *a*.

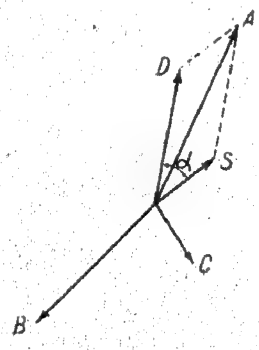


Fig. 1 *b*.

senso dei ritardi, i tre vettori di essa si incontreranno nell'ordine A ; B ; C (fig. 1 *a*) oppure A ; C ; B (fig. 1 *b*) a seconda che essi si seguano nel tempo nell'ordine di ampiezza decrescente, oppure nell'ordine di ampiezza crescente.

Conviene inoltre sempre assumere come vettore fondamentale della terna il maggiore dei tre, ed effettuare la decomposizione rispetto ad esso; con ciò si limita il campo di possibile variazione degli angoli α_d ed α_s formati rispettivamente dai componenti diretto (D) ed inverso (S) col vettore fondamentale della terna, e perciò si semplifica notevolmente l'abaco.

Va infine ricordato che:

— l'ampiezza del componente diretto è maggiore di quella dell'inverso: al limite è $D = S$;

— l'angolo α_d è minore di α_s; al limite $\alpha_d = \alpha_s$;

— D ed S risultano da parti opposte rispetto al vettore fondamentale, e precisamente D risulta sempre fra A e B, S sempre fra A e C.

Queste proprietà sono messe in evidenza nelle fig. 1 *a*, 1 *b* e 2.

*

Per la costruzione dell'abaco servono le seguenti note relazioni fra le grandezze rappresentate nella figura 1:

$$\left.\begin{aligned} A^2 &= D^2 + S^2 + 2\,DS \cos\alpha \\ B^2 &= D^2 + S^2 - 2\,DS \cos(60^\circ + \alpha) \\ C^2 &= D^2 + S^2 - 2\,DS \cos(60^\circ - \alpha) \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

In più la figura 2 dà:

$$\left.\begin{aligned} D \cos\alpha_d + S \cos\alpha_s &= A \\ D \operatorname{sen}\alpha_d &= S \operatorname{sen}\alpha_s \\ \alpha &= \alpha_d + \alpha_s \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

(Si noti che la prima delle 1 deriva dalle 2).

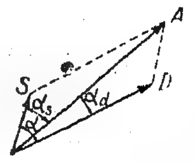


Fig. 2.

Riferendo tutti i vettori ad A e ponendo:

$$b = B/A \qquad c = C/A \qquad d = D/A \qquad s = S/A$$

risulta:

$$\left.\begin{aligned} a^2 &= d^2 + s^2 - 2\,ds \cos(60^\circ + \alpha) \\ c^2 &= d^2 + s^2 - 2\,ds \cos(60^\circ - \alpha) \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

$$\left.\begin{aligned} d \cos\alpha_d + s \cos\alpha_s &= 1 \\ d \operatorname{sen}\alpha_d &= s \operatorname{sen}\alpha_s \\ \alpha &= \alpha_d + \alpha_s \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Occorre ora trasformare le 3 in modo da mettere in evidenza, nel secondo membro, o la sola coppia d ; α_d, o la sola coppia s ; α_s.

Le 4 danno:

$$\left.\begin{aligned} s^2 &= 1 + d^2 - 2d \cos\alpha_d \\ s \operatorname{sen}\alpha &= \operatorname{sen}\alpha_d \\ s \cos\alpha &= \cos\alpha_d - d \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

che, sostituite nelle 3, danno:

$$\left.\begin{aligned} b^2 &= 1 + 3\,d^2 - 2\sqrt{3}\,d \cos(30^\circ + \alpha_d) \\ c^2 &= 1 + 3\,d^2 - 2\sqrt{3}\,d \cos(30^\circ - \alpha_d) \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

Con analogo procedimento si potrebbero ricavare le espressioni in funzione di s ed α_s; si giunge ad equazioni simili alle 6, e che si possono scrivere immediatamente sostituendo, in queste ultime, s a d, α_s ad α_d.

Le 6 e le analoghe in s ed α_s risolvono il problema.

Il loro impiego diretto (cioè dati b e c calcolare d ; α_d ; s ; α_s) non è conveniente; usandole invece in senso inverso esse permettono di calcolare e tracciare in un piano coordinato, di ascisse c ed ordinate b, le curve luogo per:

$$d = \text{cost} \quad ; \quad \alpha_d = \text{cost} \quad ; \quad s = \text{cost} \quad ; \quad \alpha_s = \text{cost}.$$

Queste quattro famiglie di curve costituiscono l'abaco cercato.

*

Per l'esecuzione dei calcoli numerici necessari alla costruzione dell'abaco va tenuto presente che, in conseguenza delle ipotesi adottate, l'ampiezza del campo di possibile variabilità delle grandezze in gioco è limitata.

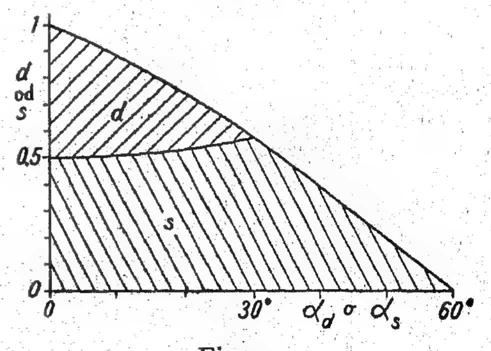


Fig. 3.

Anzitutto è:

$$b \leqslant 1 \qquad c \leqslant d \qquad (7)$$

La prima delle 7 e la prima delle 6 danno:

$$\cos(30^\circ + \alpha_d) \geqslant \sqrt{3}\,d/2$$

La seconda delle 7 e la prima delle 5 danno

$$d \cos\alpha_d \geqslant 1/2$$

Queste due relazioni mostrano che $\alpha_d \leqslant 30^\circ$ e forniscono, per ogni valore di α_d, i valori massimo e minimo possibili per d (vedi fig. 3).

(1) *L'Elettrotecnica*, 5 maggio 1932.

Analogamente si ottiene:

$$\cos(30^\circ + \alpha_s) \geqslant \sqrt{3}\ s/2$$

$$s \cos \alpha_s \leqslant 1/2$$

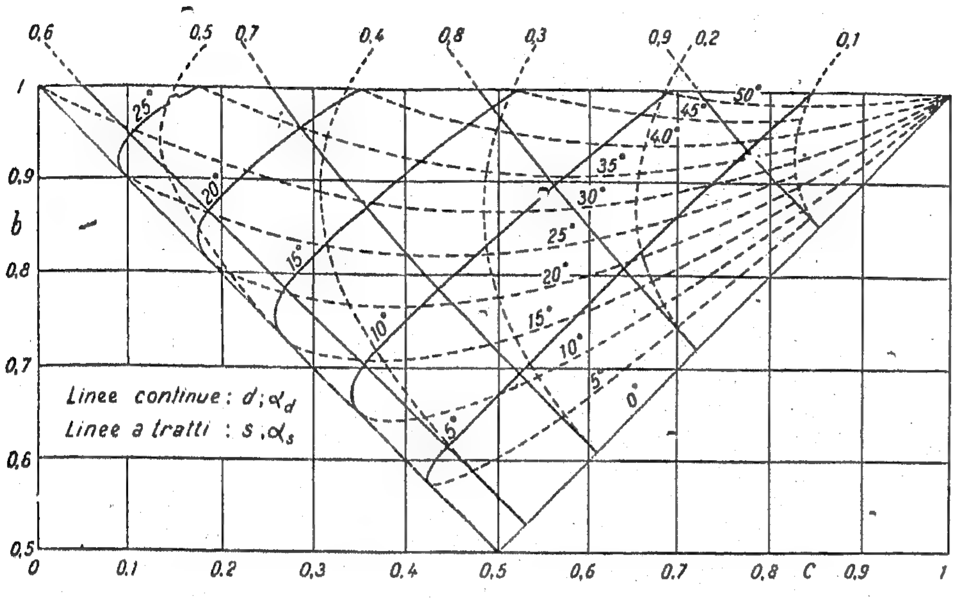


Fig. 4.

la prima delle quali dà $\alpha_s \leqslant 60^\circ$; inoltre esse indicano il valor massimo possibile di s, in corrispondenza ad ogni valore di α_s: la seconda vale per $\alpha_s = 0^\circ \div 30^\circ$, la prima per $\alpha_s = 30^\circ \div 60^\circ$; il valore minimo di s è in ogni caso uguale a zero (vedi figura 3).

*

L'abaco è rappresentato nella figura 4: ad ogni coppia di valori b; c, corrisponde un punto del diagramma, in corrispondenza del quale si leggono, interpolando se occorre, i valori di d; α_d; s; α_s.

Per l'impiego corrente però, tenuto conto degli squilibrii che più frequentemente si riscontrano nella pratica, conviene rappresentare in scala ingrandita la porzione dell'abaco prossima a $b = c = 1$; si ottiene l'abaco della figura 5, il quale è stato limitato al valore $s = 20\%$.

In esso tutte le ampiezze, sia dei vettori dati che dei componenti incogniti, sono espresse in % del vettore maggiore della terna data: i valori dei componenti sono di 1 in 1 %; i valori di α_d sono di grado in grado, quelli di α_s di 5 in 5 gradi.

L'abaco è stato esteso un pò al di sopra della retta $b = 100\%$ e ciò allo scopo di agevolare l'interpolazione nei casi in cui le letture capitassero in prossimità di tale retta.

*

Per l'uso dell'abaco, dati i valori numerici (ampiezze) dei tre vettori della terna, chiamare A il maggiore, B l'intermedio, C il minore; calcolare $b\ \% = 100\ B/A$; $c\ \% = 100\ C/A$; l'abaco, nel punto di ascissa c % e di ordinata b % dà i valori di d %; α_d, s %; α_s.

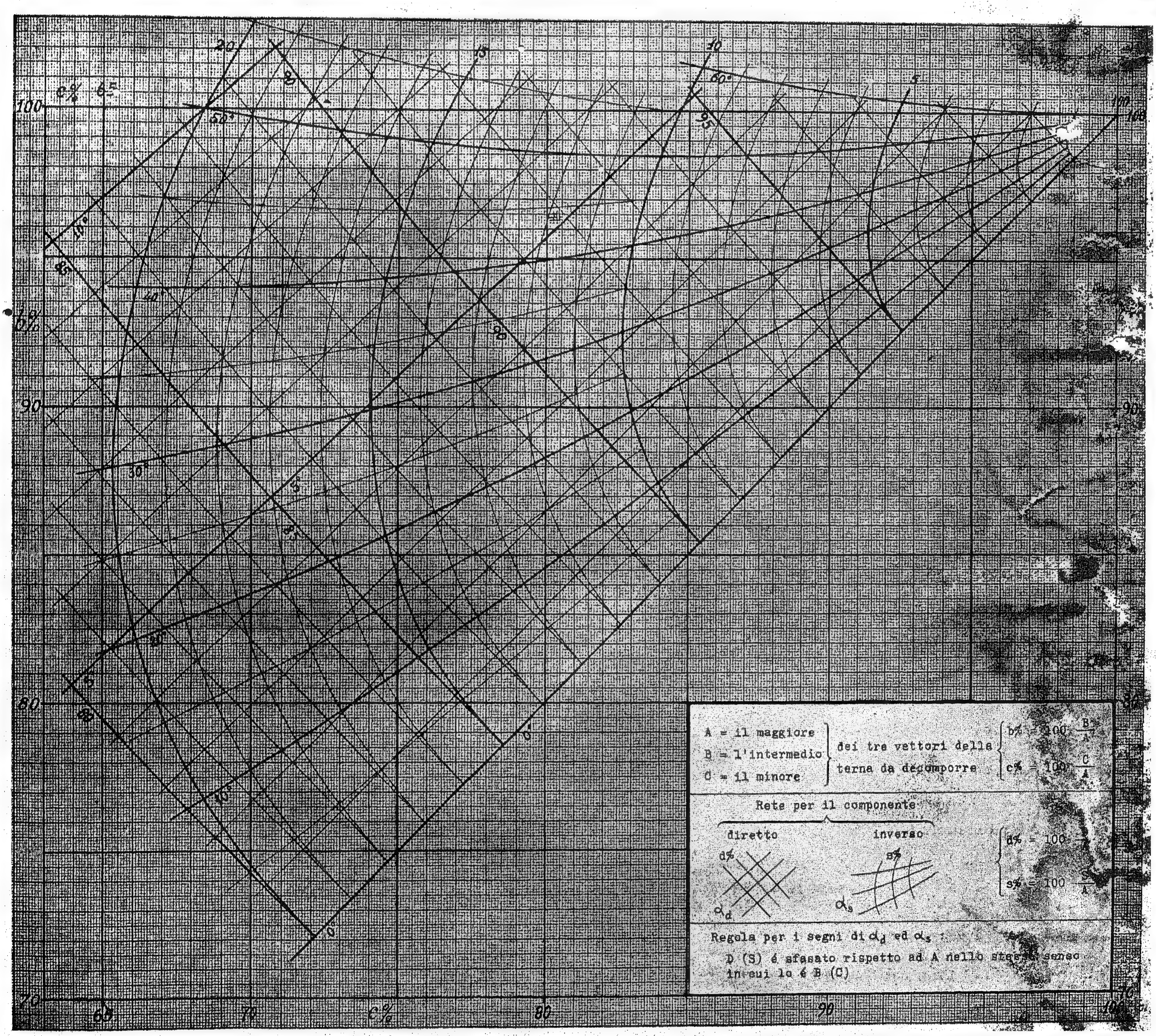


Fig. 5.

Occorrendo, si effettuerà l'interpolazione a vista: questa operazione è agevolata dal fatto che le due famiglie di curve $d\ \%$; α_d costituiscono un reticolato di aspetto nettamente distinto da quello delle curve $s\ \%$; α_s.

I valori assoluti di D ed S sono dati rispettivamente da

$$D = Ad/100 \quad ; \quad S = As/100 \quad ;$$

i segni degli angoli α_d ed α_s sono forniti dalla regola già illustrata e cioè:

— D è spostato rispetto ad A nello stesso senso in cui lo è B; S è spostato nello stesso senso di C (notare che questa regola è assai facile da ricordare, se si tiene presente che D e B sono rispettivamente maggiori di S e C).

*

Esempio: utilizzando gli stessi valori numerici dell'esempio riportato nel precedente lavoro, risulta:

$b\ \% = 92{,}6 \qquad c\ \% = 88{,}9$

$d\ \% = 93{,}7 \qquad \alpha_d = 1^o{,}2 \qquad s\ \% = 6{,}6 \qquad \alpha_s = 17^o$

A scopo di controllo si può dedurre il grado di squilibrio; risulta:

$\rho\ \% = 100\ s\ \%/d\ \% = 7{,}1\ \% \qquad \alpha = \alpha_d + \alpha_s = 18^o{,}2$

con buon accordo con i valori allora trovati.

Gennaio 1935 - XIII.

Milano - R. Istituto Superiore d'Ingegneria
Scuola di Perfezionamento per Ingegneri Elettricisti.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Premi riguardanti i progressi della navigazione. — La Royal Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce (London WC 2, John Street, Adelphi), ha aperto i seguenti concorsi:

1) Premio di 100 sterline per una invenzione, pubblicazione, diagramma, ecc., che dalla apposita Commissione sia giudicato tale da costituire un reale progresso della scienza o della pratica della navigazione, nel periodo dal 1° gennaio 1930 al 31 dicembre 1935.

I concorrenti devono far pervenire i loro titoli al Segretario della Royal Society of Arts non oltre il 31 dicembre 1935.

2) Premio di 100 sterline per uno studio che riguardi entrambi i seguenti argomenti:

a) apparecchi moderni per la navigazione dipendenti da applicazioni elettriche (radiogoniometri, radiofari, rivelatori di eco, giroscopi, ecc.);

b) apparecchi per la navigazione non dipendenti da applicazioni elettriche (scandagli, bussole, ecc.).

I lavori, scritti in inglese, segnalati con un motto, devono pervenire al Segretario della Royal Society of Arts non oltre il 31 dicembre 1935.

*

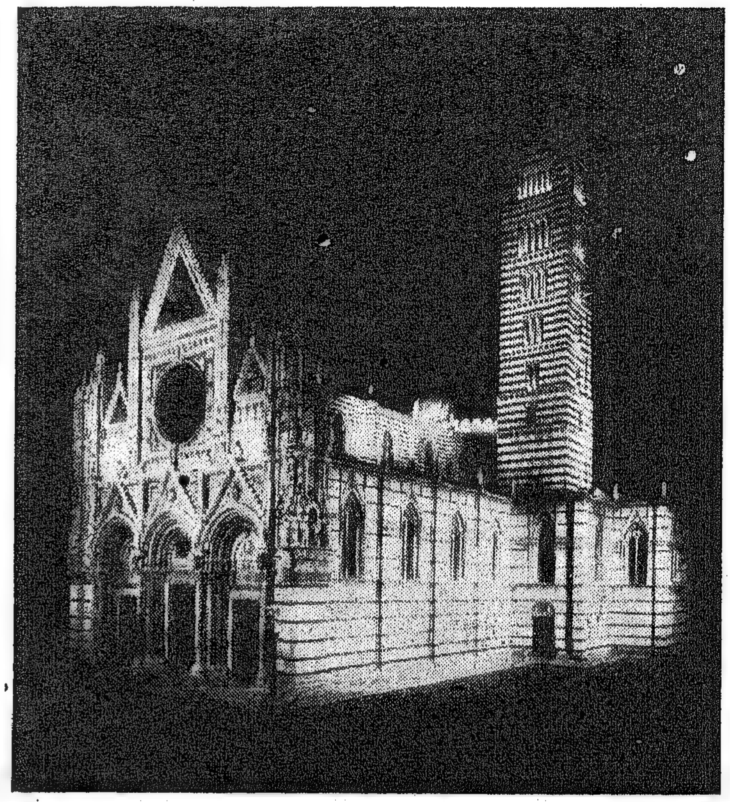
Illuminazione di monumenti. — I moderni concetti secondo i quali si può oggi realizzare l'illuminazione del fronte di un edificio monumentale mediante proietori, richiedono di porre nel dovuto rilievo oltre ai fattori estetici e tecnici anche i fattori utilitari ed economici.

Questi si realizzano impiegando il flusso luminoso riflesso dalle superfici illuminate per diffondere nelle zone ad esse circostanti un chiarore sufficiente agli scopi di viabilità e visibilità propri della zona stessa escludendo l'impiego di altri mezzi illuminanti.

La chiarezza richiesta sulla superficie dell'edificio, basta raggiunga valori molto inferiori ai 40 ÷ 80 lux richiesti per le cosilette illuminazioni di gala, col vantaggio di non render proibitivo il costo d'esercizio perchè un impianto siffatto, deve avere un orario di esercizio coincidente con quella della locale pubblica illuminazione.

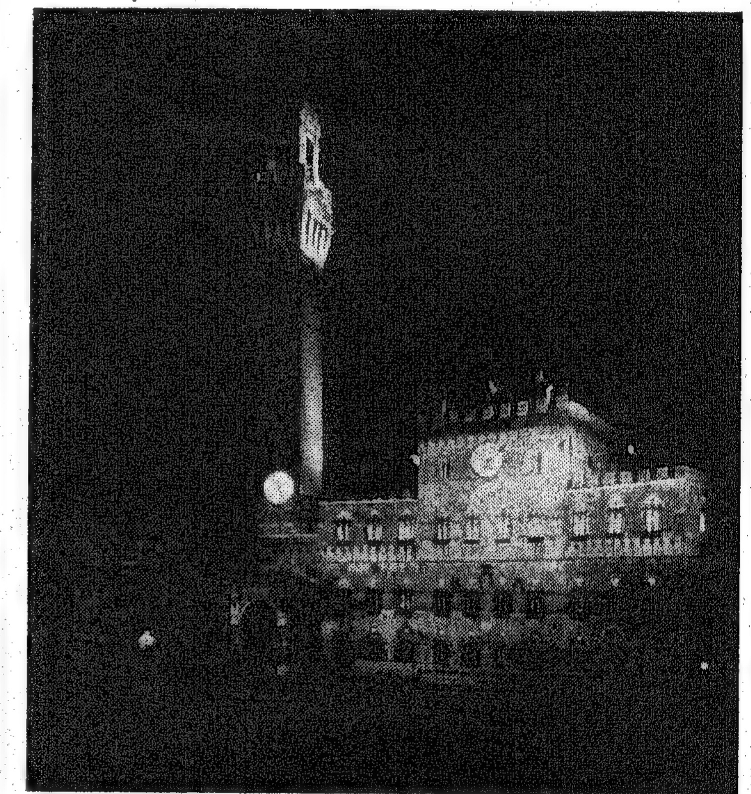
Appunto per la ridotta intensità della illuminazione e la tonalità della colorazoine ottenibile, un tale sistema di illuminazione viene denominato a luce lunare.

L'impianto recentemente costruito attorno al Duomo ed edifici limitrofi di Pisa è stato effettuato dopo i notevoli risultati ottenuti in analoghi impianti realizzati secondo i concetti esposti; primo fra questi, quello predisposto fino dal 1930 pel Duomo e pel Pa-



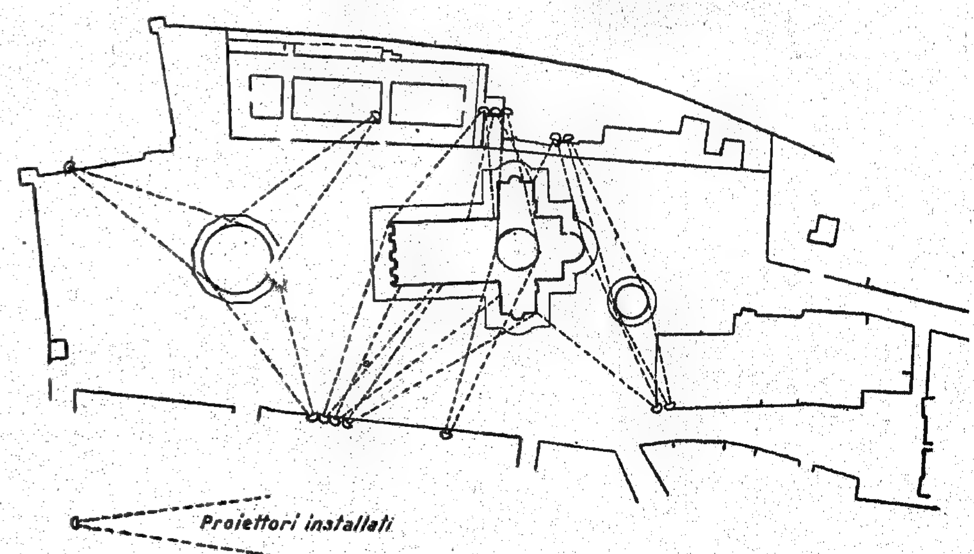
Illuminazione a luce lunare del Duomo di Siena.

lazzo del Podestà di Siena. Quivi la Piazza del Duomo e la Piazza del Campo, dove sorgono i due edifici nominati, vengono esclusi-



Illuminazione a luce lunare del Palazzo del Podestà a Siena.

vamente illuminate dal flusso a tonalità lunare, distribuito sulla fronte degli edifici indicati e da questi riflesso.



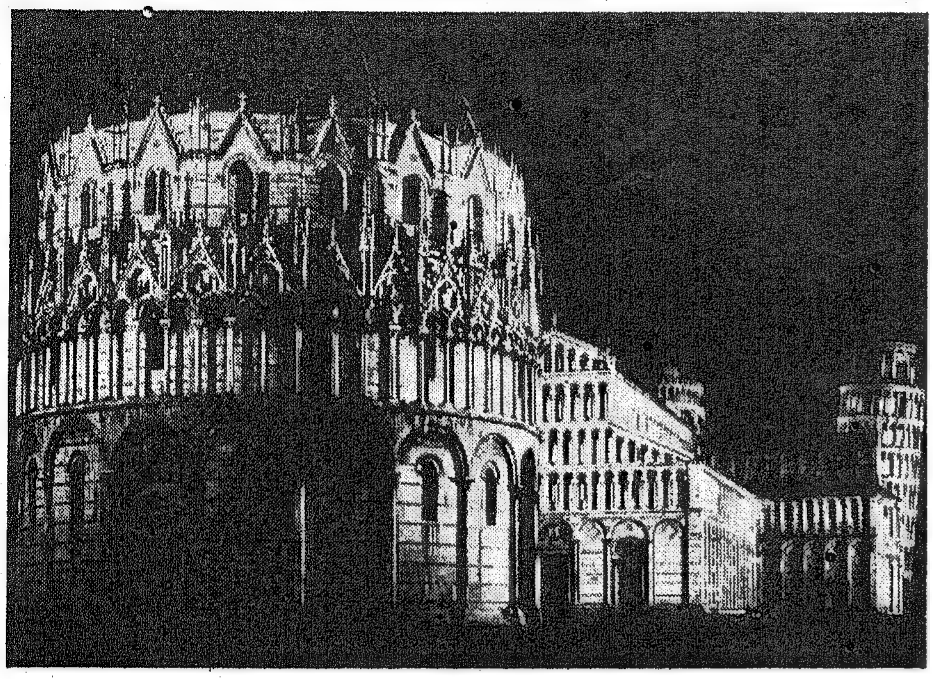
Disposizione dei proiettori per la illuminazione dei monumenti di Pisa.

Il gruppo dei monumenti pisani è stato inondato di flusso luminoso a tonalità lunare su tutte le fronti, in modo che la visi-

bilità ne è assicurata tanto a chi si trovi dal lato della città, quanto a chi provenga dalle linee ferroviarie di Viareggio e Lucca.

Tutta la Piazza circostante resta illuminata con sufficiente uniformità.

Si sono impiegate lampade ad incandescenza con proiettori opportunamente raggruppati in punti di facile accesso per la ma-

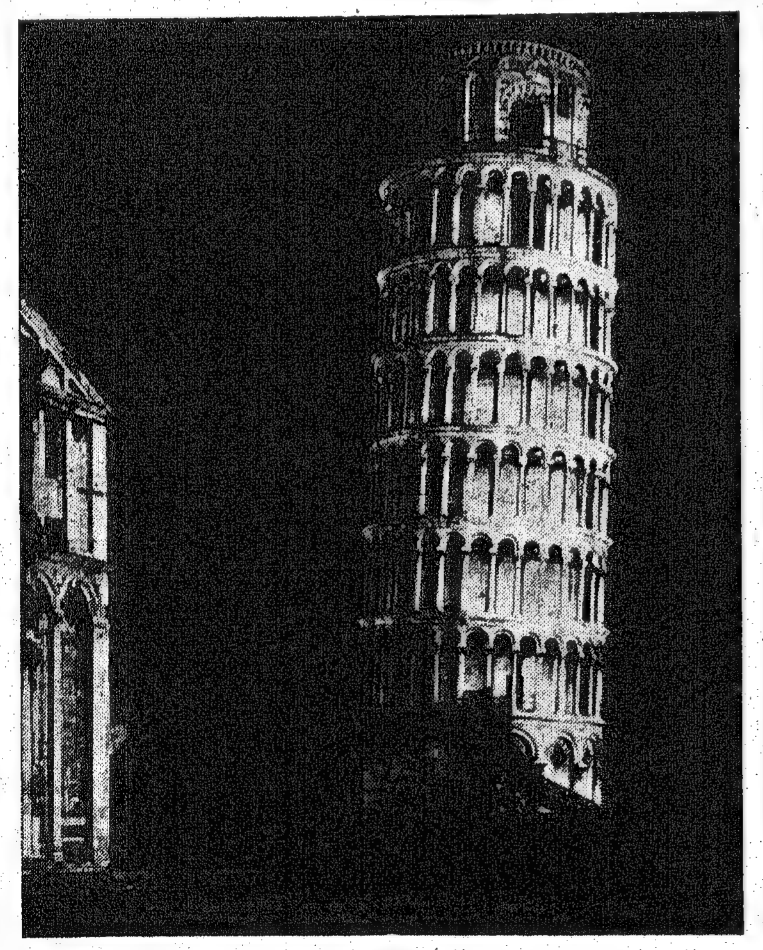


Illuminazione a luce lunare dei monumenti di Pisa.

nutenzione e nello stesso tempo situati in angoli morti rispetto alla normale visuale di chi percorre la strada posta lungo un fianco della piazza stessa.

I proiettori adoperati sono del tipo a specchio con dispositivi adatti per ottenere diagrammi di distribuzione del flusso luminoso rispondenti agli scopi prefissati.

Così i proiettori destinati all'illuminazione del campanile distribuiscono il flusso emesso sopra una striscia verticale, mentre i



La torre pendente illuminata a luce lunare.

rimanenti hanno una distribuzione omogenea su un'ampia superficie approssimativamente circolare.

Si sono installati due proiettori per l'illuminazione del Campanile, tre pel Battistero, nove pel Duomo. In totale 14 proiettori equipaggiati con lampade da 1000 W e da 500 W per complessivi 11 kW.

L'impianto, effettuato dalle Officine Elettriche It. Ing. V. Arcioni, è alimentato in derivazione dalla normale rete di distribuzione.

Il comando dell'accensione e dello spegnimento è ottenuto mediante interruttori comandati a servo-relais dal circuito di illuminazione stradale di tutta la notte; realizzandosi così molto semplicemente l'orario di servizio di quest'ultima, senza impegnare le disponibilità della rispettiva rete.

Coll'attivazione dell'impianto descritto, l'illuminazione già esistente sulla via delimitante da un lato la piazza, ha potuto essere notevolmente ridotta, diminuendo la potenza dei centri luminosi installati e mascherandoli opportunamente. Si è così raggiunto lo scopo di togliere ogni possibile disturbo all'effetto realizzato sulla piazza senza creare difficoltà al notevole traffico che ivi si svolge.

✻

Una nuova rivista « Radio Industria ». — Sotto questo titolo ha da poco tempo iniziato le sue pubblicazioni una rivista mensile che esce in fascicoli di cm 22 × 29, con 72 pagine, abbondantemente illustrate.

La rivista tende a svolgere una attività svariata per la diffusione delle nozioni e dei progressi di carattere scientifico e applicativo nel campo delle radiocomunicazioni. Essa vuole anche costituire un organo di sintesi dell'attività finanziaria e produttiva dell'industria che riguarda tale ramo della tecnica, e si ripromette di favorire i contatti e l'affiatamento fra tecnici, industriali e utenti degli apparecchi radio.

I fascicoli contengono articoli originali e vasti notiziari di carattere tecnico e industriale.

La Rivista riporta la rubrica del Gruppo Costruttori Apparecchi Radio che fa capo all'A.N.I.M.A., e le comunicazioni del Gruppo Radio del Sindacato Fascista Ingegneri di Milano.

La veste tipografica è veramente buona e il testo sempre arricchito da abbondanti illustrazioni.

L'abbonamento annuo costa L. 20 (Milano - Via Cesare Balbo, 23).

NOTE LEGALI

Giurisprudenza sul tema di energia elettrica.

Fallimento.

« Per la risoluzione di un contratto continuativo di fornitura di energia elettrica, determinata dal fallimento dell'utente, non è dovuta dalla massa fallimentare alcuna indennità, trattandosi di un danno non precedente, ma conseguente al fallimento ».

(Cassazione 28 dicembre 1934 - Massimario Foro Ital. 1934, c. 680).

Impiego privato.

« Non è impiegato il montatore elettricista che esegue manualmente il montaggio e la revisione del macchinario elettrico, benchè per tale lavoro debba qualche volta ricorrere all'aiuto di operai e, stante la lontananza del datore di lavoro, debba anche fare qualche acquisto di materia prima occorrente e debba stendere qualche rapporto alla casa.

« L'impiegato che chiede la retribuzione per il caso di sospensione di lavoro deve provare che la sospensione del lavoro è dovuta al fatto del principale e non è ascrivibile a caso fortuito o a forza maggiore ».

(Corte d'Appello di Milano funzionante come Magistratura del Lavoro - 5 marzo 1934. - Foro della Lombardia 1934, P. II, pag. 55) vedi promemoria in fine delle Note Legali).

Imposte e tasse.

« Il tributo sul consumo dell'energia elettrica ha carattere d'imposta e non di tassa — art. 1, 14, 15 t. u. 8 luglio 1924 sulle imposte di fabbricazione.

« Non compete privilegio al produttore di energia elettrica che agisce nei confronti dell'utente fallito per il rimborso della imposta sul consumo dell'energia pagata per conto e in luogo di lui — art. 1958, n. 1 c. c. ».

(Corte d'Appello di Torino 23 ottobre 1934 - Mon. Trib. 1935, p. 71).

Pubblica amministrazione.

« La pubblica amministrazione è responsabile dei danni derivati al privato dalla rottura del filo elettrico ad alto potenziale di una linea ferroviaria — art. 10 regol. 25 ottobre 1895 sulla trasmissione a distanza delle correnti elettriche — art. 2 r. d. 31 ottobre 1873 sulla polizia delle strade ferrate ».

(Cassazione - Sezioni Unite - 9 agosto 1934 - Mon. Trib. 1935, pag. 87).

Promemoria alla sentenza della Corte d'Appello di Milano, funzionante come Magistratura del Lavoro, in data 5 marzo 1934-XII.

Con ricorso 28 ottobre 1933 U. E. esponeva al Tribunale di Milano, Sezione Lavoro, che era stato assunto dalla C. G. E. come montatore elettricista dal 13 settembre 1926 con lo stipendio fisso mensile di L. 900, pagatogli successivamente a quindicina di L. 450, e dopo la riduzione salariale, di L. 414; che godeva inoltre di una diaria fissa, i 2/5 della quale si calcolano in L. 9 al giorno, e aveva il rimborso delle spese di viaggio; che egli mandava settimanalmente un rapporto sullo stato dei lavori; assumeva sul posto operai; faceva acquisti di materiale e disponeva per lavoro presso terzi, contrattando in ogni caso il prezzo e pagandolo con somme fornite,

a sua richiesta, dalla Società; che fra un lavoro e l'altro, nel periodo dal 1931 al 1933 era rimasto sospeso dal servizio senza corresponsione di stipendio; che era stato licenziato il 17 settembre 1933 e gli si era proposto la liquidazione di 7 anni di anzianità come operaio: chiedeva perciò la condanna della C. G. E. al pagamento della somma di L. 23.803,80 con gli interessi dal 17 settembre 1933 per i titoli: mancato preavviso in base all'anzianità di anni 7 - indennità di anzianità - stipendio e diarie - mancate ferie - conguaglio stipendio ultimi 7 mesi - mancato pagamento emolumenti durante i periodi di sospensione.

La convenuta offriva L. 752, essendo l'E. semplice operaio.

Il Tribunale ritenne operaio il ricorrente, assolvendo la convenuta col pagamento della somma di L. 756. L'E. propose appello.

In diritto ritiene la Corte che, come giudicò il Tribunale, l'E. debba essere considerato capo operaio e non impiegato: non basta che la prestazione di lavoro dell'E. per molti punti si debba considerare come intellettuale per quella conoscenza scientifica che egli doveva avere del ramo elettrico cui era destinato, e per quella pratica che aveva acquistato sì da farlo considerare ed apprezzare dalla Casa come tecnico della materia. Egli tuttavia non era che un montatore elettricista, inviato in varie parti dell'Italia per il montaggio e revisione del macchinario elettrico che egli eseguiva manualmente. Il richiedere operai in aiuto e l'acquistare materia prima non possono implicare la qualifica di impiegato.

In questo punto la Corte conferma la sentenza appellata.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

M. KNOLL - F. OLLENDORF - R. ROMPE. — *Gasentladungs-Tabellen.* — Berlino, 1935 - J. Springer. — Un volume di cm 16×25, di 170 pagine con 196 figure. — Prezzo, rilegato, marchi 29.

Si tratta di un volume del più alto interesse per tutti coloro che si occupano di elettrofisica ed anche, in molti casi, pei tecnici delle alte tensioni.

Gli AA. hanno cercato di raccogliere nella forma più concisa possibile gli elementi disponibili e i dati finora acquistiti, relativi alle calcolazioni quantitative nel campo dei fenomeni delle scariche nei gas. La forma estremamente stringata, se rende il libro accessibile soltanto a chi abbia una adeguata preparazione fisica e matematica, conferisce ad esso quasi il carattere di un manuale o prontuario al quale lo specialista può ricorrere con sicurezza e con grande utilità in molte occasioni.

Gran parte del volume è occupata da tabelle o da grafici o diagrammi; per il rimanente esso è costituito da una raccolta di formule razionalmente ordinate con l'aggiunta di quel minimo di testo che è indispensabile per la loro interpretazione e corretta applicazione.

Assai lodevole è la cura e la precisione con cui vengono sempre indicate le dimensioni e le unità di misura di tutte le grandezze. Numerosissimi i riferimenti bibliografici.

Il libro copre interamente la materia del titolo, dalla fisica generale corpuscolare alle diverse forme di scarica, con accenni alla tecnica del vuoto, ai materiali pei tubi di scarica, ecc.

La veste tipografica è veramente ottima.

*

A. BOURY - A. M. TOUVY. — *L'allumage des moteurs à explosion.* — Parigi, 1934 - J. B. Baillière. — Un volume di cm 11×18, di 274 pagine con 166 figure. — Prezzo franchi 38.

Gli AA. si occupano esclusivamente del sistema d'accensione con bobina d'induttanza alimentata da batteria di accumulatori, studiandolo nei suoi vari aspetti applicativi e nei problemi pratici ai quali dà luogo.

L'esposizione ha carattere descrittivo e la forma è piana e facile. Il libro assume così l'aspetto di una istruzione pei meccanici d'automobile o pei costruttori dell'apparecchiatura elettrica dei motori a esplosione.

Il volume si apre con una parte introduttiva generale sull'accensione dei motori a scoppio. Segue poi un capitolo sull'accensione con batteria, a proposito della quale gli AA. svolgono anche un cenno di teoria elementare del funzionamento. L'ultimo capitolo descrive gli organi che costituiscono l'insieme del dispositivo di accensione, sotto il loro aspetto costruttivo.

La veste tipografica è mediocre.

*

P. L. KEMP. — *Theory of alternating current wave-forms.* — Londra, 1934 - Chapman and Hall. — Un volume di cm 14×22, di 215 pagine con 73 figure. — Prezzo, rilegato, 15 scellini.

Il libro è dedicato in particolare allo studio delle onde non sinusoidali, ed è compilato in modo da presupporre nel lettore una buona conoscenza della teoria generale delle correnti alternate.

I primi due capitoli sono intesi a impostare lo studio matematico delle onde complesse e ad estendere ad esse le proprietà già note per le onde sinusoidali. Vengono perciò considerati il comportamento di tali onde in circuiti di tipo diverso, i casi di risonanza, la espressione della potenza e del fattore di potenza, il comportamento dei filtri, i diagrammi particolarmente adatti per lo studio delle onde complesse, ecc.

Segue poi un capitolo dedicato in particolare agli effetti dovuti alla presenza di ferro nei circuiti magnetici delle macchine elettriche ed ai fenomeni che ne derivano riguardo alla deformazione delle onde e alla introduzione di armoniche. Un altro capitolo è dedicato allo studio delle altre cause che possono intervenire a produrre deformazioni dell'onda.

Il quinto capitolo si occupa in particolare delle armoniche nei circuiti polifasi e dei fenomeni a cui danno luogo.

L'ultimo capitolo finalmente è dedicato ai metodi di analisi armonica.

Ogni capitolo è corredato da una aggiunta bibliografica. La forma della esposizione è sempre strettamente matematica.

La veste tipografica è ottima.

*

H. BALCKE. — *Utilisation des chaleurs perdues.* — Parigi, 1934 - Dunod. — Un volume di cm 13×21, di 295 pagine con 117 figure. — Prezzo 52 franchi.

Il libro appare nella traduzione francese di A. Schubert a qualche anno di distanza dalla edizione originale tedesca, ma il testo è stato riveduto e aggiornato dall'Autore stesso.

L'opera costituisce una buona introduzione di indole generale alla tecnica dei ricuperi di calore e per la forma piana e descrittiva si presta assai bene ad orientare sull'argomento anche il tecnico non specializzato. D'altra parte la ricca coppia di dati numerici e di notizie quantitative che sono riportate rendono il volume di immediata e pratica applicazione.

Una buona parte del volume, dopo due capitoli di generalità sulle fonti di calore di ricupero e sulle regole generali di utilizzazione, è occupata dallo studio degli apparecchi per gli scambi di calore e alla valutazione dei relativi coefficienti di trasmissione. Seguono altri capitoli dedicati agli accumulatori di vapore, al trasporto del calore a distanza, all'isolamento, alla regolazione e agli apparecchi di misura.

Il testo è corredato da buone figure, da numerose tabelle numeriche e da alcune tavole. Un indice analitico ne facilita la consultazione.

*

MINISTERO DEI LL. PP. - CONSIGLIO SUPERIORE - SERVIZIO IDROGRAFICO. — *Le sorgenti Italiane - Sardegna.* — Roma, Istituto Poligrafico dello Stato, 1934. — Un volume di cm 17×25, di 410 pagine con molte figure e tavole fuori testo. — Prezzo L. 25.

Siamo, con questo, al IV volume della pubblicazione n. 14 del Servizio Idrografico, da non molto tempo iniziata e portata avanti con lodevole alacrità.

Il presente volume riguarda tutta la Sardegna; la compilazione di esso è il frutto dei sopraluoghi a 26.000 sorgenti e di oltre 40.000 misure di portata. Negli elenchi è stato però tenuto conto soltanto delle sorgenti con portata superiore a 0,5 litri al secondo.

Il volume è diviso in quattro parti.

La prima comprende la descrizione geo-morfologica e climatologica della Sardegna e la esposizione dei risultati complessivi dei rilievi eseguiti. Le altre tre parti contengono la descrizione, l'elenco e l'indice alfabetico delle sorgenti.

Il volume è corredato da molte fotografie, da una carta al 250.000 in cinque fogli, con indicate le sorgenti con portata di magra superiore a 0,5 litri/secondo, e da una carta al 500.000 con l'indicazione dei terreni nei riguardi della loro permeabilità.

*

Verband Deutscher Elektrotechniker. — *Vorschriftenbuch des V. D. E.* — Berlino, 1935. - Edito a cura del V. D.E. — Un volume di 1325 pagine, di cm 15×20,5. — Prezzo, rilegato, marchi 16,20.

Questa 20ª edizione delle Norme della Associazione degli Elettrotecnici tedeschi, si presenta formalmente simile alla precedente per quanto riguarda l'ordinamento e la disposizione della materia.

Ma il contenuto del volume è in gran parte diverso. Infatti delle 108 Norme in esso contenute, circa un terzo vengono pubblicate per la prima volta, o sono state completamente rielaborate o per lo meno ritoccate e aggiornate.

Allo scopo di mantenere le mole del volume in proporzioni non eccessive, si è spesso fatto uso di una esposizione succinta e sintetica con impiego frequenti di grafici e di tabelle numeriche.

Un accurato indice analitico generale chiude il volume ed è utilissimo per la rapida consultazione e per la più completa utilizzazione dell'ampio materiale contenuto nel volume.

Nel complesso la nuova edizione conserva tutta la autorevolezza che già le precedenti possedevano come fonte di riferimento e di informazione.

⁂

BLASIUS. — *Mechanik.* — Dritter Teil: *Kinematik, Dynamik, Hydraulik.* — Amburgo, 1935 - Boysen e Maasch. — Un volume di cm 14×22, di 265 pagine con 191 figure.

Il libro ha una caratteristica propria che lo distingue dagli altri libri di meccanica e che dipende dal modo con cui la materia viene presentata e svolta.

Anzichè seguire la via classica di esporre prima la parte teorica degli argomenti per illustrarne poi l'applicazione mediante opportuni esempi, l'A. inverte il metodo e si giova di esempi particolari e di problemi concreti per risalire alla esposizione delle notizie generali e dei principi teorici.

Non vi ha dubbio che, superata la prima impressione di sorpresa, si riconosce che l'A. raggiunge una efficace didattica veramente grande. Le nozioni così acquisite attraverso le loro pratiche applicazioni si presentano con una singolare lucidità e vengono meglio acquisite nella loro reale portatata. Gran parte del merito va senza dubbio riferite all'abilità colla quale l'A. si giova del suo metodo.

Il libro risulta così quasi una raccolta di esercizi svolti, la trattazione dei quali offre all'A. l'occasione di considerazioni e di rilievi dai quali nel complesso risulta esposta la teoria generale.

Si tratta di una pubblicazione di carattere didattico ma che come tale può riuscire assai utile specialmente agli allievi e ai docenti delle nostre scuole industriali.

SUNTI E SOMMARI (*)

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

W. MAROLF — **La regolazione automatica degli alternatori e condensatori sincroni di grande potenza.** (Revue B. B., N. 8, agosto 1934, pag. 135-142, con 10 fig.). **3 c**

La regolazione automatica dei generatori di grande potenza può essere effettuata tanto con regolatori ad azione diretta quanto con regolatori a servomotore, ad azione indiretta. Mentre i primi, inseriti nel circuito shunt della eccitatrice autoeccitata, assolvono in modo pienamente soddisfacente il compito loro affidato, quando si tratta di macchine che non devono funzionare sottoeccitate, richiedono l'impiego di una eccitatrice ausiliaria compoundata oppure di un'eccitatrice doppia, quando l'eccitazione deve variare entro ampi limiti. L'esecuzione speciale dell'eccitatrice pilota è peraltro compensata dalla possibilità di impiegare il regolatore normale a settori rotanti, di funzionamento perfetto e sperimentato in migliaia di impianti. I regolatori automatici ad azione indiretta permettono l'impiego della eccitatrice normale a tensione costante. Le soluzioni possibili con questi regolatori sono molteplici: due di esse sono ricordate dall'A. (regolatore di carbone a pressione e regolatore di grande potenza a pressione d'olio), il quale richiama in particolare l'attenzione sulle caratteristiche del regolatore a grande potenza Brown Boveri. Quest'ultimo è caratterizzato da una grande velocità di regolazione, da una costruzione singolare del dispositivo di contatto, da un grande numero di tacche del reostato, da una grande potenza di regolazione e da una facile adattabilità alle condizioni di servizio più svariate. Il suo funzionamento risulta ovvio dagli schemi riportati; il suo comportamento in servizio è messo in chiaro da una serie di oscillogrammi. *V. D. Ma.*

M. WALTER — **Sulle proprietà dei riduttori di corrente per relais di protezione.** (E. T. Z., N. 20, del 17 maggio 1934, pag. 483-487, con 11 fig.). **3 e**

Dopo aver richiamato le nozioni di errore di rapporto, angolo di errore e coefficiente di sovracorrente, l'A. fa un'esposizione delle condizioni tecniche di misura, alle quali i riduttori di corrente per relais di protezione devono soddisfare. Viene condannato l'uso di costruire i riduttori di corrente con avvolgimenti speciali per relais poichè questo porta come conseguenza il fatto di avere rapporti troppo piccoli tra la corrente di corto circuito e la corrente normale, di guisa che non si possono più inserire gli strumenti di misura. Alla fine viene dimostrato che la resistenza propria e l'angolo di fase di un relais non sono costanti, ma variano coll'intensità di corrente. *Tt.*

J. BIERMANNS — **Interruttori senza olio.** (E. u. M., N. 32-33, 12-19 agosto 1934, pag. 369-373 e 384-387, con 27 fig.). **3 b**

Alla descrizione dell'interruttore a gas compresso, che forma l'oggetto fondamentale della sua comunicazione, l'A. premette alcune considerazioni sul fenomeno dell'interruzione dell'arco a corrente alternata, basate sopra i più recenti rilievi oscillografici e cinematografici. Questi confermerebbero la teoria che lo spegnimento dell'arco negli interruttori a corrente alternata è in primo luogo un fenomeno di *raffreddamento* dell'arco operato dal mezzo messo in rapido movimento all'atto dell'apertura dell'interruttore. In secondo luogo, la *deionizzazione* dell'arco, operata dalle particelle del mezzo stesso, concorrerebbe all'estinzione, accelerando la cicatrizzazione del dielettrico che separa i contatti. Nell'interruttore ad aria compressa, l'estinzione è assicurata anche alle tensioni più elevate, grazie ad accorgimenti costruttivi, i quali conciliano pure la sicurezza di esercizio con la semplicità di impianto, nelle applicazioni più variate. Esempi di apparecchi e di impianti eseguiti sono illustrati diffusamente nella memoria dell'A. *V. D. Ma.*

Fusibili per corrente di debole intensità in circuiti di misura. (E. T. Z., N. 16, del 19 aprile 1934, pag. 391-393; N. 17, del 26 aprile 1934, pag. 417-420, con 7 fig.). **3 e**

Nell'articolo viene mostrato come i fusibili normali non siano adatti per correnti al disotto di 10 mA, a cagione della loro insufficiente sensibilità nonchè della loro troppo grande inerzia. È preferibile in tal caso servirsi di relais costituiti da tubi elettronici. Nell'articolo vengono illustrati due schemi di protezione basati su questo principio. In uno di essi, quando si ha una corrente eccessiva, si determina un'oscillazione ad alta frequenza che si scarica e fa fondere il fusibile. In un altro la sovracorrente determina l'inserzione di uno shunt a bassa impedenza per proteggere lo strumento di misura interessato. *Tt.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

A. RITTERSHAUSSEN — **Gli scalda-acqua ad accumulazione e la questione del prezzo dell'energia elettrica.** (E. T. Z., N. 22, del 31 maggio 1934, pag. 533-534, con 2 fig.). **5 a**

L'A. ha rilevato all'ultima esposizione di Essen di apparecchi elettrotermici che in Germania a partire dal 1931 è diminuito l'incremento nel numero di scalda-acqua installati, mentre è aumentato invece regolarmente l'incremento delle cucine elettriche. Le ragioni di questo fatto consistono in questo: è stato constatato che l'applicazione degli scalda-acqua non è più economicamente conveniente quando il prezzo dell'energia elettrica supera L. 0,25 circa il kWh. Però a tal prezzo le società elettriche in Germania possono fornire solo energia notturna. Perciò per avere convenienza nell'installazione di uno scalda-acqua con tariffa notturna, occorre che esso sia di tale capacità da poter fornire acqua calda per tutta la giornata, per tutti i servizi senza dover ricorrere ad assorbimento di energia diurna più cara. In caso diverso, come si è verificato in questi ultimi anni in Germania, l'utente si accorge che può far scaldare a pari prezzo l'acqua sulla cucina elettrica ed evita di fare la spesa dello scalda-acqua. Questo però è contro l'interesse delle società elettriche, che devono cercare di collocare energia notturna per colmare almeno in parte l'avvallamento del diagramma di carico in tale periodo di tempo. *Tt.*

I. THIEMENS — **Influsso del carico elettrotermico per applicazioni domestiche sulle condizioni di carico e sull'economia di esercizio delle centrali elettriche.** (E. T. Z., N. 18 del 3 maggio 1934, pag. 441-445, con 11 fig.). **5 d**

L'A. basandosi sui dati raccolti dalla BEWAG, la società distributrice di energia elettrica di Berlino, riproduce in molte curve le condizioni del carico per apparecchi elettrotermici domestici per varî utenti di Berlino. Si vede che la punta per questo carico si verifica nelle ore di mezzogiorno ed è vantaggiosa per la Società elettrica, perchè contribuisce a colmare l'annullamento del diagramma di carico industriale che si ha in quelle ore. Partendo dai diagrammi registrati, l'A. con estrapolazione riproduce anche diagrammi del carico di questo genere, quale dovrebbe verificarsi in futuro a Berlino e conchiude che la diffusione delle cucine elettriche è vantaggiosa per le società esercenti, perchè contribuisce al miglioramento del diagramma di carico. In questo modo sarà anche possibile arrivare a una riduzione delle tariffe dell'energia elettrica per questo impiego.

Impianto per fusioni di acciaio in forni elettrici ad alta frequenza. (Engin. 20 aprile 1934, 3 pag., con 7 fig.). **5 b**

Un importante impianto di tali forni è installato presso Sheffield, e comprende fra l'altro un forno capace di trattare [illegible] tonn. di acciaio. Esso è sorretto da una robusta ossatura in acciaio, portante tra questa e le spirali induttrici opportuni schermi magnetici; il rivestimento di materiale refrattario è indifferentemente acido o basico. Il meccanismo di comando dell'oscillazione del forno è ad azione idraulica.

L'energia viene fornita da un condensatore monofase ad alta frequenza; l'alternatore ha due statori ed un rotore, e può sviluppare 150 kW a 1125 per/sec. Speciali apparecchiature di protezione sono state previste per interrompere il circuito di alimentazione in caso di avarie o di errori nella condotta ed esercizio dei forni. Gli acciai così prodotti si sono dimostrati pure eccellenti per utensili, per stampi, per valvole, per leghe inossidabili, per magneti, per elettrodi della saldatura, per le sfere e rulli di cuscinetti, ecc. *E. R.*

(*) Per i titoli delle Riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

A. C. Wiese — **La regolazione della temperatura in ferri da stiro elettrici.** (E. T. Z., N. 14, del 5 aprile 1934, pag. 341-342, con 4 fig.). **5 d**

L'A. mostra per mezzo di diagrammi l'andamento della temperatura in ferri da stiro inseriti sia quando non vengono adoperati sia quando invece siano impiegati per la stiratura. La regolazione della temperatura evidentemente consente uno sfruttamento economico del ferro da stiro. Però il regolatore deve essere costruito ed applicato in modo appropriato: da altre curve comparative si vede la differenza di risultati da quando la regolazione della temperatura non è fatta in modo appropriato a quando invece è fatta razionalmente. L'A. ha studiato il funzionamento di ferri da stiro con regolazione automatica della temperatura: bisogna che sia assicurato un ottimo contatto termico tra la suola del ferro e il regolatore in modo che questo risulti sensibile alle variazioni di temperatura della suola. *Tt.*

W. Hildebrandt — **Riscaldamento elettrico nell'industria tessile.** (E.T.Z., N. 14, del 5 aprile 1934, pag. 346-347). **5 v**

Nell'articolo vengono indicate le principali applicazioni del riscaldamento elettrico nell'industria tessile, specialmente nella fabbricazione della seta naturale e della seta artificiale; il riscaldamento elettrico si applica specialmente nelle macchine per maglieria, sia per stirare il prodotto finito, sia per facilitare il lavoro della macchina in modo da impedire l'accumularsi, a bassa temperatura, negli interstizi delle maglie, di olio, paraffina, ecc. Naturalmente però la sopraelevazione di temperatura deve essere mantenuta rigorosamente entro certi limiti per non rovinare il prodotto e a questo provvede ottimamente il riscaldamento elettrico, che consente la regolazione della temperatura con l'approssimazione di pochi gradi centigradi. *Tt.*

[illegible] — **Forno elettrico a induzione con regolazione automatica della temperatura.** (E. T. Z., N. 15, del 12 aprile 1934, pag. 367-369, con 4 fig.). **5 b**

L'A. espone il modo di funzionamento di un forno elettrico a induzione con regolazione automatica della temperatura, servendosi di un diagramma vettoriale semplificato. Il sistema di regolazione è basato sulla smagnetizzazione del nucleo sotto l'azione del calore. Il dispositivo è realizzato costruendo una parte del circuito magnetico con una lega di ferro-cobalto portata alla temperatura del forno. Oltre una certa temperatura, la lega perde la sua permeabilità magnetica e la dispersione del flusso perciò aumenta, riducendo quindi l'assorbimento di potenza da parte del forno. Variando il contenuto in cobalto della lega si può variare la temperatura massima raggiunta nel forno fino a 1100°. *Tt.*

APPLICAZIONI VARIE.

R. Heinrich — **Il filtro elettrico e la sua importanza nel diagramma di lavorazione di alcune industrie.** (E. T. Z., N. 17, del 26 aprile 1934, pag. 413-417, con 9 fig.). **6 c**

L'A. si occupa del modo di costruzione dei filtri elettrici: la precipitazione delle polveri si esercita con questo mezzo tanto più efficacemente quanto più i granuli di polvere sono grossi. Il consumo di energia è minimo, non superiore a 500 Wh per 1000 m³ di gas da liberare da particelle in sospensione: la precipitazione avviene in misura elevata fino al 98 % della polvere contenuta. Questi dispositivi vengono sempre più applicati in fonderie, stabilimenti di prodotti chimici, officine per la produzione del gas, ecc., nonchè per la depurazione del gas che alimenta gli alti forni. Il principio, sul quale sono basati gli elettrofiltri, è semplice: si dispongono in essi degli elettrodi di precipitazione costituiti da tubi di lamiera di 300 mm di diametro e della lunghezza da 3 a 5 metri. Questi elettrodi vengono collegati al polo positivo di una dinamo ad alta tensione. Nell'interno di questi elettrodi sono poi collocati altri elettrodi collegati al polo negativo: si ha così fra i due elettrodi affiancati la massima differenza di tensione che determina la precipitazione delle particelle solide in sospensione nel gas. Questo deve avere una velocità compresa, a seconda delle circostanze, tra 0,5 e 3 m/sec. *Tt.*

Macchine a calcolare elettriche "mallock". (Engin., 22 giugno 1934, pagine 698-700, con 8 fig.). **6 b**

Questa macchina è atta alla soluzione di sistemi di equazioni lineari, fino a sistemi di 10 equazioni con 10 incognite, in cui i coefficienti numerici possono assumere i valori da — 1000 a + 1000. Come principio della macchina si hanno quattro nuclei di trasformatori, ognuno portante un gruppo di a spire, indipendenti, collegate rispettivamente in circuiti chiusi a gruppi di b, c, d spire disposte sugli altri nuclei. Se in virtù della corrente primaria del primo trasformatore, viene indotto un flusso nel nucleo di quello, e si ammettono le fughe trascurabili allorchè il regime permanente è stabilito, essendo x, y, z, u le forze elettromotrici indotte da ogni spira di ciascuno dei nuclei, la differenza di potenziale di ogni circuito sarà della forma $a x + b y + c z + d u = 0$, poichè il circuito è chiuso. Misurando la forza elettromotrice indotta, o differenza di potenziale, ai morsetti delle bobine supplementari poste su ogni trasformatore, è possibile risolvere un sistema di tre equazioni a tre incognite. Gli errori introdotti per la pratica realizzazione di un tale principio sono evitati a mezzo di un sistema chiamato « compensatore ». La macchina costruita comporta 11 trasformatori principali e su ciascuno di essi si trovano 11 bobine dette « coefficienti ». Un tavolo di smistamento consente di collegare queste bobine nell'ordine voluto, secondo il genere di problema da risolvere. *E. R.*

W. Rödiger — **L'elettrotecnica all'esposizione internazionale dell'automobile e del motociclo di Berlino 1934.** (E. T. Z., N. 17, del 26 aprile 1934, pag. 409-413, con 9 fig.). **6 c**

L'A. riferisce sulle novità riscontrate all'ultima esposizione dell'automobile a Berlino in fatto di accessori elettrici dell'automobile e di autoveicoli elettrici. Viene anche descritto un autobus filoviario esposto alla mostra. In fatto di autoveicoli ad accumulatori si è visto esposto un autocarro da 5 tonn. a 3 assi, dei quali viene comandato solo il primo asse posteriore per mezzo di un motore da 15 a 30 kW disposto longitudinalmente, congiunto con albero cardanico e vite senza fine all'asse da comandare. Nel campo degli accessori vi sono da segnalare parecchie novità diligentemente elencate nell'articolo. *Tt.*

CONDUTTURE.

La preservazione dei pali in legno. (Engin., 11 maggio 1934, pag. 1). **9 b**

Il metodo delle iniezioni di creosoto è uno dei più comuni, ma presenta difficoltà perchè il creosoto è una sostanza di costituzione complessa, in cui varia la quantità dei fenoli e quella della naftalina, quest'ultima dannosa, perchè si cristallizza nelle fibre del legno. In Germania si sono ottenuti buoni risultati con le impregnazioni di solfato di rame, di cloruro di zinco, di bicloruro di mercurio. Altri metodi di preservazione mirano a ridurre l'impiego del creosoto, come per esempio quelli usati per le palificazioni del sistema idroelettrico di Toronto: un metodo risparmia creosoto facendolo galleggiare su di un liquido di maggiore peso specifico; con l'altro metodo si circonda l'estremità dei pali in una forma di cemento colato, lasciando uno spazio anulare che viene riempito con ghiaia, sabbia e creosoto e poi chiuso con pece. Il creosoto si rinnova ogni tre o quattro anni. Un altro metodo, pure impiegato in Germania, consiste nell'immettere a forza nel legno una pasta di nitrofenato di sodio e di fluoruro di sodio. *E. R.*

P. Wieghardt — **Prove dei rivestimenti in piombo di cavi.** (E. T. Z., N. 14, del 5 aprile 1934, pag. 339-340, con 6 fig.). **9 d**

L'A. riferisce circa esperienze eseguite per sottoporre a prova i punti di giunzione dei mantelli di rivestimento in piombo dei cavi, per verificare se contengono ossido di piombo. Furono sezionati i rivestimenti in tali punti e furono esaminate cristallograficamente le sezioni dopo averle sottoposte a pulitura e intaccatura con acidi. Anche se il giunto è eseguito colla maggior cautela, in modo da evitare la formazione di ossido, i due strati sovrapposti restano sempre perfettamente visibili; però non è stata riscontrata la presenza di ossido. La resistenza meccanica del giunto non è però inferiore a quella di un qualsiasi altro punto del rivestimento, anzi in molti casi è superiore. *Tt.*

I laboratori della « Callender's Cable » and Construction Company per le prove dei cavi ad alta tensione. (Engin., 6 luglio 1934, 3 pag., con 5 figure). **9 d**

Per la esecuzione di prove di durata dei cavi sotto alte tensioni si dispone di due trasformatori da 500 kVA a 500 kV, installati in una sala principale del laboratorio, e previsti per essere collegati in cascata onde dare 1000 kVA alla tensione di 1000 kV. Uno di questi è montato su isolatori in porcellana ad una distanza di 3 m da terra, ciò che si rende necessario quando esso fornisce corrente a 1000 kV, e la sua cassa si trova a 500 kV rispetto all'altro trasformatore. Questi trasformatori possono anche essere connessi in parallelo e danno allora 1000 kVA a 500 kV, essi inoltre sono previsti per sopportare un sovraccarico pari alla loro potenza e per la durata di due ore. Per le prove di perforazione del dielettrico dei cavi è importante poter interrompere rapidamente la corrente ed all'uopo si dispone di appositi relais opportunamente predisposti. La capacità dei trasformatori permette di effettuare le prove su 183 m di cavo, e 100 coppie termoelettriche sono destinate alla misura della distribuzione della temperatura lungo il cavo stesso. *E. R.*

E. Melan — **Calcolo di palificazioni alla flessione.** (E. T. Z., N. 13, del 29 Marzo 1934, pag. 318-319, con 4 fig.). **9 b**

L'A. fa un'esposizione matematica del calcolo alla flessione di un palo a traliccio sotto carico orizzontale. Lo sforzo di flessione è proporzionale alla lunghezza del montante sottoposto a sforzo tensionale; si può diminuire perciò l'inflessione alla sommità diminuendo la lunghezza del montante teso e ciò aumentando l'altezza del blocco di fondazione dalla parte di questo montante. *Tt.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

F. MERTENS — **Raddrizzatori di grande potenza a griglie controllate con tensione regolabile in dipendenza dalla corrente.** (E. T. Z., N. 16 del 19 aprile 1934, pag. 389-391, con 4 fig.). **10 c**

L'A. illustra un nuovo processo per ottenere una regolazione automatica della tensione di un raddrizzatore in funzione della corrente coll'ausilio del controllo di griglia. La tensione di griglia è regolata con dispositivo elettromeccanico costituito da un motorino sincrono che aziona un ruotismo porta-contatti. L'A. descrive anche due applicazioni di questo genere, l'una a un raddrizzatore survoltore, che entra in funzione su di una rete tranviaria nelle ore di punta: l'altra a un raddrizzatore, che alimenta motori di laminatoio, in parallelo con dinamo comandante da motori a gas. *Tt.*

W. DAELLENBACH — **Un nuovo vacuometro particolarmente adatto per raddrizzatori di grande potenza.** (E. T. Z., N. 18 del 3 maggio 1934, pag. 440-441, con 2 fig.). **10 c**

Finora era molto usato per determinare il grado di vuoto nei raddrizzatori il vacuometro di Mc Leod, ma esso presenta lo svantaggio di non consentire di fare una misura continua del grado di vuoto. L'A. ha ideato un vacuometro che non presenta questo inconveniente: esso è basato sul fatto che in un raddrizzatore il grado di vuoto può essere misurato determinando l'intensità di una corrente elettronica. Si realizza allora una scarica tra il catodo e un anodo ausiliario contenuto in apposito apparecchio, messo in comunicazione coll'interno del raddrizzatore. La corrente elettronica dà allora il grado di vuoto. Si ha poi un'intensità di corrente sufficiente per azionare un relais in modo da far funzionare automaticamente la pompa a vuoto, quando è necessario il suo intervento. *Tt.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

M. DEGAVRE — **Il rumore magnetico delle macchine elettriche.** (Bull. Soc. Franc., dicembre 1934, pag. 1210-1238, con 5 fig.). **11 a**

Ricordati i fattori di indole generale che influiscono sull'apprezzamento del fenomeno l'A. mette in evidenza come il primo passo per la costruzione di una machina silenziosa sia lo studio dei campi armonici nell'intraferro e svolge alcune considerazioni sulla genesi delle forze vibromotrici e sulle frequenze dei suoni magnetici. Passa poi allo studio particolare del rumore prodotto da un motore asincrono trifase da 260 kW, 5000 V, 50 per/sec a 6 poli. Svolge il calcolo numerico relativo alla grandezza delle forze vibromotrici dovute alle armoniche di dentatura ed alle armoniche di avvolgimento, studiando poi le posizioni relative dei due campi corrispondenti e passando al calcolo degli sforzi; dimostra come le caratteristiche così determinate corrispondano a quelle dedotte dalla analisi sperimentale del suono prodotto. Studia poi i dispositivi per la riduzione di tali rumori, mettendo in evidenza l'opportunità di usare canali chiusi e inclinati e avvolgimenti rotorici a passo intero. Ricordando poi come talvolta per semplificare l'avvolgimento di un rotore trifase ad anelli si sopprima una sbarra per fase in tre canali a 120°, rileva come la perturbazione meccanica che così si introduce porti a conseguenze di vibrazioni nella macchina. Svolge lo studio tecnico generale di un tale caso, applicandolo poi numericamente ad un motore trifase ad anelli da 100 kW, 3000 V, 1500 giri al minuto. Dal calcolo risulta che la dissimmetria introdotta colla soppressione delle tre sbarre a 120° supera in tal caso i 1000 kg ma pur tuttavia tali sforzi, meccanicamente dannosi, sono acusticamente poco importanti per la debole altezza del suono che essi producono. Resta quindi il fatto curioso che i rumori più forti sono quelli dovuti a sforzi assai piccoli. *Ri.*

H. METSCHER — **Le resistenze Dralowid-Pantohm.** (Dralowid Nach., dicembre 1934, pag. 198-200, con 5 fig.). **11 f**

Il sostegno dei fili della resistenza è fatto di solito con tubi di materiale ceramico refrattario di proprietà meccaniche analoghe a quelle della porcellana. Quando occorrano proprietà meccaniche eccezionalmente elevate viene impiegato il materiale usato in radiotecnica, col nome di « frequenta », in causa delle sue piccole perdite dielettriche. In una tabella vengono riportate le principali caratteristiche dei materiali ceramici usati, da cui si rileva per il « frequenta » un carico di rottura a compressione da 9 a 9,5 kg/cm². Un'altra tabella riporta le caratteristiche dei 3 materiali usati per formare i fili o i nastri che costituiscono le resistenze propriamente dette. Si tratta di cromo-nichel o costantana od una lega detta « neusilber »; essi hanno un coefficiente di temperatura rispettivamente di + 0,00015, di — 0,00003 e di + 0,00035. Nella massima parte dei casi viene usato il cromo-nichel che possiede buone proprietà meccaniche sia a temperatura ordinaria sia ad alta temperatura. La protezione contro azioni esterne è ottenuta con uno strato di verniciatura speciale. Essa può sopportare temperature relativamente molto elevate senza perdere le sue proprietà ed assicura una efficace protezione dei fili, i quali altrimenti, data la piccolezza del loro diametro che può scendere fino 0,016 mm, sarebbero facilmente esposti alle azioni meccaniche od agli attacchi chimici. Il limite massimo di carico permanente dipende principalmente dalla capacità di disperdere l'energia termica generata; si può a tale riguardo contare su una dispersione di 1,8 a 2 watt/cm²; si raggiunge in condizioni una temperatura di circa 400°. I carichi di breve durata possono raggiungere valori molto più elevati dei carichi ordinari. Naturalmente hanno importanza le condizioni di montaggio e quelle di ventilazione. La tensione massima alla quale possono essere impiegate queste resistenze è di circa 10.000 V. *F.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

D. F. TWISS — **L'elettrodeposizione della gomma.** (J. I. E. E. Londra, LX[illegible] 454, ottobre 1934, pag. 481-486, con 7 fig.). **1[illegible]**

Il lattice è composto di particelle in sospensione in un siero ri[illegible] di acqua; in 1 cm³ di siero al 35 % si contano circa 200.000.000 particelle aventi delle dimensioni comprese fra 0,0005 e 0,003 mm. Se nel lattice si immergono due elettrodi a potenziale diverso, le particelle si depositano sull'elettrodo positivo di zinco fino allo spessore di 1 cm; il deposito all'atto in cui viene estratto dal bagno contiene ancora il 60 % di acqua. Gli oggetti di gomma possono essere foggiati secondo la forma definitiva fin dal principio, basta perciò disporre attorno all'anodo un diaframma poroso della forma voluta che viene riempito con la soluzione elettrolitica. Il deposito di lattice viene immerso in un coagulante, poi lavato ed asciugato e quindi vulcanizzato; è necessario che durante il processo di elettroforesi sia impedita la formazione di bolle gassose sotto lo spessore di gomma. Il peso di lattice deposto è di 180 gr/Ah (dopo essicazione); la concentrazione più favorevole del bagno stà fra il 35 ed il 40 %; il liquido che si libera durante il passaggio della corrente può essere separato con un vaso poroso che racchiude l'anodo; si riempie periodicamente il bagno con lattice fresco a [illegible] mano che l'acqua viene eliminata.

Regolando opportunamente la distribuzione del poten[illegible] all'anodo e l'afflusso delle particelle di lattice con[illegible] si può graduare il deposito con uno spessore variabi[illegible] forma prestabilita. La gomma già usata può essere [illegible] elettricamente previa riduzione allo stato di disper[illegible] lamento con nuovo lattice. Dal punto di vista tecnic[illegible] di elettrodeposizione della gomma presenta molti vantag[illegible] di fabbricazione della gomma con questo sistema risult[illegible] tosto elevato perchè bisogna trasportare dalle piantagi[illegible] brica il lattice con tutta l'acqua che contiene.

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

B. G. CHURCHER, A. J. KING, H. DAVIES — **La misura del rumo[illegible] e [illegible] ticolare riferimento ai rumori esaminati da un punto di [illegible] nico.** (J. I. E. E., Londra, LXXV, 454, ottobre 1934, pp. 401-4[illegible] scussione fino a pag. 446, con 16 fig.).

La soglia di udibilità dell'orecchio viene definita dalla int[illegible] massima di suono che può essere prodotta senza che l'orecch[illegible] verta una temporanea interruzione. Gli AA. [illegible]anno eseguito serie di misure con suoni di frequenza compresa [illegible] e 6[illegible] riodi/sec: la minima pressione sonora avvertibile è [illegible] (valore efficace) e si verifica per le frequenze compres[illegible] 3000 periodi/sec. A seconda della posizione della fac[illegible] tatore rispetto alla sorgente sonora l'intensi[illegible] può variare al massimo di 2 decibel. La [illegible] riguardante la relazione esistente fra l'in[illegible] l'intensità dello stimolo trasmesso dal ne[illegible] vera quando si considerano suoni deboli o [illegible] zione minima nell'intensità del suono percep[illegible] cresce da 2 a 0,4 decibel quando l'intensità sal[illegible] sopra la soglia. Il metodo di misura seguito dura[illegible] è già stato descritto in un precedente articolo (v[illegible] *L'Elettrotecnica* del 15 luglio 1930 a pag. 466) so[illegible] zione complessiva è stata elevata fino a 140 decibe[illegible] è la valutazione dell'intensità di un suono risultan[illegible] di diversi suoni, sia che si usi il metodo soggettivo di base all'uguaglianza con una nota pura della frequenza [illegible] riodi/sec di intensità facilmente misurabile, sia che si [illegible] lore efficace della corrente prodotta da un microfono a c[illegible] ben tarato. Il confronto fra i risultati di misure eseguite [illegible] metodi per determinare l'intensità dei rumori prodotti da[illegible] di vario tipo ha rivelato la possibilità di differenze n[illegible] mento anche di oltre 10 decibel; i risultati migliori s[illegible] metodi basati sull'impiego di microfoni ben tarati e [illegible] chio artificiale esattamente proporzionato. La scala [illegible] sonore in decibel ha fondamento puramente teorico [illegible] dà la misura vera della sensazione che l'orecchio riceve [illegible] hanno definito una scala di intensità che tiene conto dello stimolo che l'orecchio riceve; i livelli sonori 0 e 100 si corrispondono nelle due scale, cambiano solo le gradazioni intermedie, ad es. [illegible] 10 unità empiriche corrispondono 59 decibel mentre ad 1 unità corrispondono 30 decibel (a partire dallo zero). A chiarimento della nuova scala

[illegible]oposta sono riportati i livelli sonori di impianti industriali e di [illegible]zioni civili.

[illegible]iscussione. — L'intensità dei suoni può anche essere espressa in « [illegible]phon » in tal caso si misura l'intensità della corrente che bisogna mandare in un telefono tarato applicato ad un orecchio dell'ascoltatore per produrre la stessa sensazione acustica del suono che si considera. La misura con l'audiometro è praticamente indi[illegible]pendente dalla sensibilità acustica dell'ascoltatore. L'intensità dei [illegible]ori prodotti dal macchinario è molto influenzata dalle condizioni [illegible]tiche dell'ambiente e dalla posizione relativa dell'ascoltatore [illegible]tto alla sorgente sonora. In complesso prevale il concetto che [illegible]cibel sia l'unità più adatta per rappresentare l'intensità dei [illegible]uoni specialmente nei problemi nei quali interessa di calcolare [illegible]attenuazione delle onde sonore nel mezzo nel quale si propagano.
I. L.

[illegible]. ROY-POCHON — **Le cellule fotoelettriche a contatto raddrizzante o a strato di arresto.** (Bull. Soc. Franc., dicembre 1934, pag. 1199-1210, con 5 fig.). **14 c**

Rileva anzitutto l'A. come non sia esatto parlare di cellule a [illegible]ntatto raddrizzante in quanto se ne sono costruite di quelle a con[illegible]tatto non raddrizzante e che pur tuttavia hanno interessanti carat[illegible]teristiche. Esamina poi il comportamento delle cellule al selenio e [illegible]le cellule ad ossido di rame, passando successivamente a consi[illegible]rarne le principali caratteristiche. La corrente fotoelettrica non [illegible]in generale proporzionale alla illuminazione e la curva caratte[illegible]ristica corrispondente è tanto più discosta da una retta quanto maggiore è la resistenza interna. Le cellule a piccola resistenza (dell'ordine di 1000 ohm) hanno caratteristiche pressochè rettilinee, [illegible]purchè anche il circuito esterno abbia piccola resistenza (meno di [illegible]. Le cellule ad alta resistenza (dell'ordine di 100.000 ohm) [illegible]atteristiche curvate verso l'asse delle illuminazioni anche [illegible] resistenze esterne. Le cellule non dotate di potere rad[illegible]no una resistenza ben definita che permette di appli[illegible] Ohm a tutto il circuito, mentre, come è noto, la re[illegible] cellule raddrizzanti è funzione della differenza di po[illegible] elettrodi. Il principale vantaggio delle cellule non [illegible] loro insensibilità alle variazioni di temperatura, [illegible]efficiente di temperatura di circa uno per mille per [illegible]entigrado. Come è noto, la sensibilità dipende dalla lun[illegible]da delle radiazioni. Le cellule al selenio offrono un mas[illegible]sibilità al rosso aranciato e un minimo al bleu verde; [illegible]esista anche un altro massimo nell'ultravioletto. Le cel[illegible]do di rame sono sensibili specialmente alla luce rossa e [illegible]a corrente fotoelettrica segue le variazioni luminose [illegible] modulata a frequenza musicale ma non a frequenze [illegible] o qualche cenno circa l'amplificazione della [illegible]elettrica, sui metodi di preparazione e sulle applica[illegible] di tali cellule.
Ri.

[illegible]OTECNICA GENERALE.

[illegible] — **Le forze elettromagnetiche prodotte nei conduttori [illegible]nti di corto circuito.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, pag. 527-541, con 19 fig.). **15 f**

[illegible]licabili per il calcolo delle forze elettromagnetiche [illegible] metodo diretto ricavato dalla teoria di Ampère (svilup[illegible]lace) e quello indiretto basato sulla conoscenza delle in[illegible] induttanza dei circuiti fra i quali si ma[illegible]ulsione o di attrazione quando sono percorsi [illegible] scelta del metodo è suggerita dalle con[illegible] circuiti.

[illegible]ra degli interruttori con sbarra orizzontale [illegible]de contatti fissi presenta qualche difficoltà di [illegible]za di repulsione che tende a staccare la sbarra [illegible]nche dalla corrente sulle superficie di contatto [illegible]ma geometrica dell'interruttore. Quando i condut[illegible] vicini la forza elettromagnetica dipende anche dalla [illegible]'A. ha esaminato il caso di due conduttori a sezione [illegible]aralleli; la forza calcolata nell'ipotesi di due fili sotti[illegible]a aumentata (fino al 30 %) quando le sbarre sono poste [illegible]uori paralleli e risulta diminuita (fino al 20 %) quando [illegible]lleli i due lati maggiori; le sbarre a sezione quadra si [illegible]nsiderare come filiformi. Le correnti in due conduttori [illegible]endono a spostarsi nei punti più lontani della sezione [illegible]ono dirette nello stesso senso (la forza d'attrazione dimi[illegible]ei punti più vicini quando sono dirette in senso opposto [illegible]epulsione aumenta). Questo secondo caso si verifica [illegible]za fra due contatti non è perfetta ed in pratica si [illegible]ertura spontanea dell'interruttore in conseguenza di [illegible]nte.

[illegible]a di materiale magnetico attorno ai conduttori altera [illegible]listribuzione [illegible]el campo prodotto dalle correnti ed anche il valore [illegible]e forze elet[illegible]omagnetiche in più od in meno a seconda dei casi. [illegible] circuiti tri[illegible] fasi la distribuzione dissimmetrica dei conduttori fà [illegible]mentare [illegible]orze di repulsione o di attrazione quando si verificano dei corti cir[illegible]iti limitati ad una o due fasi del sistema. Nei circuiti a corrente alternata il problema è complicato dai fenomeni di risonanza meccanica che si verificano nei conduttori per determinati valori della frequenza; gli sforzi possono diventare per tale causa anche venti volte più grandi che con corrente continua; però basta variare di poco la frequenza della corrente alternata per ridurre lo sforzo indotto ad un valore più modesto.

L'A. riporta alcuni esempi di interruttori con contatti studiati in modo da evitare l'apertura spontanea o da facilitare lo spegnimento dell'arco (soffiamento magnetico). La presenza del cassone di ferro che contiene l'olio degli interruttori provoca un aumento della forza che tende ad abbassare la sbarra di contatto e delle forze di repulsione sui conduttori verticali (sopportate dagli isolatori passanti attraverso il coperchio); l'aumento può arrivare anche al doppio del valore che si avrebbe togliendo il cassone e facendo funzionare l'interruttore in aria.
I. L.

W. E. SUMPNER — **Irradiazione e trasporto dell'energia elettrica.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 454, ottobre 1934, pag. 512-526, con 11 fig.). **15 a**

L'A. sottopone ad un esame critico la teoria di Poynting sulla esistenza di un flusso d'energia in un campo magnetico allo scopo di stabilirne le basi fisiche e di dare alla teoria una veste matematica moderna servendosi del metodo vettoriale di rapresentazione. Una corrente costante produce un campo che è statico solo in apparenza perchè in realtà i tubi di flusso si muovono con una velocità che alla superficie dei conduttori è ad es. molto superiore a quella della luce; il flusso totale di energia, dipende dal flusso di energia magnetica e dal flusso di energia elettrica, la velocità di ciascuno è inversamente proporzionale alla densità dell'energia nel punto del campo che si considera. Sebbene queste velocità di spostamento possano sembrare fantastiche pure esse si accorderebbero bene con la pratica. La radiotecnica si serve appunto della propagazione dell'energia nell'etere per onde di frequenza qualunque; basterebbe far derivare la corrente continua da una corrente alternata avente un periodo molto lungo per avere una conferma della teoria della propagazione dell'energia in campi statici. Bisogna però tener presente la possibilità di separare due campi sovrapposti prodotti da correnti alternate con frequenze diverse, mentre lo stesso non si potrebbe fare con le correnti continue. Nel complesso la trattazione sembra confinata in un campo piuttosto teorico senza la possibilità di una conferma diretta. Le analogie con la propagazione della luce sono state suggerite in gran parte dall'eguaglianza fra le velocità di propagazione della luce e delle oscillazioni elettriche indipendentemente dal valore della frequenza; per analogia si giunge facilmente alla conclusione che anche un campo statico ha l'attitudine di trasportare l'energia elettrica. Dal punto di vista fisico un campo costante ed un campo variabile presentano tuttavia delle caratteristiche completamente diverse e non si vede bene come l'uno possa essere derivato dall'altro. Sta di fatto ad es. che le onde elettriche possono riflettersi contro una superficie materiale, mentre nulla di simile avviene nei campi statici forse perchè il campo incidente e quello riflesso si compongono in un unico campo.
I. L.

U. BORDONI — **La invenzione di Antonio Pacinotti e lo sviluppo delle applicazioni elettriche.** (L'Elettrot., 15 giugno 1934, pag. 373-378). **15 a**

È illustrata la figura di Antonio Pacinotti e sono richiamati i fondamenti che condussero alla scoperta del collettore. Sono esposte considerazioni sulla importanza della scoperta e sulla influenza che essa ebbe sul successivo sviluppo dell'industria elettrica.
Ri.

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

M. PICONE — **I compiti dell'Istituto per le applicazioni del calcolo nella ricerca scientifica e tecnica.** (L'Elettrot., 25 giugno 1934, pag. 397-402, con 2 fig.). **16 d**

Vengono illustrati i compiti dell'Istituto nei riguardi specialmente dei problemi interessanti l'elettrotecnica. Viene fatto cenno in modo particolare dei problemi elettrodinamici e del metodo di integrazione seguito per il calcolo delle equazioni a derivate parziali. Sono ricordati anche parecchi altri problemi di elettrotecnica che sono stati risoluti numericamente dall'Istituto.
Ri.

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

C. E. KILBOURNE, M. N. HALBERG — **Avviamento dei motori sincroni con parzializzazione dell'avvolgimento.** (Power, ottobre 1934, pag. 558-560, con 4 fig.). **17 c**

Il metodo consiste nel predisporre l'avvolgimento d'armatura in più parti così da poter connettere all'avviamento uno o più di tali circuiti alla sorgente di energia ed inserire poi successivamente gli altri. Si ottiene così l'effetto di ridurre la corrente e la coppia di avviamento come col noto sistema dell'avviamento a tensione ridotta, eliminando però autotrasformatori, resistenze e reattanze. Si guadagna quindi in spazio e in spese di impianto e manutenzione. Coll'avviamento a parzializzazione non occorre aprire il circuito del motore durante il periodo di avviamento come col comune metodo ad autotrasformatore e si evitano così anche i conseguenti fenomeni transitori che possono disturbare. Tuttavia il metodo di parzializ-

zazione degli avvolgimenti non può essere sempre impiegato. Vi è infatti una tensione massima di funzionamento per un motore sincrono di data potenza, oltre la quale non è conveniente andare per non trovarsi ad avere bobine di avvolgimento troppo deboli. Quando la tensione di esercizio si approssima al limite suddetto non riesce conveniente, per ragioni meccaniche di resistenza, suddividere le bobine in parti.

Gli AA. riportano un diagramma per giudicare delle tensioni fino alle quali è conveniente applicare la parzializzazione, in funzione della potenza del motore e del numero di giri. La riduzione della corrente e della coppia di avviamento non è senz'altro proporzionale al frazionamento degli avvolgimenti, perchè su tali valori influiscono molteplici fattori. Gli AA. discutendo l'argomento dimostrano come con un avvolgimento diviso in due metà si possa ottenere una coppia di avviamento sensibilmente superiore al 50 %. *Ri.*

J. C. Prescott, J. E. Richardson — **L'instabilità propria delle macchine sincrone.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 454, ottobre 1934, pag. 497-511 e 7 fig.). **17 a**

L'A. richiama prima brevemente la teoria delle oscillazioni pendolari degli alternatori ed eseguisce quindi una ricerca analitica più generale estendendo la teoria al caso di una macchina costruttivamente dissimmetrica con o senza gli avvolgimenti di smorzamento sulle estremità polari. Una macchina provvista di smorzatori ha un funzionamento meno stabile che se ne fosse sprovvista. I risultati teorici sono stati confermati praticamente a mezzo di un alternatore trifase da 80 ampere a 200 volt accoppiato con una dinamo ad eccitazione indipendente; la dinamo serviva prima a collegare l'alternatore in parallelo sulla linea e poi a controllare le oscillazioni pendolari. Per quest'ultima operazione la dinamo viene collegata in parallelo con una batteria di accumulatori in modo da avere la stessa tensione; inserendo in serie col circuito un oscillografo non si noterà alcuna deviazione quando l'andamento dell'alternatore è regolare, mentre le oscillazioni pendolari produrranno delle deviazioni alternativamente nei due sensi dell'oscillografo facilmente registrabili. Per produrre l'instabilità dell'alternatore basta aumentare la resistenza dell'avvolgimento indotto fino ad un dato valore calcolabile in base alla reattanza per ogni fase, il massimo delle oscillazioni si verifica quando il rapporto fra resistenza e reattanza è di 0,415 quando la macchina è sprovvista di smorzatori; più complessa è la relazione quando vi sono gli smorzatori polari. Lo studio delle oscillazioni pendolari ha rivelato l'esistenza di uno smorzamento negativo distinto da quello positivo, a seconda del prevalere dell'uno o dell'altro il funzionamento della macchina è tranquillo oppure instabile. *I. L.*

IDRAULICA.

G. De Marchi — **Saggio di teoria del funzionamento degli stramazzi laterali.** (L'En. Elettr., novembre 1934, pag. 849-860, con 8 fig.). **18 b**

Rilevato come non esista ancora una teoria completa e soddisfacente del funzionamento degli stramazzi praticati nella sponda di un canale per sfiorare una parte della portata, l'A. riprende in esame la questione nelle ipotesi di movimento permanente e di stramazzo aperto lungo una generatrice di un alveo cilindrico di lunghezza indefinita. Il procedimento seguito tratta nel suo insieme la corrente che si muove nel tronco di canale, in cui è praticato lo stramazzo, nei tronchi a monte e a valle che ne risentono l'influenza. Scrivendo le equazioni che caratterizzano tale corrente l'A. deduce in primo luogo che lungo uno sfioratore longitudinale la profondità aumenta e quindi il livello si sopraeleva dove la corrente in moto nel canale è lenta, mentre la profondità diminuisce nei tratti nei quali la corrente in moto è veloce; ai termini lento e veloce va attribuito il significato assegnato a tali termini nella idraulica delle correnti a pelo libero nei riguardi del valore critico $\sqrt{gh_m}$. L'A. dimostra come alla stessa conclusione si possa giungere anche partendo dalla equazione della curva delle portate realizzabili entro l'alveo compatibilmente con il valore della espressione $h + v^2/2g$. Passa poi a considerare il problema del tracciamento del profilo liquido del canale lungo lo stramazzo, considerando separatamente il caso degli alvei a forte pendenza e quello degli alvei a debole pendenza. Le calcolazioni numeriche relative a tali problemi vengono facilitate dall'uso di grafici riportati dall'Autore. *Ri.*

D. Negrotti — **La diga di Val d'Arda.** (L'En. Elettr., novembre 1934, pag. 882-888, con 7 fig.). **18 c**

La diga costruita sulla stretta di Mignano ha soprattutto lo scopo di creare un invaso a scopo agricolo. Il bacino che alimenta il lago a monte della diga ha un'estensione di km² 89. Dagli studi idrologici compiuti si ritiene di aver disponibili per l'irrigazione circa 16 milioni e mezzo di m³ d'acqua. La diga è a gravità del tipo triangolare Castigliano, costruita in calcestruzzo con blocchi di pietrame annegati. L'altezza massima sulle fondazioni è di m 65 e quella sul greto del torrente è di m 52. Lo spessore massimo in fondazione è di m 53 mentre in sommità si riduce a m 6. Lo sviluppo planimetrico in cresta è lungo m 360 su un arco di circonferenza di m 500 di raggio. La diga ha un volume di m³ 250.000 ed è provvista d[i] giunti di dilatazione. Per lo svuotamento rapido sono dispos[ti] tr[e] scaricatori. Uno, in superficie, è diviso in due parti, di cui un[a] c[o]stituisce una luce di m 10 con quattro paratoie e m 2,70 di batt[ente] capace di smaltire m³ 380 al secondo; l'altra parte è costitu[ita da] quattro sifoni ad adescamento automatico e regolabile che p[ossono] smaltire m³ 200 al secondo. Lo scarico di mezzo fondo comp[rende] due tubazioni di mm 1700 di diametro che possono permette[re un] deflusso complessivo di m³ 70 al secondo. Lo scaricatore di [fondo] consta pure di due tubazioni da mm 1700 che possono smalti[re un] deflusso di m³ 90 al secondo. La impermealizzazione completa [della] diga è stata raggiunta mediante una perfetta confezione del [calce]struzzo del paramento a monte e con un successivo accurato [sistema] di iniezioni che hanno assorbito 40.000 quintali di cemento. [Il pa]naco a monte è costituito da gunite rivestita di uno special[e pro]dotto impermeabile. Le perdite d'acqua a pieno invaso non sup[erano] 1/4 di litro al secondo. L'A. fornisce anche ampie notizie sull['or]ganizzazione dei cantieri di lavoro.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

C. Maurelli — **La difesa degli occhi contro le radiazioni nocive** [...] ottobre 1934, pag. 183-188, con 5 fig. e 1 tab.).

In base ai risultati di studi sperimentali si traggono al[cune con]clusioni sulle specie di radiazioni — ultraviolette, visibil[i, infra]rosse — che possono risultare dannose per l'organo della [vista, il] tipo e la gravità delle lesioni che ciascuna di esse può [produrre,] sulle loro intensità d'irraggiamento compatibili con l'i[ntegrità del]l'occhio. Viene quindi trattato il problema della difesa [dell'occhio] contro le radiazioni nocive, problema che ha ricevuto, [in varie] Nazioni, la dovuta attenzione da parte degli Enti interessat[i alla di]sciplinamento della diffusione dei vetri di protezione nel ca[mpo del] lavoro. L'opera svolta da questi Enti è riassunta nell'arti[colo con] particolar riguardo a quella del Comitato di unificazio[ne ...] che ha già stabilito un piano completo nel quale trovano posto [tutti] i vetri di protezione richiesti dall'industria.

U. Lazzaro — **Nuove applicazioni dei tubi luminescenti.** (Ill. R., [...] 1934, pag. 177-180, con 5 fig.).

Si allude alle possibilità che si aprono, nel campo dell'illumin[azio]ne propriamente detta, ai comuni tubi luminescenti con riempime[nto] di neon-mercurio o di neon-argon-mercurio dopo che, con artificio recentemente introdotto, si è riusciti a completarne lo spettro di emissione nella parte visibile. L'artificio consiste, come è noto, nell'uso di adatte sostanze fluorescenti che operino la trasformazione delle radiazioni ultraviolette prodotte dai tubi n[ell]e radi[azioni lumi]nose mancanti nello spettro di emissione dei tubi stessi. [Il pro]blema presentava, dal punto di vista tecnologico, tre soluzi[oni: la] prima (applicazione della sostanza fluorescente sulla parete est[erna] del tubo) è da scartare, a meno che non si voglia ricorrere a [vetri] speciali trasparenti alle radiazioni ultraviolette; la seconda è adottata in Francia (applicazione, con le modalità de[scritte nell'ar]ticolo, della sostanza fluorescente sulla parete i[nt]er[na] [...] dà luogo a diversi inconvenienti perchè presupp[one una distribu]zione assolutamente uniforme della sostanza flu[orescente] [...] (mescolazione della sostanza fluorescente, allo sta[to ...]ore, [al] gas o vapori di riempimento del tubo) è stata ad[ottata] [...] Ita[lia e] dà i migliori risultati, sia per quel che riguarda il [p]erfett[o as]saggio dei tubi, sia per quel che riguarda il comportamento de[i tubi] stessi dopo eventuali successive lavorazioni ed operazio[ni] [...] tali tubi — che possono raggiungere un'efficienza di 17-19 l[m/W e] una durata di 2000-3000 ore — è descritto nell'articolo. *G. C[o.]*

A. Vallat — **Curve isocandele.** (Lux, luglio-agosto 1934, pag. 87-[...] 6 figure).

Come è noto, le curve isocandele sono l'espressione grafica comunemente usata della distribuzione dell'intensità luminosa d[egli] apparecchi d'illuminazione asimmetrici. Queste curve, che dov[reb]bero risultare alla superficie di una sfera, sono tracciate su qu[alche] speciale rappresentazione della sfera in un piano — rappresen[ta]zione della quale l'A. indica il tracciamento — tale che le aree racchiuse fra paralleli e meridiani siano uguali a quelle reali. Restano in tal modo facilitati il calcolo del rendimento degli apparecchi d'illuminazione, il calcolo del flusso luminoso incidente su di una data superficie, il tracciamento delle curve isolux, ecc. *G. Co.*

M. Grandyean — **Presentazione di un apparecchio di prova di durata per lampade a incandescenza.** (Bull. Soc. Franc., dicembre 1934, pagine 1191-1198, con 4 fig.). **19 f**

L'apparecchio ha lo scopo di poter confrontare la qualità di due lampade sia nei riguardi del flusso luminoso e del rendimento, sia nei riguardi della durata. Esso comprende un dispositivo fotometrico combinato con un dispositivo di prova di durata forzata; l'ingombro complessivo è di cm 35 × 35 × 60. La prova completa esige l'esecuzione delle seguenti operazioni: fotometria delle due lampade a tensione nominale per determinare quale abbia il rendimento migliore; montaggio di essa sul trasformatore a prese variabili che

permette di uguagliare i rendimenti; fotometria delle due lampade in sovratensione e successiva egualizzazione dei rendimenti; prova di durata in sovratensione. Tutte queste operazioni possono essere ...lmente eseguite mediante l'istrumento descritto. Le misure fo...iche sono eseguite coll'intervento di cellule fotoelettriche e ...o di filtri per ottenere una sensibilità analoga a quella del...io. Per uguagliare i rendimenti delle due lampade da sotto... alla prova di durata forzata serve un trasformatore a prese ...ple, le quali sono segnate direttamente con numeri che indi...il rapporto dei rendimenti delle due lampade dedotti dalle mi...fotometriche eseguite mentre le lampade sono sottoposte ad una ... sovratensione del 56 %. La prova di durata viene ap...eguita con tale sovratensione; in queste condizioni la vita ...lampada viene ridotta da circa 1000 ore (quale sarebbe alla ... normale) a circa 4 ore per una lampada da 100 watt ed a ...3 ore per una lampada da 15 watt. *Ri.*

... Gray — **Un nuovo e semplice metodo di presentazione dei dati ...metrici relativi agli apparecchi d'illuminazione stradale.** (Tr. Eng. S., giugno 1934, pag. 463-472, con 1 fig. e 1 tab.). **19 b**

... aver passato in rassegna un certo numero di metodi co...ente usati per determinare la distribuzione di luce cui danno ...gli apparecchi d'illuminazione pubblica, l'A. descrive un ...todo che, come appare dagli esempi di applicazione ripor...a delle due appendici all'articolo, possiede notevoli pregi ...ità e di praticità. Con tale metodo il piano orizzontale ... suddiviso in tanti rettangoli pei quali, con procedimento ...cola il flusso luminoso incidente, supposto l'apparec...nazione ad una certa altezza. Intuitivo è poi il passag...o della distribuzione dell'illuminazione ed al calcolo del...azione media, sia per l'altezza di sospensione supposta per ...zione del diagramma, sia per l'altezza di sospensione reale. ...tabella sono contenuti i dati necessari per passare rapida... ...ordinaria rappresentazione in coordinate polari della ...zione dell'intensità luminosa alla rappresentazione ideata ...A. *C. Go.*

...Renschler — **Composizione della luce dei tubi a scarica elet...ica nei gas o nei vapori.** (Tr. Ill. Eng. S., giugno 1934, pag. 439-443, con 2 fig.). **19 d**

Si riportano gli spettri di emissione dei gas (azoto, idrogeno, ...idride carbonica, neon, elio, argon) e dei vapori metallici (di ...admio, mercurio, sodio, magnesio e zinco) più comunemente uti...lizzati come radiatori per luminescenza. Lo spettro dell'anidride carbonica è quello che più si avvicina a quello della luce naturale, ... i tubi con riempimento di anidride carbonica hanno un'effi... bassa e, inoltre, possono essere difficilmente utilizzati ... Un interesse speciale presenta l'argon il di cui spettro di ...hè può variare col variare del metodo di eccitazione. Ad ...ione del neon, coi tubi a luminescenza di gas si hanno effi... considerevolmente minori di quelle delle lampade a vapori ...ici. In base all'esame degli spettri di emissione, si possono ...rse combinazioni, sia fra le diverse lampade a lumi... ...cune di queste e le lampade ad incandescenza, ...nere artificialmente luce simile a quella naturale. *G. Co.*

...endel — **Esperimenti su impianti di tubi luminescenti.** (E. T. Z., N. 15, del 12 aprile 1934, pag. 361-364, con 4 fig.). **19 b**

L'in...nza delle bobine o dei trasformatori impiegati negli ... tubi luminescenti può formare colla capacità delle linee ...ti risonanti che procurano sovratensioni alle linee. Questo ...iente può essere eliminato adottando un raddrizzatore per ...re i tubi a corrente continua e impiegando conduttori senza ...metallica in luogo dei cavi, in modo da ridurne la capacità. ...aso dell'alimentazione a corrente continua bisogna prevedere ...dispositivo di accensione che si realizza impiegando condensatori ...si caricano dalla rete e si scaricano al momento di innescare ...carica nel tubo luminescente. *Tt.*

...ambalvo — **Alcune ricerche sulla nuova lampada a vapore di sodio.** (L'Elettrot., 25 luglio 1934, pag. 487-490, con 5 fig.). **19 d**

Vengono descritte alcune esperienze eseguite su di una lampada al sodio da laboratorio nei riguardi del comportamento del flusso luminoso in dipendenza della tensione di alimentazione. È ...tato pure studiato sperimentalmente il comportamento della lampada nei rispetti delle variazioni di temperatura ambiente e dello stato di agitazione dell'aria. *Ri.*

G. T. Winch e E. H. Palmer — **Metodo di prova dell'adattabilità dei filtri di colore usati nella fotometria delle lampade a luminescenza e di altre sorgenti di luce colorata.** (J. G. Light, luglio 1934, pag. 223-224, con 3 fig.). **19 f**

Gli AA. ricordano le difficoltà che s'incontrano in fotometria eterocromatica quando si vuol scegliere il filtro di colore più adatto per correggere la luce della lampada ad incandescenza usata come campione, in guisa da ottenere una luce presso a poco simile a quella della sorgente luminosa da fotometrare. All'uopo potrebbe essere utilizzato un metodo ideato da Ives per tener conto degli errori introdotti da diversi operatori nel confronto di due luci di colore diverso, ma per questa via il lavoro riuscirebbe lungo e laborioso. Però è possibile, secondo come mostrano gli AA., modificare convenientemente questo metodo sì da arrivare, dopo pochi tentativi, alla scelta del filtro di colore più appropriato per il confronto fotometrico che interessa di effettuare. *G. Co.*

B. Duschnitz — **Nuove vie nella fabbricazione dei filamenti di tungsteno per le lampade ad incandescenza e per altri impieghi.** (L. u. L., 7 giugno 1934, pag. 288-290, con 5 fig. e 4 tab.). **19 d**

L'A. descrive un nuovo procedimento termo-meccanico di fabbricazione dei filamenti di tungsteno che risulterebbero composti da un aggregato di cristalli affiancati e disposti parallelamente o leggermente inclinati rispetto all'asse del filamento. Mette in evidenza i vantaggi di questo procedimento rispetto agli altri già usati, specialmente per quel che riguarda l'ottenimento di filamenti di tungsteno di diametro relativamente grosso e perfettamente duttili a temperatura ambiente. *G. Co.*

H. G. Fruehling — **Luxmetri obiettivi.** (J. G. Light, giugno 1934, pagine 198-199). **19 f**

Come è noto, le misure d'illuminazione sono state grandemente facilitate e rese più rapide con l'introduzione dei luxmetri obiettivi che utilizzano le celle fotovoltaiche. Le misure così effettuate sono però affette da errori la di cui causa è insita nella natura del particolare tipo di cella utilizzato; tuttavia si può in parte ovviare a questo inconveniente con gli adatti accorgimenti indicati dall'A. *G. Co.*

H. Krefft e E. Summerer — **Le nuove lampade a vapori di mercurio e le loro applicazioni.** (Licht, gennaio, febbraio, maggio e giugno 1934, pag. 1-5, 23-26, 86-89 e 105-108, con 28 fig. e 6 tab.). **19 d**

Le proprietà elettriche e fotometriche della scarica elettrica attraverso i vapori di mercurio dipendono, essenzialmente, dalla intensità della corrente e dalla pressione dei vapori. Perciò, nella prima parte dell'articolo, si spiega come variano in funzione di queste grandezze l'efficienza, lo splendore ed il colore della colonna luminosa, nonchè il gradiente del potenziale e la potenza assorbita per unità di lunghezza della colonna luminosa stessa. Segue la descrizione dettagliata delle caratteristiche costruttive e di funzionamento delle lampade Osram a vapori di mercurio ad alta pressione (cosidette perchè, a regime, la pressione dei vapori è dell'ordine di quella atmosferica) che, attualmente, vengono fabbricate in tre tipi (un tipo da 275 W, 10.000 HLm; un tipo da 550 W, 23.000 HLm; e un tipo da 1100 W, 55.000 HLm: nelle potenze indicate è tenuto conto del consumo proprio dei rocchetti di reattanza che vanno inseriti in serie con le lampade per rendere stabile il funzionamento di queste) per la tensione di 220 V e per una durata media di 2000 ore. A differenza delle altre lampade a vapori metallici (lampade al sodio), non sono più necessari i trasformatorini di riscaldamento degli elettrodi perchè l'accensione avviene (in atmosfera di argon) mediante un terzo elettrodo posto nelle vicinanze di uno degli elettrodi principali e unito all'altro attraverso una resistenza di alcune migliaia di ohm. Altra semplificazione, offerta dai due tipi di minor potenza, è che queste lampade sono provviste di un comune attacco Goliath, sicchè possono essere disposte in qualsiasi apparecchio d'illuminazione purchè di dimensioni opportune.

L'impiego delle lampade a vapori di mercurio ad alta pressione può tornare vantaggioso per le notevoli economie ch'esse consentono di realizzare sulle spese di esercizio degli impianti d'illuminazione. Però, motivo di limitazione ad un uso più vasto è offerto dal fatto che queste lampade danno una luce biancazzurra praticamente priva di radiazioni rosse; tuttavia si può ottenere una luce simile a quella naturale disponendo nello stesso apparecchio d'illuminazione una lampada a vapori di mercurio ad alta pressione ed una lampada ad incandescenza di uguale flusso luminoso.

Comunque, le lampade in oggetto hanno già dato buoni risultati nell'illuminazione di strade e di piazze alberate, nella illuminazione con proiettori di parchi di giardini di edifici e di monumenti, nell'illuminazione di certi locali di lavoro, nell'illuminazione dei palcoscenici, ecc. *G. Co.*

IMPIANTI.

Ampliamento dell'impianto della Fort Howard Paper Co. (Power, dicembre 1934, pag. 677-680, con 4 fig.). **20 f**

L'impianto comprendeva sei caldaie di cui due di recente costruzione, e un gruppo turboalternatore da 1500 kW. Recentemente, essendo aumentato il carico venne installata una nuova caldaia tipo Stirling da m² 1000 con combustione su griglia meccanica, capace di una produzione massima di 50 tonnellate/h di vapore a 30 atmosfere e 320°; è prevista la possibilità di aumentare il surriscaldamento fino a 360°. Le pareti della camera di combustione sono rivestite di tubi d'acqua fino a poco più di un metro di altezza al di sopra della griglia. La griglia è comandata da un motore a velocità costante. Il ventilatore di tiraggio è pure comandato da un mo-

tore a velocità costante; la regolazione automatica influisce soltanto sulla ventola di accesso al ventilatore; altri comandi automatici agiscono sulle bocche di uscita dei ventilatori e sul variatore idraulico di velocità della griglia. L'impianto comprende due pompe principali di alimentazione, una elettrica ed una a vapore.

La maggior parte delle tubazioni sono saldate. La nuova turbina da 3000 kW, a 28 atmosfere è fornita di regolazione automatica per prese intermedie di vapore a 7 atmosfere, a 2,5 atmosfere e a 0,35 atmosfere. Per il comando di due grosse macchine da carta sono installate nella sala dei turbogeneratori due dinamo a tensione variabile da 200 kW comandate da un motore sincrono da 450 kW, il quale serve anche parzialmente come rifasatore cosicchè il fattore di potenza dell'impianto viene mantenuto superiore a 0,90. Le richieste di energia di vapore per l'industria sono alquanto variabili, così che non è possibile prevedere esattamente quali saranno le condizioni ordinarie di esercizio dell'impianto. *Ri.*

H. Kuppert — **La ripartizione economica del carico, in caso di ritiro di energia da un altro fornitore, e suoi limiti economici.** (E. T. Z., N. 19 del 10 maggio 1934, pag. 467-468, con 1 fig.). **20 g**

Quando un'azienda elettrica deve acquistare parte dell'energia di cui ha bisogno da un'altra azienda, bisogna tener conto del rapporto più conveniente economicamente fra energia prodotta ed energia acquistata. Per via grafica l'A. mostra come si possa costruire una curva dalla quale si può rilevare il valore di questo rapporto più conveniente. *Tt.*

W. Kissling — **Apparecchiatura nella sala macchine per alternatori di grande potenza.** (Revue B. B.. N. 7, luglio 1934, pag. 118-120, con 3 figure). **20 e**

Non ostante la tendenza a centralizzare, nelle moderne centrali, i dispositivi di comando e di controllo, nei grandi impianti si preferisce ripartire tali dispositivi fra la sala di comando e la sala macchine, affidando ai dispositivi installati in quest'ultima le operazioni che non possono essere eseguite convenientemente a distanza. Una tale separazione è particolarmente necessaria quando la sala macchine ed il posto di comando sono molto distanziati fra loro; diventa opportuna quando si vuole alleggerire il compito affidato al personale della sala di comando. Per questi motivi, nelle centrali con grandi unità installate, si prevede, a fianco di ciascun gruppo, un quadro di manovra ausiliario portante l'apparecchiatura necessaria per la messa in marcia e l'arresto nonchè la sorveglianza delle macchine. Nella sala di comando vengono installati i dispositivi per le seguenti operazioni: trasmissione dell'ordine di messa in marcia o d'arresto del gruppo; sincronizzazione a mano oppure trasmissione dell'ordine di sincronizzazione automatica; regolazione della velocità o della potenza attiva; regolazione della tensione o della potenza reattiva. L'apparecchiatura montata nella sala macchine comprende strumenti di misura ed apparecchi per la regolazione dell'eccitazione, la misura della temperatura e per la protezione. Fra gli strumenti di misura sono di solito compresi: tre amperometri, un voltmetro, un commutatore a spine, un frequenzimetro ed un amperometro di eccitazione. Per la regolazione della tensione si prevedono talvolta nella sala macchine i reostati di campo ed i regolatori automatici di tensione; per la misura della temperatura negli avvolgimenti e nel ferro dello statore, nei cuscinetti e nei canali di aspirazione e di rimando dell'aria di ventilazione, si fa di solito ricorso a resistenze ed a strumenti ferrodinamici. I dispositivi di protezione adempiono alle seguenti funzioni: segnalazione in caso di pericolo; apertura degli automatici per sovracorrente o sovratensione dell'alternatore, provocata con relais a massima; dinsinserzione in caso di corti circuiti tra fasi e tra fase e terra nel generatore, provocata da relais differenziali; intervento degli estintori e chiusura delle tubazioni dell'aria di ventilazione in caso d'incendio. Come applicazione di questi criteri di distribuzione delle apparecchiature di comando e controllo, l'A. cita la centrale di Rybourg-Schwörstadt (Svizzera) ed altri notevoli impianti. *V. D. Ma.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

L. Binder — **La sala per prove ad alta tensione della Scuola Tecnica Superiore di Dresda.** (E. T. Z., N. 20, del 17 maggio 1934, pag. 481-483, con 4 fig.). **23**

L'A. dà una descrizione particolareggiata della sala prove per alta tensione della Scuola Tecnica Superiore di Dresda. La sala, spaziosa ed alta, è costituita da una incastellatura in ferro sepolta nella costruzione in mattoni, e rivestita da una gabbia in lamiera. La sala prove dispone di un ponte di Schering, d'un trasformatore per un milione di volt, in tre stadi di 335.000 volt ciascuno, per una potenza di 600 kVA. È provvista anche di oscillografo a raggi catodici installato su di un autocarro. *Tt.*

MATERIALI.

R. Guthmann — **Proprietà di carte sottili impregnate con olio.** (E. T. Z., N. 15, del 12 aprile 1934, pag. 364-366, con 3 fig.).

L'A. descrive le proprietà di carte impregnate con olio, che vengono particolarmente usate nei condensatori statici e oggidì anche in condensatori per alta tensione impiegati per applicazioni di raggi X. L'impregnazione si effettua in autoclave nel vuoto e a caldo: essa consente di diminuire le perdite dielettriche. La costante dielettrica, che si aggira intorno a 4,2, si mantiene invariata. La rigidità dielettrica può raggiungere, per carte sottili, valore di 50 ÷ 55 kV/mm. Da un esame delle relazioni che cedono fra le perdite dielettriche e la resistenza alla perfo... si vede che la scarica attraverso la carta si verifica in seg... ionizzazione e non dipende da fenomeni termici.

M. Mollet — **La silice pura fusa ed i suoi impieghi in elettrotec...** (L'Elettrot., 15 luglio 1934, pag. 449-457, con 24 fig.).

Ricordate le principali caratteristiche fisiche ed elettriche ... silice fusa, sono sommariamente descritti i metodi di fabbric... e di lavorazione industriale. Sono poi passate in rassegna le ... applicazioni che questo materiale ha trovato negli impian... trici e nella costruzione della apparecchiatura elettrica, mett... evidenza le preziose caratteristiche del materiale che lo ... particolarmente adatto per molti scopi di isolamento partico... difficile.

MECCANICA.

W. Spaeth — **Automantenimento di sistemi vibranti elett. per mezzo della reazione.** (E. T. Z., N. 19, del 10 Maggio 1934, 467, con 5 fig.).

Il mantenimento automatico di sistemi vibranti meccani... finora realizzato per piccole potenze, quali sono in gi... ...pio, nei campanelli elettrici, poichè quando si vuol disporre di ...enze di una certa entità il rendimento è molto basso. L'A. ha ...diato per altro un sistema vibrante elettromeccanico costituito ... l'indotto di un motore a corrente continua posto in un camp... gnetico. Questo sistema costituisce la diagonale di un ponte ... Wheatstone; in certe condizioni opportune l'indotto può entr... oscillazione e così viene realizzato il movimento vibratorio. *Tt.*

MISURE.

J. T. MacGregor-Morris, J. A. Henley — **Le sensibilità teoriche ... tiche degli oscillografi a raggi catodici, e gli effetti del gas ... funzionamento.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 454, ottobre 19... gine 487-496 e 24 fig.). **2...**

La sensibilità di un oscillografo a raggi catodici des... prova è dal 30 al 40 % maggiore del valore calcolato in bas... dimensione degli elettrodi, alla loro distanza, alla tensione ano... applicata ed alla distanza dello schermo. La causa di tale diff... non è nota con precisione ma si ritiene che si debba ric... rallentamento degli elettroni appena usciti dalla zona ... degli elettrodi. Le cariche elettriche esistenti sulla superfic... terna del tubo e la presenza di gas a bassissima pressione ... sario per rendere compatto il fascetto dei raggi catodici poss... tardare il moto degli elettroni ma non è facile dire di quanto ... ha eseguito diverse serie di misure di sensibilità su tu... tati con tensioni anodiche di 300, 500, 900 volt riempiti ... geno, argon, elio a pressioni da $8{,}5 \times 10^{-5}$ mm a $9{,}6 \times 10^{-...}$ Hg. Applicando fra gli eletttrodi una differenza di potenzi... prima costante e poi alternata con frequenza crescente fino ... kHz si osservano delle variazioni non trascurabili nella sen... del tubo specialmente in corrispondenza dei valori più elevati d... pressione del gas nel tubo; la curva di sensibilità che ha un a... mento rettilineo fino alla frequenza di 50 kHz si deforma v... l'origine quando la frequenza supera tale valore. Sotto questo ... guardo l'idrogeno è superiore agli altri gas perchè la sensibilità ... senta delle variazioni meno appariscenti. Va notato che l'eccessiva rarefazione rende i diagrammi sullo schermo fluorescente meno nitidi perchè il punto luminoso diventa un cerchietto a contorno sfumato. L'argon avendo un'attitudine a ionizzarsi circa quattro volte maggiore dell'idrogeno e dell'elio mantiene ai diagrammi sullo schermo una notevole nitidezza anche quando la tensione alternata applicata alle piastre deviatrici assume una frequenza di 200 kHz; oltre questo limite l'immagine diventa sempre sfumata perchè il rapido movimento trasversale dei raggi catodici attenua la ionizzazione del gas. *I. L.*

E. Hughes — **L'uso dei raddrizzatori ad ossido di rame negli amperometri e nei voltmetri.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 454, ottobre 1934, pag. 453-462 e discuss. fino a pag. 480, con 32 fig.). **28 c**

La resistenza di un raddrizzatore ad ossido di rame alla corrente diretta $= K\,I^{-0,8}$, mentre la resistenza inversa è da 0,3 a 0,6 megaohm quando la portata del raddrizzatore è di 1 mA, ed è no-

...volmente minore per portate maggiori. L'onda di corrente diretta ...ulta deformata rispetto all'onda di tensione applicata; la deformazione è tanto minore quanto più grande è il valore della resi...a applicata in serie. Con buona approssimazione si può assu... la relazione $i = (V - c)/(R + b)$ dove c e b sono due costanti ...endenti dal raddrizzatore, R è la resistenza in serie, V la tensione applicata ed i la corrente diretta (valore istantaneo). Non è consigliabile disporre il raddrizzatore in derivazione su uno shunt ...erchè bisognerebbe rinunciare alla resistenza in serie a scapito del...sattezza della misura. Le correnti telefoniche con forte distor...vengono misurate con approssimazione del 10 % usando uno ...na ...con raddrizzatore ad ossido di rame tarato su un'onda ...unt... valore medio di una corrente alternata risulta influenzato ...presenza di armoniche di ordine dispari rispetto alla fonda...tale, mentre rimane invariato se le armoniche aggiunte sono ...rdine pari; a rigore quindi non si può dedurre il valore efficace ...na corrente alternata dal valore medio. Le reattanze in serie ...raddrizzatore attenuano molto le distorsioni dell'onda di corrente ...e le capacitanze le esaltano. L'A. ha esaminato il comporta...dei raddrizzatori ad ossido di rame inseriti sul secondario di ...sformatore di corrente; in tal caso conviene elevare la reat...el secondario oppure inserire il voltmetro col relativo rad...re in derivazione ai morsetti di una piccola resistenza in ...l secondario del trasformatore. Questa soluzione ha però ...rtanza relativa dato che i trasformatori di corrente servono ...ente per misure a frequenza industriali accoppiati a stru...rodinamici od a ferro mobile. La resistenza del raddriz...sido di rame verso le correnti dirette ha un coefficiente ...ura variabile dall'1 all'1,2 % per °C.

...*ne.* — Le numerose applicazioni fatte dei raddrizzatori ...di rame dimostrano che gli errori riscontrati in pratica ...riori a quelli previsti dalla teoria, quando si abbia l'avver... scegliere il raddrizzatore con cura e di applicarlo solo per ...misure per le quali è specialmente raccomandato. In par...re il raddrizzatore per 1 mA dà migliori garanzie di esattezza ...ello per 10 mA anche se questo viene usato ad 1/10 della sua ...a. Il raddrizzatore al selenio sembra avere dei vantaggi su ...all'ossido di rame sia per il suo basso coefficiente di temperatura (circa 1/4) sia perchè consente di adottare una scala logarit...ica per lo strumento indicatore applicato. Un voltmetro ad ossido ...i rame a più portate presenta un errore relativo maggiore per la ...ortata minore: per 1,5 volt l'errore può salire fino al 10 % mentre per 150 volt è di 1,5 %. È preferibile in questi casi inserire un tra...formatore elevatore che oggi si sa costruire con buone caratteristiche per frequenze da 25 a 5000 periodi/sec. Il raddrizzatore deve ...ere di piccole dimensioni trasversali per avere una resistenza alle ...ti inverse elevata e gli elettrodi devono essere disegnati in ...do da avere una capacità propria minima; mentre un raddrizza...e di vecchio modello ha un errore del 5 % a 10.000 hertz, i tipi ...recenti hanno un errore inferiore all'1 % a 100.000 hertz perchè ...apacità propria è stata ridotta da 0,003 a 0,001 microfarad. At...mente vi sono nel mondo sei fabbriche costruttrici di strumenti ...raddrizzatori ad ossido di rame. Non è chiara la ragione che ...minuire anche del 20 % la resistenza apparente del raddrizza...ssido di rame con l'aumentare della resistenza esterna in ...e. Gli strumenti con raddrizzatore possono anche essere appli...al secondario dei riduttori avente un adatto rapporto; questo ...na si presta per la lettura a distanza della corrente di linea.

I. L.

...Walcher — I metodi di misura delle capacità. (E. u. M., N. 31, 5 agosto 1934, pag. 360-366, con 7 fig.). **28 b**

I metodi di misura della capacità e dell'angolo di perdita dei ...de...ori statici conducono a risultati che sono spesso alterati, ...ro ...i limiti, da cause di errore. Queste possono essere di ori...e esterna oppure inerenti agli strumenti od allo schema utiliz...per la misura. Coi metodi di misura a corrente continua, er...possono avere origine da cariche residue nei condensatori op...dalla capacità dei dispositivi di misura. Le influenze pertur...ici sono eliminate schermando le condutture. I risultati deri...dalla misura combinata di corrente e di tensione sono influen...ati dalla variazioni della frequenza della rete, dalle armoniche, dalla dispersione del condensatore e dagli errori di lettura dell'amperometro e del voltmetro. Per condensatori di non piccola potenza, la influenza delle armoniche superiori può essere eliminata con un accorgimento suggerito da Pugno-Vanoni, il quale comporta l'inserzione di una resistenza regolabile in serie col dispositivo di misura della corrente e della tensione. La misura diretta della capacità in base al principio del dinamometro ad induzione è realizzabile con schemi diversi, dai quali dipende la maggiore o minore sensibilità del dispositivo di misura alle variazioni di tensione o di frequenza della rete di alimentazione nonchè alle deformazioni della curva di tensione. Agli effetti delle loro particolarità più notevoli, i metodi di misura col ponte a corrente alternata vengono suddivisi in tre gruppi: schemi che comportano resistenze ohmiche e capacità; schemi con resistenze, capacità ed autoinduzioni; schemi con resistenze, capacità, autoinduzioni e mutue induzioni. Le combinazioni possibili con questi metodi sono molteplici: sopra di esse l'A. si sofferma a lungo indicando l'esattezza di misura realizzabile e la sensibilità alle cause di errore. L'impiego del ponte a corrente alternata è applicabile anche a condensatori destinati ad apparecchi ad alta frequenza: metodi ad alta frequenza sono opportuni soltanto quando si tratta di misurare capacità minori di 0,1 cm circa e quando è richiesta la misura dell'angolo di perdita. Tali misure sono peraltro possibili con schemi diversi. *V. D. Ma.*

R. S. J. Spilsbury — Uno strumento per la misura diretta del fattore di forma. (J. I. E. E. Londra, LXXV, 454, ottobre 1934, pp. 463-469, con 12 fig.). **28 c**

L'apparecchio comprende un voltmetro elettrodinamico di piccola portata ed un milliamperometro per c. c. inseriti in parallelo fra di loro; il milliamperometro riceve però la corrente attraverso un raddrizzatore ad ossido di rame. I due strumenti misurano il valore efficace ed il valore medio della corrente alternata; la novità del metodo stà nella possibilità di leggere direttamente il fattore di forma sulla scala del milliamperometro quando si mantenga costante la deviazione del voltmetro su un valore prestabilito. A tale scopo l'apparecchio porta una serie di resistenze addizionali colle quali si può regolare la tensione applicata agli strumenti di misura. Il raddrizzatore rappresenta la principale causa di errore del metodo perchè la propria resistenza interna varia a seconda del valore istantaneo della tensione applicata; ciò porta ad una distorsione dell'onda di corrente attraverso al milliamperometro rispetto all'onda di tensione applicata. Si può ridurre l'errore corrispondente ad essere minore del 0,2 % disponendo in serie col raddrizzatore una resistenza di 40.000 ohm; l'apparecchio può servire per misurare il fattore di forma di una tensione di almeno 20 volt. L'apparecchio completo misura 48 × 20 × 13 cm; è previsto per tensioni comprese fra 20 e 272 volt; il voltmetro elettrodinamico ha un consumo di 10 mA. Il milliamperometro ha una portata di 0,4 mA ed il raddrizzatore può dare una corrente massima di 1 mA; la scala è graduata in modo da leggere il fattore di forma fra 1 e 1,320 con un segno particolare per 1,111 per facilitare il controllo dello strumento su un'onda sinusoidale pura. La sensibilità è del 0,1 % e l'errore controllato si mantiene inferiore al 0,2 % su tutto l'intervallo considerato. Sebbene la scala del voltmetro abbia solo la divisione corrispondente a 20 volt è possibile dedurre il valore efficace della tensione applicata dalla posizione delle manopole che comandano i reostati tarati, con l'approssimazione dell'1 %. Lo strumento è stato controllato su onde di forma diversa con l'ausilio di un oscillografo; l'esito della prova ha confermato le sue buone qualità di precisione e rapidità d'impiego. Il voltmetro elettrodinamico può essere sostituito da un voltmetro a coppia termoelettrica; in tal caso uno stesso strumento a c. c. può servire per il controllo della tensione e per il rilievo del fattore di forma mediante l'uso di un commutatore.

I. L.

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

H. Alquist — Motori veloci a rotore multiplo. (E.T.Z., N. 16, del 19 aprile 1934, pag. 386-389, con 11 fig.). **29 a**

Quando occorra ottenere motori asincroni a velocità assai elevate, pur disponendo di frequenza normale industriale, si ricorre all'uso di rotori multipli, e ciò grazie al fatto che un motore a induzione ad anelli, se viene portato a una velocità doppia della velocità sincrona, mantiene tale velocità quando anche il rotore venga alimentato alla stessa tensione e frequenza della rete. Se poi si aggiunge fra statore e rotore un secondo rotore, costituito da un cilindro di ferro dolce, si ottiene che tale motore si avvii da sè a vuoto. Si possono poi ottenere diverse gradazioni di velocità costruendo il motore a più polarità, cambiando la direzione dei due campi rotanti generati nel motore e frenando il rotore intermedio.

L'A. descrive anche un motore con tre rotori che consente di ottenere velocità ancora superiori a quella corrispondente al doppio dei giri di sincronismo.

Tt.

E. Wiedemann, Ph. Suter — Motori trifasi asincroni completamente chiusi. (Revue B. B., N. 8, agosto 1934, pag. 142-145, con 5 fig.). **29 a**

I motori trifasi completamente chiusi si prestano là dove è praticamente impossibile far lavorare le macchine in condizioni normali di pulizia. Questo avviene sopratutto nelle fabbriche di prodotti chimici, miniere, acciaierie, fonderie, fabbriche di cemento, filature, zuccherifici, molini, ecc. Le particolari esigenze del servizio cui devono soddisfare tali motori impongono particolari criteri costruttivi, i quali variano peraltro con la potenza che i motori devono fornire. I motori della serie descritta dagli AA. conservano dimensioni non molto differenti da quelle dei corrispondenti modelli aperti, se la potenza non supera 3 kW. Per potenze variabili da 3.7 a 37 kW, l'aumento di peso rispetto ai modelli aperti può essere mantenuto in limiti assai ridotti (30 ÷ 50 %), grazie ad un'appropriata ventilazione della carcassa munita di nervature longitudinali. La ventilazione è assicurata da un ventilatore esterno, montato dal lato opposto al comando per i motori con indotto a gabbia e dal lato del comando per i motori ad anelli ed i motori con avviatore centrifugo. Rinforzando convenientemente la

ventilazione esterna, si è potuto spingere la potenza dei motori con nervature longitudinali fino ad un massimo di 370 kW. Soltanto i motori autoventilati entrano in considerazione quando la potenza supera sensibilmente il limite anzidetto di 370 kW. In caso di necessità, si può anche ricorrere ad un radiatore speciale per raffreddare l'aria di ventilazione. *V. D. Ma.*

MOTORI PRIMI.

E. Josse — **Prove sulle caldaie Loeffler.** (Engin., 29 giugno 1934, pag. 722-725, con 4 fig.). **30 d**

L'Autore descrive le prove effettuate su una delle quattro caldaie Loeffler della centrale termica di Carolina, delle miniere di Vitkovice (Cecoslovacchia), atta a produrre 40 a 60 tonn/ora di vapore, alla pressione di 130 atm. ed alla temperatura di 500 °C. Queste prove furono iniziate partendo dalla caldaia a freddo, ed occorse un'ora e 56 minuti per raggiungere le condizioni di marcia normale. Sono descritte le condizioni delle prove ed i risultati ottenuti; è stato pure determinato il coefficiente di trasmissione del calore attraverso le superfici dei surriscaldatori e vengono indicati pure i dati relativi all'alimentazione dell'acqua ed allo stato del vapore all'uscita dagli evaporatori. Le prove hanno mostrato che la temperatura di surriscaldamento del vapore può essere mantenuta non soltanto per il carico normale, ma anche per i carichi parziali e con brusche variazioni. Siccome l'evaporazione non si effettua attraverso superfici direttamente esposte al fuoco, la caldaia può essere alimentata con acqua contenente impurità, senza che sia necessaria una distillazione preventiva. *E. R.*

G. S. Swallow — **Il generatore di vapore Velox.** (Engin, 20 aprile e 3 maggio 1934, 6 pag., con 11 fig.). **30 d**

I generatori Velox a pressione costante hanno fatto grandi progressi, e si hanno già in funzione impianti capaci della produzione di circa 40.000 kg di vapore/ora, mentre sono in costruzione generatori della capacità di produzione oraria quasi doppia. Si impiegano combustibili liquidi o gassosi e sono in corso ricerche per l'impiego di carbone e ligniti polverizzate. L'articolo tratta del modo col quale si utilizza il valore dei gas prodotti nella combustione della miscela aria-combustibile, e riporta un'interessante raccolta di dati sull'efficienza della caldaia, ricavati in seguito ad accurati e lunghi esperimenti. Vengono mostrati i grandi vantaggi che si ottengono nella rapidità della messa in pressione e nella rapida sensibilità alle variazioni di carico, coll'impiego di alte velocità dei gas, come dell'acqua. Questi generatori occupano poi molto meno spazio e pesano pure molto meno delle caldaie a tubi d'acqua. Si prevede pertanto che queste caldaie trovino largo impiego sulle navi. Attualmente i generatori Velox sono convenientemente utilizzati in centrali elettriche, negli alti forni, nei forni per il coke, in impianti di riscaldamento di grandi edifici, ecc. *E. R.*

A. Perrig — **Contributo allo studio delle sollecitazioni e delle corrosioni delle ruote Pelton.** (L'Elettrot., 5 giugno 1934, pag. 357-361, con 13 fig.) **30 b**

Richiamate le nozioni sui fenomeni di affaticamento dei materiali in seguito a sollecitazioni ripetute, è illustrata la influenza dannosa della contemporaneità di sollecitazioni ripetute e di fenomeni di corrosione. In seguito a tali considerazioni è descritto un accorgimento costruttivo delle ruote Pelton, dimostrandone sulla base di accurate esperienze l'efficacia nei riguardi della maggiore durata delle ruote. *Ri.*

F. Ribary — **Perdite per effetto ventilante nelle turbine a vapore.** (Revue B. B., N. 7, luglio 1934, pag. 120-122, con 3 fig.). **30 d**

La perdita di potenza per effetto ventilante nelle turbine a vapore viene di solito calcolata mediante formule non rigorose, le quali contengono costanti affette da dimensioni e quindi dipendenti dal sistema di misure impiegato. Inoltre, le formule non tengono conto della relazione fra l'azione ventilante della girante ed il numero di Reynolds ed, in alcuni casi particolari, del numero di Mach. Una formula rigorosa dedotta dell'A., esprime la perdita di potenza N in kgm.sec^{-1}, in funzione del diametro D (in m) della girante, della velocità periferica u (in m.sec^{-1}) e della massa specifica $\rho=\gamma/g$ (in m^{-4}.kg.sec^{2}) e del numero di Reynolds $R_e=D \cdot u/\gamma$, con la relazione:

$$N = D^2 \cdot u^3 \cdot \rho \cdot F(R_e)$$

ad anche, ponendo,

$$\xi = F(R_e)$$

$$N = \xi \cdot D^2 \cdot u^3 \cdot \rho$$

Il coefficiente ξ diventa anche funzione del numero di Mach, quando la velocità periferica della girante raggiunge la velocità del suono. Il coefficiente ξ può essere dedotto con considerazioni puramente teoriche trasformando una nota formula proposta dal Prof. Karman; esso è stato anche dedotto sperimentalmente, con prove rigorose effettuate nelle officine Brown Boveri. È stato riscontrato che ξ può essere espresso in funzione di R_e con la formula

$$\xi = 0{,}000126 \; R_e^{-0{,}2}$$

ossia che esso segue una legge di variazione analoga a quella valori dedotti dalla formula di Karman, sebbene le due curve presentanti ξ nei due casi non siano coincidenti. *V. D. Ma*

RADIOTECNICA.

A. Semm — **La grande stazione radiotrasmittente di Berlino.** (E. T. Z., N. 13, del 29 marzo 1934, pag. 313-315, con 3 fig.). **34**

L'articolo è dedicato alla descrizione della nuova grande stazione radiotrasmittente di Berlino, che presenta alcune particolarità. L'antenna è costituita da un solo pilone in legno, alto 160 m; il collegamento con questo è realizzato per mezzo di un cavo per alta frequenza. La regolazione della frequenza è fatta per mezzo di cristallo di quarzo di forma speciale. Per lo stadio finale è impiega una valvola di 300 kW a riscaldamento indiretto. L'alimentazione fatta con corrente alternata a 6000 volt. *Tt.*

H. E. Hollmann — **Dispositivo per la verifica delle caratteristiche tubi elettronici.** (E. T. Z., N. 14, del 5 aprile 1934, pag. 343- 10 fig.).

Il metodo descritto dall'A. per la prova dei tubi elettro siste nel confrontare la caratteristica di una data valvola co di una valvola, che si sa essere normale, sullo schermo di catodico in un oscillografo. In questo modo per confronto facilmente verificare se le caratteristiche di una valvola che devono essere. L'A. descrive poi il mezzo di com cuito di prova dell'una e dell'altra valvola per me tatore meccanico o di altro tubo elettronico che fr terruttore-commutatore.

STATISTICA.

A. Przygode — **Elettrificazione in Cina.** (E. T. Z., N. 14, del 5 ap pag. 347-348, con 1 fig.).

Dal rapporto per l'anno 1932 della National Construction mission della Cina vengono desunti dati sulla potenza e sui delle centrali elettriche in Cina. La potenza complessiva era di quasi 900.000 kW; di questi, l'85 % è rappresentat pianti di centrali termiche con turbine a vapore. La freque tata è quasi ovunque 50 periodi; la distribuzione si fa a corre trifase con sistema a quattro fili 220/380 volt. L'energia prodott nel 1933 è stata di 2,5 miliardi di kWh. *Tt.*

P. F. von Stritzl — **La produzione di energia elettrica nella Gran Bretagna nel 1932.** (E. T. Z., N. 14, del 5 aprile 1934, pag. 345-346).

Nel 1932 la produzione di energia elettrica in Gran Bre è stata di 13,6 miliardi di kWh con un aumento del 6 % ri all'anno precedente. Le centrali in esercizio erano 521. Il di energia è stato di 224 kWh per abitante. I risultati fi per le società elettriche, malgrado la crisi, sono stati soddisf

G. W. Meyer — **Situazione dell'industria elettrica in Cecoslo** (E. T. Z., N. 15, del 12 aprile 1934, pag. 370-372, con 2 fig.).

L'A. passa in rassegna lo sviluppo dell'industria e Cecoslovacchia in questi ultimi anni e ciò sulla scorta d niti dalla statistica delle centrali elettriche cecoslovacch distinte le centrali in tre categorie: quelle di pubblic quali è pure interessato lo Stato; quelle in cui lo Stato tecipazione, ma che pure fanno servizio pubblico, e q La potenza complessiva installata alla fine del 1931 era kW con una produzione di circa tre miliardi di kWh. privale della prima categoria hanno una potenza installata kW, quelle della seconda di 215.000 kW e quelle della terz 1 milione di kW. Solo la metà circa delle località e il 73 % popolazione potevano però, alla fine del 1931, usufruire dell'ene elettrica. L'articolo contiene dati anche sui capitali impiegati n industria elettrica e sul relativo reddito.

C. Poralla — **La produzione di energia elettrica in Polonia.** (E. T. Z., N. 16, del 19 aprile 1934, pag. 393-394). **3**

L'A. esamina la situazione della Polonia per ciò che concerne la produzione di energia elettrica in questi ultimi anni: da un massimo di oltre 3 miliardi di kWh nel 1929, essa è andata continuamente diminuendo per scendere a 2,2 miliardi nel 1932. Solo l'1,3 % delle centrali polacche sono idroelettriche: tutte le altre sono termiche. La potenza installata è però aumentata e ha raggiunto quasi 1.500.000 kW nel 1932. Per favorire la diffusione dell'elettricità ora si fa in Polonia una politica tariffaria molto abile, in seguito anche ad aiuti dati dal Governo a questo scopo. Si attende ora di vedere se i risultati saranno quali si sperano. *Tt.*

W. Peters — **La produzione di energia elettrica per pubblici servizi a Berlino.** (E. T. Z., N. 13, del 29 marzo 1934, pag. 319-321, con 2 fig.). **36**

Berlino ha subito un notevolissimo ingrandimento da quando nel 1920 si è aggregata i comuni limitrofi: ora conta 4,2 milioni di abitanti su 878 km². In seguito a tale aggregazione è ancora in svol-

…ento un programma di unificazione della rete di distribuzione in territori annessi. Le BEWAG ora alimenta il 90% della popo… ne; per la rimanente parte sussistono ancora alcune piccole …se distributrici. L'A. dà alcuni dettagli sulla produzione e di…zione di energia elettrica delle BEWAG e delle altre società …ri. Chiude poi il suo studio indicando in una tabella i diversi di tariffe in uso nella rete delle BEWAG. L'unificazione della …sione di distribuzione è già stata realizzata. *Tt.*

Holm — **La situazione dell'industria elettrica in Svezia nel 1932.** (E.T.Z., N. 17, del 26 aprile 1934, pag. 421-422, con 3 fig.). **36**

La produzione di energia elettrica in Svezia nel 1932 presenta, …spetto al 1931, una diminuzione del 3 % con un ammontare di 4,89 …liardi di kWh. La potenza totale installata alla fine del 1932 era 1.365.000 kW idroelettrici e di 600.000 kW termoelettrici. Le prin…pali linee di trasmissione in Svezia sono interconnesse, di guisa …e tutto il Paese si può considerare servito da un'unica rete per …distanza di 1500 km. Sono in corso di esecuzione nuovi impor… impianti, specialmente idroelettrici, per oltre 100.000 kW, men… 1932 è stata ampliata la centrale termica della Sydsvenska … G. Il consumo di energia elettrica medio per abitante fu …Wh nell'anno. *Tt.*

…ONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

…**la protezione delle linee telefoniche.** (L'Elettrot., 5 luglio … 432-440, con 3 fig.). **38 c**

…rtata la traduzione delle due prime parti del Testo Uf…e emanato dal Comitato Consultivo Internazionale. …si limita alle prime due parti, riguardanti rispetti…ettive propriamente dette e le norme per esaminare …i per ammettere la vicinanza fra linee di energia e …foniche. *Ri.*

…i — **Studi e provvedimenti per ridurre gli effetti dei fenomeni …elettrolisi sui cavi-Messina.** (L'Elettrot., 25 luglio 1934, pag. 477-488, … fig.). **38 c**

…nzitutto descritta accuratamente la rete dei cavi tele… città di Messina nelle sue particolarità costruttive e …ti che essa viene ad avere con le linee tranviarie. Sono poi …scritti i dispositivi per il rilievo delle correnti che si generano …ll'involucro dei cavi, e per le misure di isolamento fra cavo e …ie tranviarie, desumendone considerazioni di indole generale …lla protezione dei cavi dalle corrosioni elettrolitiche. *Ri.*

… — **Telecomunicazioni per alta frequenza al servizio delle reti … trasporto e di distribuzione di energia elettrica.** (L'En. Elettr., …embre 1934, pag. 894-905, con 24 fig.). **38 e**

… noto, si possono utilizzare le stesse linee di trasmis…ergia come linee di telecomunicazione, impiegando come …ortante una corrente ad alta frequenza che può facil…re separata dalla corrente principale della linea di ener…to … con tale schema fondamentale realizzare diversi …cati … è quello di telefonia o telegrafia ad alta frequenza, … diversi vantaggi: spese di impianto assai minori …gamento telefonico su filo, spese di esercizio e manuten… basse, grandissima sicurezza di esercizio e insensibilità …odotti dalle cosidette correnti forti. L'A. mette in … esempio numerico come l'apparecchio ricevente ad … non sia disturbato dalla corrente a frequenza indu… poi a descrivere le diverse parti costituenti un im…fonia ad alta frequenza. Ricordati i primi tipi di ac…a mutua induzione mediante antenne, descrive parti… più moderni tipi di collegamento a capacità mediante …ri di piccola capacità e altissimo grado di isolamento. …poi i dispositivi di sbarramento per impedire alle correnti …frequenza di diffondersi nelle parti dell'impianto non in… alla trasmissione telefonica. Per mantenere il collegamento …nico anche con linea ad alta tensione sezionata servono i cosi… ponti di passaggio, che l'A. pure descrive, passando poi agli …arecchi trasmettenti e riceventi ed alla alimentazione di essi. …iene poi fatto cenno di alcuni dispositivi di telemisura con alta …equenza e sono descritti alcuni apparecchi per tale servizio. In ul…timo sono ricordati alcuni dispositivi di regolazione a distanza …della potenza prodotta da una centrale o scambiata fra due reti, e di regolazione della frequenza; si collegano a tali dispositivi anche quelli di comando a distanza con correnti portanti ad alta frequenza. *Ri.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

H. Barkhausen e G. Haessler — **Teoria delle linee di trasmissione.** (E. T. Z., N. 19, del 10 maggio 1934, pag. 461-462, con 5 fig.). **40 a**

Gli AA. partono dalle formule classiche di una linea, le quali danno i valori della tensione e della corrente alla partenza in funzione dei corrispondenti valori all'arrivo e, per evitare i calcoli complicati, a cui tali formule danno luogo, sviluppano in serie tali equazioni prendendo in considerazione solo i primi termini. In tal modo si può applicare il teorema del quadripolo alla soluzione del problema: così si vede che per una data linea si può sempre sostituire un quadripolo che la rappresenta. *Tt.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

M. Hug — **Trazione ad accumulatori.** (Trac. Elect., N. 6, giugno 1934, pag. 107-119, con 25 fig.). **41 g**

L'A. passa dapprima in rassegna l'applicazione della trazione ad accumulatori per il servizio di manovra nelle stazioni ferroviarie e per parecchi servizi industriali, di miniera, ecc. Egli esamina poi le possibilità di tale sistema nella piccola trazione ferro-tranviaria, citando le realizzazioni più importanti registrate a questo proposito, in Italia, in Francia, nel Belgio, in Germania, in Austria ed in Ungheria. Alla descrizione di alcuni veicoli più interessanti ed all'esposizione dei risultati di esercizio di impianti con motrici ad accumulatori, l'A. premette alcune osservazioni per fissare lo stato attuale del problema di trazione ad accumulatori. Egli ritiene, sulla scorta di elementi di fatto, che oggidì questo sistema di trazione possa essere considerato come economico ed adatto per parecchie linee ferroviarie e tranviarie e preferibile ad altri sistemi. Questo orientamento verso la trazione ad accumulatori è giustificato, in primo luogo, dai progressi tecnici realizzati di recente nella costruzione degli accumulatori, degli isolanti, dei motori e degli apparecchi elettrici e dei veicoli ed, in secondo luogo, dalla opportunità di sfruttamento delle risorse idroelettriche nei paesi poveri di combustibili solidi e di oli minerali. I fattori tecnici ricordati hanno invero contribuito a ridurre fortemente il peso morto per unità di peso utile trasportato: in modo particolare vi ha contribuito l'impiego dei materiali leggeri nelle costruzioni ferroviarie, in particolare degli acciai speciali ad alta resistenza e delle leghe di alluminio. Il fattore economico che deriva dalla possibilità di utilizzare risorse indigene di energia in luogo di combustibili importati ha, come è ovvio, una portata di carattere nazionale, ed è particolarmente sentito nell'attuale periodo di crisi e di gravi difficoltà negli scambi fra i diversi paesi. *V. D. Ma.*

G. Briodat — **Difficoltà tecniche del trasporto dei viaggiatori con veicoli ad accumulatori.** (Trac. Elect., N. 6, giugno 1934, pag. 122-123, con 2 fig.). **41 g**

I fattori principali sono costituiti dal profilo, dal sovraccarico e dalla velocità. Il tracciato della strada comporta spesso tronchi a forte pendenza che non possono essere percorsi a velocità conveniente senza una larga disponibiità di potenza motrice. Alle difficoltà del profilo si sovrappongono, in modo variabile ed arbitrario, quelle dei sovraccarichi provocati dall'affluenza dei viaggiatori. La realizzazione di una elevata velocità commerciale, non ostante le fermate imposte dall'orario e da circostanze accidentali ed i conseguenti rallentamenti ed avviamenti, rappresenta il problema capitale della trazione moderna per soddisfare alle crescenti esigenze del pubblico. Individuate le difficoltà della trazione, l'A. si domanda se sono compatibili con l'impiego di veicoli ad accumulatori e risponde affermativamente, dimostrando che la trazione ad accumulatori può essere applicata con vantaggio al trasporto di viaggiatori. Naturalmente, un fattore importante, favorevole a questa applicazione, consiste nell'attitudine degli accumulatori al piombo di tipo moderno a fornire potenze notevoli, con ingombro limitato. Questi pregi dell'accumulatore al piombo di tipo leggero non vanno peraltro a scapito della robustezza, grazie ad un montaggio speciale delle piastre positive. Un servizio sicuro ed impeccabile fino ad usura completa ed uniforme degli elementi è oggidì realizzabile. Gli attuali contratti di manutenzione a forfait mettono le società esercenti linee con veicoli ad accumulatori al sicuro da ogni difficoltà di esercizio, derivante dal consumo, relativamente rapido, degli elementi. *V. D. Ma.*

I treni Diesel-elettrici a grande velocità delle Ferrovie del Nord in Francia. (Trac. Elect., N. 8, agosto 1934, pag. 148-150, con 3 fig.). **41 g**

Dal luglio 1934, due treni Diesel-elettrici a grande veocità sono in servizio sulla linea Parigi-Lilla-Roubaix-Tourcoing della Compagnie du Chemin de Fer du Nord. Ciascun treno è formato da due automotrici comprendenti fra di esse una rimorchiata. I tre veicoli sono costruiti in modo analogo: a carrelli, con telaio in acciaio al cromo-molibdeno ed assi in acciaio al cromo-nichel. Il telaio e la cassa formano una struttura unica in acciaio. Ciascuna automotrice comporta un motore Diesel-Maybach a 12 cilindri a V, della potenza di 300 kW, il quale aziona una dinamo da 260 kW continui e 310 kW orari, alla velocità di 1400 giri/min. Il gruppo Diesel-dinamo è sospeso al carrello esterno a mezzo di molle in gomma speciali. Il secondo carrello di ciascuna motrice è equipaggiato con due motori di trazione collegati in parallelo ed aventi ciascuno una potenza oraria di 150 kW ed una potenza continuativa di 100 kW alla tensione di 725 V. La dinamo ed i motori sono autoventilati con aria aspirata dallo scompartimento viaggiatori. L'equipaggiamento funziona secondo il sistema Gebus; l'avviamento del motore Diesel avviene ad opera della dinamo alimentata come motore dalla batteria al nickel-

cadmio (48 elementi, 143 Ah). Quest'ultimo alimenta i circuiti ausiliari quando il motore Diesel è fermo: i servizi ausiliari sono invece alimentati dalla eccitatrice, quando il gruppo moto-generatore è in servizio. I treno completo ha una lunghezza di m 63.6, un peso a vuoto di 124 tonn ed un peso in ordine di marcia di 138 tonn. Esso è capace di 150 posti a sedere. Le caratteristiche generali sono le seguenti:

	Automotrici	Rimorchiate
Lunghezza della cassa	20.8	20.6 m
Interasse rigido	13.5	14.2 m
Numero dei posti a sedere di 1ª classe	18	—
Numero dei posti a sedere di 2ª classe	26	62
Peso a vuoto	44.5	43.9 t

V. D. Ma.

F. Hunziker — **Lo sviluppo delle ferrovie funicolari svizzere.** (Trac. Elect., N. 8, agosto 1934, pag. 151-160, con 26 fig.). **41 v**

La funicolare attuale, con due vetture in salita ed in discesa alternativamente, sul medesimo binario, ha percorso un'evoluzione costruttiva di oltre 50 anni. Il comando elettrico si è imposto progressivamente a partire da 1888. Queste funicolari erano generalmente a dentiera, con rotaia dentata di tipo Riggenbach o Abt. Un progresso decisivo nella costruzione delle ferrovie funicolari è rappresentato dall'introduzione dello scambio automatico, il quale ha consentito la costruzione della linea con due sole rotaie, più stretta e meno costosa e compatibile con stazioni più comode e meglio accessibili. Il comando elettrico ha poi permesso un esercizio più semplice, più rapido e più sicuro, la costruzione di linee con tracciato ben più libero delle funicolari a contrappeso d'acqua ed ha offerto la possibilità di smaltire un traffico più intenso di quello ammesso dalle funicolari a comando meccanico.

La realizzazione dei freni agenti sulle rotaie di rotolamento, rendendo superflua la dentiera, ha semplificato notevolmente il binario e le vetture e ne ha ridotto in tal modo il peso ed il costo. Questa evoluzione della funicolare risulta nel modo più evidente dalla rassegna che l'A. fa delle funicolari della Svizzera Centrale, a partire da quella del Gütsch (1884), arrivando fino a quella di Stoos, l'ultima costruita in ordine di tempo (1933). Quest'ultima, costruita con linea a forte pendenza, in terreno roccioso difficile, presenta della particolarità notevoli, sulle quali l'A. si sofferma diffusamente.

V. D. Ma.

W. Duerler — **Decennio di esercizio a trazione elettrica dell'intera rete delle Ferrovie Retiche. Esperienze tecniche e risultati di esercizio.** (Trac. Elect., N. 4, aprile 1934, pag. 59-77, con 29 fig.). **41 a**

Dopo la descrizione delle ferrovie Retiche (cfr. *L'Elettrotecnica* del 5 novembre 1934, pag. 738), l'A. espone i risultati di esercizio. La marcia in parallelo delle sottostazioni e la ripartizione del carico fra le centrali è stata soddisfacente. Sono in corso studi per un relais ad impedenza atto ad ovviare all'inconveniente più serio verificatosi di sovente nelle sottostazioni: la mancata apertura degli automatici di linea sotto corto circuito in punto lontano. I pali in legno si sono dimostrati poco convenienti, perchè di durata troppo limitata, da 6 a 15 anni; sono stati sostituiti da pali in ferro. Gli isolatori in un solo pezzo, in porcellana od in vetro, non hanno causato inconvenienti; quelli in due pezzi cementati si sono comportati meno bene e sono stati, in parte, sostituiti da isolatori in un pezzo solo. Nel sessennio 1927-1932, sono stati registrati in media 128 corticircuiti all'anno, sulla rete di 277 km; una percentuale elevata di essi (18 %) è provocata da piccoli animali (corvi, falchi, scoiattoli, ecc.); si è cercato di rimediare portando l'isolatore della linea d'alimentazione in testa ai pali. È allo studio, inoltre, una protezione speciale. La regolazione della linea di contatto è fatta in media due volte all'anno: in primavera ed in autunno. È degna di nota la sostituzione, ove è possibile, delle messe a terra in ferro con altre in rame, più atte a limitare la resistenza di passaggio a terra della corrente di corto circuito e meno pericolose per il personale addetto alla manutenzione della linea.

La manutenzione dei locomotori è regolata da un piano di lavoro ben coordinato. In generale il comportameto dei locomotori è stato soddisfacente: gli inconvenienti più comuni alla parte meccanica interessano i biellismi di comando. I difetti di isolamento dei motori hanno causato il maggior numero di incidenti all'equipaggiamento elettrico. L'esperienza fatta è stata utilizzata nella scelta dei locomotori C — C di tipo più recente, i quali hanno caratteristiche notevoli messe in particolare rilievo dall'A.

Sono interessanti gli accorgimenti impiegati per assicurare la incolumità del personale di servizio. *V. D. Ma.*

W. Genz — **Resistenze a grande capacità di carico per tecnica delle correnti intense.** (Dralowid Nach., novembre 1934, pag. 182, con fig. 11). **41 f**

Vengono illustrate le proprietà caratteristiche di un particolare tipo di resistenze ad alta capacità di carico note sotto il nome di Pantohm. La resistenza è costituita per lo più da fili di cromo-nichel e in qualche caso da fili di lega speciale o di costantana: tutti e tre questi materiali sono praticamente indipendenti dalle variazioni di temperatura ed eliminano quindi ... veniente delle variazioni di resistenza col valore e colla dur... carico. La resistenza propriamente detta è montata entro ... protettivi di materiale ceramico refrattario. Come protezione ... tro danneggiamenti meccanici e contro la polvere o l'insu... mento le resistenze sono interamente coperte da una vernice ... ciale, la quale previene il pericolo di corti circuiti fra fili ... centi ed è capace di resistere a forti riscaldamenti; essa prote... anche i fili dalla ossidazione. La congiunzione degli elementi d... resistenza ai morsetti di attacco è fatta con un sistema spec... che assicura la protezione completa dei fili della resistenza. Q... sto tipo di resistenza si presta in particolare modo per l'ap... recchiatura di locomotive elettriche e di veicoli elettrici in ... nerale, come pure per le cabine fisse.

Altri impieghi utili trovano tali resistenze per la protezi... di impianti di raddrizzatori o anche come elementi di riscal... mento sui veicoli ferroviari, negli impianti di illuminazione ... veicoli stessi ecc. Vengono anche impiegate, grazie alle loro ... pacità di sopportare elevate temperature, negli impianti ... cazione o di condensazione e negli impianti della indust... mica. Essendo capaci di sopportare assai bene le azioni ... dità e delle vicende meteorologiche si prestano ben... pianti di bordo e per impianti di illuminazione all'ape... normali vengono costruiti anche per carichi permanent... fino a 500 watt e per temperature fino a circa 400° ... della custodia. Vengono descritti tipi costruttivi div... riate applicazioni.

R. Nissim — **Linea di contatto autocompensata a cate... sione semplice.** (L'En. Elettr., novembre 1934, pag. 889...

In seguito ad alcune difficoltà presentatesi nei p... l'esercizio a trazione elettrica delle Ferrovie Nord Milano ... provvedere a modificare la sospensione del filo di conta... inizialmente a sospensione semplice. La cosa era dif... mente in rispondenza ai numerosi manufatti, data l'... tivamente piccola dell'intradosso di essi sul piano d... adattò la soluzione di un doppio filo di contatto ma ... sospensione semplice, ma disponendo le cose in modo ... cuspide del primo filo corrispondesse un ventre dell'altro ... vedette anche all'autocompensazione della linea per evi... boriosa manutenzione necessaria per regolare il filo di ... ogni sbalzo notevole di temperatura. Si è fatto ricorso a ... setto di sospensione che porta 2 carrucoline di bronzo a ... quali scorre un tondino di ferro lungo mm 500 che po... estremità i morsetti di sospensione del filo, il quale può ... rere rispetto alla sospensione per seguire la corsa del ... Nelle curve il filo di contatto viene trattenuto ... terale girevole intorno ad un'asse verticale li... spostamento del filo; il secondo filo, che in c... troverebbe spostato rispetto al primo, viene avv... diante una astina laterale curva. Vengono date ... tizie circa particolarità costruttive della linea ... esecuzione dei lavori resi particolarmente difficili da... di treni che percorrono la linea.

CRONACA TECNI...

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI PROTEZIONE, ECC.

3 b **Gli interruttori « autopneumatici »**, in cui l'arc... da una corrente di aria compressa provocata dal movime... di apertura dell'apparecchio sono illustrati da Saudicoeur ... 18 agosto 1934, pagg. 241-50) così come trovano impiego ... pianti di importanza media. L'A. descrive un interruttore ... e 200 A e ne riporta i risultati sperimentali di esercizio, parti... mente in riguardo all'influenza della tensione, del fattore di po... della frequenza propria. I vantaggi dell'autopneumatico sono: a... rità di sicurezza, il piccolo ingombro e l'economia. *G. Cc.*

APPLICAZIONI TERMICHE

5 b **Per l'alimentazione dei forni a induzione a frequenze elevat...** è più economico talvolta l'uso di alternatori omopolari o a ferro girante, anzichè di quelli normali. Il limite di convenienza è determinato da Komar (*R. G. E.* 8 settembre 1934, pagg. 341-44) valutando le perdite nel circuito magnetico e la conclusione a cui giunge è quella che la costruzione degli alternatori omopolari è senz'altro giustificata per la produzione di frequenze superiori ai 500 per/sec. *G. Cc.*

5 c Alcune considerazioni sulle **travi composte saldate** sono esposte in *Arcos* del luglio 1934 pag. 1097. Tale sistema costruttivo ha subito rapide evoluzioni; mentre in principio si usavano gli stessi elementi come per le travi chiodate, si sono poi studiati profili spe-

... meglio si prestano alla saldatura. In qualche caso si usa ... rettilinea con due ali di forma speciale; altre volte si ... una trave a doppio T usando due ferri a T semplice con... con un'anima in modo da avere 2 sole saldature. Più diffi... è la realizzazione di travi di uniforme resistenza saldate ... possono tuttavia essere ottenute con diversi artifici. Il tipo più ...nte di travi a doppio T è ottenuta con un'anima in lamiera, e ...rri piatti come ali; questo profilo presenta numerosi vantaggi ...i presta a risolvere molti problemi costruttivi particolari; anche ... punto di vista economico questo ultimo tipo costruttivo riesce ...taggioso. *Ri.*

APPLICAZIONI VARIE.

Un esempio di moderna installazione di **comando elettrico elevatori da grano** è riportato in *Power*, aprile 1934, pag. 176. ... importante impianto costruito nel 1900 era comandato da mo... a vapore. Recentemente venne sostituito il comando elettrico ...iante motori sincroni da 370 kW; per ridurre le punte di cor... l'avviamento, pur facendo uso di un motore di tipo comune, ...ottato un collegamento ad innesto per permettere al mo...o di avviarsi a vuoto e innestare poi il carico una volta ...il sincronismo. L'innesto può avvenire gradualmente, ...io un volante, mentre l'operatore sorveglia le indica... amperometro inserito sulla linea di alimentazione. Nes... modificazione si è dovuto apportare alla parte mecca...ianto. *Ri.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

...ovi **elementi prodotti con bombardamento di neutroni** ...ie in *N. Cimento* del luglio 1934, pag. 442. Sono ... una grande quantità di elementi e per ciascuno ... data notizia dei risultati ottenuti. Le maggiori atti... sono riscontrate per il sodio, il magnesio, lo zolfo, il ...nganese, lo zinco, l'arsenico, il bromo, l'iridio e l'oro. *Ri.*

...erienze **intorno al segno e all'energia degli elettroni ...lementi attivati con neutroni** sono descritte in *N. Ci...* ...uglio 1934, pag. 452. Lo studio è stato eseguito facendo ... nella camera di Wilson in un campo magnetico e con ...istinti dei positroni ed elettroni separandoli col metodo ...de; sono state anche fatte misure di assorbimento della ... nell'alluminio. Si è riconosciuto che le particelle emesse ...roni negativi, accompagnati talvolta da raggi γ. In una ...o raccolti dati numerici sulle misure di energia. *Ri.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

...ioni **sul rendimento delle macchine** sono esposte in ... dell'ottobre 1934, pag. 893. Viene calcolato anzitutto ... un autooscillatore semplice contenente un organo a ... lineare, dimostrando che tale rendimento non può ... di 0,375 per un oscillatore sinusoidale e 0,525 per ... rilassamento. Le considerazioni così svolte vengono ... caso delle macchine elettriche e dei trasformatori, ...siderazioni di carattere generale. *Ri.*

...one **giornaliera della conduttività elettrica del...** di una serie di osservazioni compiute a Prailles ... riferiti, unitamente al metodo adottato per l'os... Viel in *R. G. E.* (28 luglio 1934, pagg. 117-19). La ...iferita ai joni negativi è stata per lo più superiore a ...i positivi con uno scarto del 25-30 %. Le nubi appor...ni notevoli alla conducibilità e le grosse formazioni ...i o cumuli-nembi) originano spesso una inversione delle ...bilità. *G. Cc.*

IMPIANTI.

...Uno **studio di centrale mareomotrice** da installarsi a Pon... sulla costa bretone è riferito da Defour in *R. G. E.* (28 ago... 1934, pagg. 267-86) il quale, riferendosi a sue precedenti pubbli... ... all'ideazione di un ciclo che aderisce alla richiesta di ener... ... di una rete normale di distribuzione, determina gli elementi co... ...ttivi principali e quelli del costo. Le spese di impianto per una ...enza di 5500 kW ammonterebbero a 15 milioni e mezzo di fran... Il costo del kW installato varierebbe da 2670 franchi a 2830 e il prezzo di produzione del kWh sarebbe di circa 7,5 cent. di franco. Interessanti sono le tabelle e i diagrammi sulle variazioni nelle diverse ore, delle altezze di caduta e delle aree ricoperte dalle acque nei due serbatoi previsti. *G. Cc.*

MISURE.

28 c **Di un oscilloscopio a luminescenza catodica** dà notizia in *R. G. E.* (15 settembre 1934, pagg. 363-67) Abadie: lo strumento fa uso di un tubo luminescente in cui l'anodo è costituito da un filo e il catodo a forma di lama con profilo variabile viene, per così dire, rivestito per una metà da una guaina luminosa fornita da una corrente continua ausiliaria. Ciò ha per scopo di diminuire le perturbazioni prodotte dalla colonna luminosa positiva. L'A. indica alcuni particolari costruttivi e i dispositivi di esame e accenna alle possibili applicazioni, tra cui la registrazione di film sonori, sfruttando la variazione del flusso luminoso, e l'impiego pratico come milli- e micro-amperometro per alte tensioni. *G. Cc.*

RADIOTECNICA.

34 v **Sui progressi nell'eliminazione dei disturbi industriali** riferisce in *R. G. E.* (21 luglio 1934, pagg. 97-109). M. Adam il quale, fatto un cenno alle prescrizioni legali, svolge una rassegna dei vari mezzi d'eliminazione, applicati ai principali casi (tubi a luminescenza, segnali luminosi variabili, linee di trasmissione e di trazione, motori, apparecchi elettroterapici, apparecchi elettrodomestici), citando anche le norme preconizzate dalla nostra A. E. I. e l'organizzazione dei servizi antiperturbatori presso le varie Nazioni. *G. Cc.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

38 e Le **comunicazioni con correnti portanti sulle linee ad alta tensione** sono studiate in *Annales P. T. T.* del luglio 1934. Vengono illustrate le condizioni generali di tali comunicazioni e sono studiate in particolare le diverse applicazioni a cui possono dar luogo. La principale è quella per la telefonia, ed intorno ad essa sono date anche notizie riguardanti i dati di costo, che risulterebbero dello stesso ordine di grandezza di una linea ordinaria sulle palificazioni di telefoni pubblici e molto inferiore a quella di una linea indipendente; le spese di manutenzione sono assai inferiori. Viene anche fatto parola delle applicazioni per telegrafia, per misure a distanza, per regolazione e comando a distanza ed anche per sistemi di protezione contro le sovracorrenti per le reti di trasporto di energia. *Ri.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 e **Automotrici snodate di metri 60 di lunghezza e di costruzione saldata** sono descritte in *Arcos* marzo 1934, pag. 1036. Esse sono composte di 3 vetture poggianti su 4 carrelli; i 2 intermedi sono motori e quelli alle estremità sono soltanto portanti. Nella vettura centrale sono installati 2 motori Diesel da 300 W e un bagagliaio. Queste automotrici destinate alle ferrovie Olandesi comprendono 160 posti a sedere e sono completamente costruite con tubi rettangolari, saldati o laminati, e con tubi circolari. Ne deriva una grande rigidità dell'insieme, una grande resistenza alla flessione e alla torsione, con un peso molto limitato. Il carrello è costituito da 2 longaroni principali a sezione tubolare rettangolare, ottenuti con lamiere piegate e saldate, e da due longaroni intermedi. Il carrello è rinforzato da diagonali formate con tubi circolari. Le fiancate sono sostenute da un'ossatura in tubi laminati sulla quale sono poste le lamiere di rivestimento. Gli angoli inferiori fra fiancate e telaio sono irrigiditi da apposite squadrette. *Ri.*

14 e **L'elettificazione ferroviaria nel Giappone** ebbe inizio nel 1895, con la messa in servizio a trazione elettrica della ferrovia secondaria Kyoto-Fushini lunga pochi chilometri. A prescindere dall'elettrificazione dei servizi urbani e suburbani di Tokio, avvenuta nel 1904, fino al 1922 non ebbe inizio la realizzazione dei progetti allestiti subito dopo la guerra e miranti ad una estesa utilizzazione delle risorse idroelettriche. Alla fine del giugno 1932, la rete elettrificata dalle ferrovie dello Stato comprendeva 351 km (2,34 % della intera rete statale). Le linee di interesse generale vengono elettrificate con corrente continua a 1500 V; la corrente continua a 600 V è per contro impiegata per le linee di interesse locale. (*El. Bahnen*, marzo 1934). *V. D. Ma.*

41 a **La rete ferroviaria delle Indie olandesi** ha un lunghezza complessiva di 6000 km; 2929 km appartengono alla rete di interesse generale dell'Isola di Giava, ricca di risorse idrauliche. Allo scopo di utilizzare queste ultime è stata progettata fin dal 1915 la elettrificazione ferroviaria, la quale ebbe nel 1925 la prima realizzazione con le linee suburbane e le diramazioni di Batavia. Sono attualmente elettrificati 128 km di binario, con corrente continua a 1500 V. L'energia è prodotta a 70 kV, 50 Hz, in due centrali idroelettriche (*E. Bahnen*, n. 3 marzo 1934). *V. D. Ma.*

41 a **La trazione elettrica nell'isola di Cuba** è estesa a circa 240 km di linea. Furono elettrificati dapprima (dal 1907 al 1914) alcuni tronchi diramantisi da l'Avana; nel 1920 furono elettrificati i tronchi per Guanajay, Guines e Rincon, fu dapprima impiegata la corrente continua a 1200 V; successivamente la corrente continua a 600 V. (*El. Bahnen*, marzo 1934). *V. D. Ma.*

41 a **Nel Messico è elettrificata**, dal 1924, la ferrovia Esperanza-Paso del Macho, lunga 103 km. Il sistema di trazione prescelto è stato quello a corrente continua 3000 V. (*El. Bahnen*, marzo 1934). *V. D. Ma.*

41 a **La trazione elettrica nel Venezuela** è estesa soltanto alla linea La Guaira-Caracas, lunga 37 km. La ferrovia è stata elettrificata con corrente continua a 1600 V. (*El. Bahnen*, marzo 1934). *V. D. Ma.*

i soci tengano conferenze e per ottenere permessi per visite a stabilimenti o ad impianti; cita infine le trattative in corso per conferenze e visite che la nuova Presidenza vorrà considerare ed eventualmente concludere.

Mette particolarmente in rilievo l'opera svolta dalla Sezione a vantaggio dell'Istituto di Fisica della R. Università il quale ha avuto, da generosi donatori, i mezzi per arricchirsi di apparecchi e strumenti veramente necessari.

Elezioni.

Il Presidente ricorda che a norma di Regolamento l'assemblea è chiamata ad eleggere il Consiglio Direttivo, tre Consiglieri Delegati, tre Delegati Provinciali e tre Revisori dei Conti ed in merito comunica la proposta pervenutagli che mette senz'altro in votazione.

La lista viene approvata all'unanimità dall'assemblea; in conseguenza le cariche sociali della Sezione risultano come segue:

Presidente: Dott. Ing. Dario Profumo.

Vice Presidente: Dott. Ing. Carlo De Micheli.

Segretario: Dott. Ing. Leonello Bonaria.

Cassiere: Bartolomeo Pagliero.

Consiglieri: Dott. Ing. Ariberto Albertazzi; Prof. Cav. Dr. Arciero Bernini; Dr. Ing. Canio Bochicchio; Dr. Ing. G. B. Lombardo; Amm. Bernardo Micchiardi; Ing. Francesco Pianta; Dr. Ing. Prof. Cav. Riccardo Vallauri; Dr. Ing. Leopoldo Volterrani.

Consiglieri Delegati: Dr. Ing. Cav. Alessandro Comola; Dott. Ing. Arrigo Marchi; Dr. Ing. Angelo Pessano; Dr. Ing. Virgilio Serrato; Dr. Ing. Cristoforo Ginatta; Dr. Ing. Giacomo Pernigotti; Dr. Ing. Felice Questa.

Delegati Provinciali: Dr. Ing. Cav. Alessandro Strano; Dr Ing. Giuseppe Viviani; Dr. Ing. Virgilio Rivano.

Revisori dei Conti: Dr. Ing. Tullio Ortu Carboni; Dr. Ing. Felice Questa; Dr. Ing. Aldo Gatto.

Il Presidente si compiace per la scelta dei nomi ed in particolare modo per la scelta del Presidente ed invita quindi il Dr. Ing. Profumo ad assumere la Presidenza.

L'Ing. Profumo ringrazia il Presidente uscente per l'attività intelligente data a vantaggio della Sezione ed esprime la certezza che — con la cordiale collaborazione del Consiglio e dei soci tutti — riuscirà a continuare l'opera svolta dal suo illustre predecessore.

* *

SEZIONE DI MILANO

Per invito della Presidenza la sera del 15 febbraio l'Ing. **S. Sanmarco,** Direttore dei servizi elettrici della STA Metallurgica Italiana - Milano, ha tenuto una conferenza sul tema: « **Forni elettrici** ».

L'oratore passa in rapida rassegna i tipi di forni elettrici che si sono affermati in pratica; forni ad arco, forni ad induzione a bassa frequenza, forni ad induzione ad alta frequenza, forni a resistenza.

Di ciascuno illustra le origini, le difficoltà costruttive brillantemente superate, il campo di impiego, le caratteristiche funzionali, il costo d'impianto, il prezzo limite dell'energia elettrica economicamente tollerabile, e i dati di consumo praticamente riscontrati.

Dopo aver accennato ai grandi vantaggi di carattere tecnologico che si conseguono con l'installazione di forni elettrici in ogni particolare lavorazione, e le doti di precisione nella regolazione di temperatura che sono peculiari solo dei forni elettrici, richiama l'attenzione dell'uditorio su un esempio caratteristico che si riscontra in Italia.

La Società Metallurgica Italiana, produttrice di munizionamenti bellici e prodotti commerciali di rame e sue leghe (lastre, tubi, ecc.), sin dal 1927 ha iniziato con tenace costanza l'esperimento su larga scala di impianti di forni a resistenza di cui attualmente possiede 43 esemplari di ogni tipo e potenza; di installazione di forni ad induzione a bassa frequenza per fusione di ottone, alpacca, ecc., di forni ad alta frequenza (primo impianto del genere in Italia) per fusione di nikel e di altri metalli di sua produzione, di forni ad arco.

I forni di fusione, in numero di 19, le consentono attualmente di praticare la fusione di tutti i suoi metalli in forni elettrici.

Particolare menzione viene fatta del nuovo tipo di fonderia elettrica AJAX, installato a Livorno, che per le sue caratteristiche può ritenersi all'avanguardia delle moderne costruzioni europee. Tali forni, come l'80 % dei totali installati, sono stati progettati e costruiti dalla Società stessa.

Per concludere l'oratore illustra i dati di esercizio dal 1927, epoca dell'inizio dell'esperimento, al febbraio 1935.

Sono rportati su lucidi diagrammi, la produzione, la spesa per combustibile, per energia elettrica, la spesa totale per tonnellata prodotta, che è andata man mano diminuendo, al crescere della potenza dei forni elettrici e della energia assorbita.

I brillanti risultati conseguiti in un esperimento così completo, fanno auspicare all'oratore una politica d'intesa tra industriali e distributori di energia, al fine di conseguire un grande perfezionamento tecnico e limitare l'importazione di combustibili dall'estero.

Alla fine della conferenza, illustrata da 50 fotografie, l'oratore è stato calorosamente applaudito.

Il Presidente, Ing. Gasparoni, ringrazia vivamente l'Ing. Sanmarco della sua interessante conferenza e ringrazia pure la Società Metallurgica Italiana per aver autorizzato la comunicazione, e con essa si compiace per il vasto, interessante e ben riuscito esperimento di applicazione dei forni elettrici in Italia.

* *

SEZIONE PUGLIESE

La sera del 16 febbraio 1935-XIII, presso la sede della Sezione Pugliese della Associazione Elettrotecnica Italiana, alla presenza di numerosi soci, tecnici e professionisti, il Presidente della Sezion[e] **Carlo Lucifero,** ha tenuto una comunicazione sulle « **Applicazio[ni] domestiche dell'energia elettrica** ».

Dopo un saluto agli intervenuti, ed una premessa su[i] ... di praticità ispiranti la comunicazione, l'oratore ha accennato ... sviluppo assunto negli ultimi anni dalle applicazioni elettrodome[sti]che, ed alla loro sempre crescente diffusione. Ha passato in rassegna gli svariati tipi delle applicazioni stesse, soffermandosi più dettagliatamente su quelle ad elevata utilizzazione, ed in ispecie sugli scaldacqua e sulle cucine, dei quali ha fornito dettagli costruttivi, e notizie sull'impiego tanto presso le abitazioni private quanto presso locali pubblici, istituti, ospedali, ecc. Particolare menzione ha fatto delle cucine ad accumulazione, dello sviluppo costruttivo esse raggiunto e della probabile diffusione in avvenire. Si è qu[indi] soffermato sui consumi che in pratica si realizzano per gli ap[pa]recchi stessi, sui loro rendimenti e sul più razionale impiego di ...

Dopo una rapida sintesi dello sviluppo e della graduale [diffu]sione delle applicazioni domestiche in America ed Eur[opa] ... particolar modo in Italia, corredata da notizie e dati stat[istici], ... tore ha illustrato i caratteri di convenienza econo[mica] ... recchi elettrodomestici ad elevata utilizzazione in confr[onto] ... sistemi, fornendo opportuni dati di raffronto desunti d... dalla pratica. Ha quindi esposto a grandi linee i siste[mi di tari]ficazione in uso in Europa ed in America per le ap[plicazioni elet]trodomestiche, soffermandosi praticolarmente su que... Italia, e sulle provvidenze adottate dalle Aziende d... favorirne la maggiore diffusione. Ha da ultimo lume[ggiato i cara]teri di convenienza che può presentare per le Azi[ende] ... di energia elettrica un più vasto impiego delle appl[icazioni] domestiche, in rapporto alle potenze occorrenti ed ... impianti e sulle reti di distribuzione.

La interessantissima comunicazione dell'Ing. Luc[ifero] ... mente seguita, ha riscosso alla fine l'unanime caloro[so plauso del]l'uditorio.

* *

SEZIONE DI TRENTO

La sera di martedì 26 febbraio c. a. ebbe luo[go] ... l'Istituto Fascista di Coltura, la conferenza del ... **Lori Ferdinando** del Politecnico di Milano sul te[ma] ... **puscoli** ».

La riunione assunse particolare importan[za] ... di un nuovo ciclo di attività della Sezione. Una ... rità politiche, civili e militari, di soci, di studi[osi] ... ha preso parte alla riuscitissima manifestazione.

Il Presidente, Ing. Pippa, ringraziati gli interve[nuti] ... role di viva riconoscenza per l'oratore che con squisita p... colse l'invito della Sezione onorandola così della su[a] ... senza e dotta parola. L'Ing. Pippa disse come Trento, ... chè santificata dal triplice martirio, ricordi agli ele[ttrotecnici] ... studi e scoperte di elettromagnetismo che il Romagn[osi] ... pente magistrato, vi compì nel 1802.

Illustrò infine le origini, gli scopi e l'attività della [As]sociazione, facendo rilevare come essa sia una grande fa[miglia che] accoglie uomini di alto sapere e modesti elettrotecnici, gli ... altri eguali nel collaborare con amore ed intelletto al ... dell'elettrotecnica.

Con la forbita parola che gli è propria il Prof. Lori in[iziò] ... ascoltatissimo lo svolgimento del tema prendendo le m[osse dalla] situazione della fisica atomica quale risultava alla fine ... Fino a quest'epoca infatti la fisica si era in prevalenz[a] ... dell'elettrone negativo, mentre nel 1930 col sorgere d... meccaniche si inizia la fisica della materia, cioè quella ...

È nel 1931 che a seguito delle ricerche dapprima ... Both e Franz, i coniugi Joliot pervengono a frammenti ... troni, dopo bombardamento di nuclei operato ... ra... polonio. Si aveva così una prodigiosa confer[ma] ... con acutissimo intuito aveva preconizzato nella ... dell'elettrone qualche anno prima. La materia neutra ... dall'elettricità cui sembrava indissolubilmente unita era ... un realtà.

Le successive ricerche delll'Anderson e del Blanckett ed ... lini portano nell'anno successivo ad un'ulteriore grandissima ...

cerche appare l'importanza di una circostanza costante; oltre una certa incidenza alare i filetti dorsali (che scorrono sopra l'ala) si distaccano dalla stessa e danno origine ad una scia vorticosa cui si d... aumento notevole di resistenza e diminuzione brusca di port...

...uest'ultimo fenomeno è importantissimo, in senso dannoso, ai ...della stabilità e manovrabilità trasversale della macchina aerea. ...sso dipende la pericolosa tendenza di tutti, o quasi, gli aero... ...di cadere lateralmente, e quindi in vite, quando sono troppo ...ed appena è raggiunta l'incidenza critica.

...elementare esigenza di sicurezza impone quindi la ricerca ...zzi atti ad impedire od ostacolare il distacco dorsale alle inci... ...ipercritiche. È questo il problema di aerodinamica pratica, ...he inter...col problema costruttivo dell'aeroplano convenzio...ale, che si impone alla ricerca moderna.

Mezzi ... per risolverlo ne sono stati proposti parecchi, alcuni ...anche applicati. Il più diffuso attualmente è quello ...ale ausiliaria di bordo d'attacco; costituita da un'aletta mo... ...nde circa un settimo dell'ala madre) che normalmente s'a... sul bordo anteriore dell'ala dal quale si allontana automaticamente creando una fessura quando una certa incidenza è raggiunta. ...n una più recente realizzazione americana questa aletta è fissata, ...una posizione più discosta dall'ala; è ciò per ovviare agli in...venienti della mobilità e dell'automatismo.

Questi metodi hanno l'inconveniente del peso, della complica...e costruttiva, e nel caso dell'aletta mobile, della non sicurezza ...unzionamento.

...A. ha proposto recentemente la soluzione di gran lunga più ...ice. Per ridurre il decollo dorsale in limiti non pericolosi ba...uttare una proprietà dei regimi fluidi turbolenti, che presen...punto la caratteristica, di fronte a quelli laminari, di resi... a lungo a contatto con la superficie che lambiscono.

...zazione pratica del criterio è quanto mai semplice: ...a allelamente al bordo d'attacco dell'ala un osta...na meglio lamina) di sezione ridottissima (1/100, ...alare) che tubolenzi il flusso dorsale.

...eguite (v. «La Science Aérienne», gennaio ...o hanno provato l'assoluta efficacia di questa ...ertamente la più semplice e sicura tra tutte.

...a conferenza sono state proiettate alcune foto... ...l'andamento del flusso attorno all'ala e la for... ...d'avviamento, e sono state eseguite alcune espe...lo al tunnel, intese ad indicare gli elementi della ...land... e il sorgere dell'autorotazione alle incidenze ...

...tulazioni ed applausi sono stati tributati al Prof. ...e della brillante conferenza.

* *

SEZIONE DI GENOVA

...ale ordinaria dei soci del 27 gennaio 1935.

...of. Occhialini, ricorda con commossa parola i ...io Becherelli, Cav. Pasquale Piccardo, Paolo ...ng. Guido Questa e Cav. Vincenzo Spigai, met...e...te in rilievo le loro qualità.

...movimento soci il numero dei quali è sceso al 1° ...na compresi i 36 collettivi ed invita i soci tutti ...ontinua dimi... ...enuarsi. ...Soci sosteni... ...ettendo in ri... ...condizioni di ...tevole vantag...

...si chiude con ..., e come que... ...ensì al risul... ...e la cosa non ...tterà alla Se...

...e in allegato,

...CI

ENTRATE

...	L. 18.300,—
...	» 5.135,—
...	» 550,—
...	» 100,—
...	L. 9.000,—
...	L. 2.250,—
...	» 200,—
...	» 1.050,—
	L. 36.585,—

Riporto L. 35.250,—		L. 36.585,—
L. 100,—	Interessi attivi al 31-12-34	L. 48,—
» 50,—	Proventi vari e vendite pubblic.	» 314,—
	Ricupero quote soci 1933	» 215,—
» 4.093,85	Fondo cassa al 1 gennaio 1934	» 4.093,85
» 5.291,15	Debito verso la Sede Centrale a saldo contabilità 1934	» 6.912,75
	Incassi gite a carico soci	» 750,—
	Incassi quote soci 1935	» 1720,—
	Partite di giro:	
	Verso Sede Centrale: prenotazioni pubblicaz.	» 401,—
	Verso Soci: prenotazioni pubblicazioni	» 130,—
» 1.500,—	Verso avv. Poggi: garanzia fitto	» 1,500.—
	Verso terzi: riviste 1932 da pagare	» 600,—
L. 46.285,—	TOTALE	L. 53.269,60

CONTEGGIO DEL SALDO PASSIVO:

Debito verso Sede Centrale	L. 6.912,75	
» per riviste 1932	» 600,—	
Versamenti soci per quote 1935 anticipate	» 1.720,—	L. 8.232,75
Esistenza cassa al 31-12-1933	L. 5.385,80	
Deposito fitto	» 1.500,—	
		» 6.885,80
Sbilancio		L. 2.346,95

USCITE

Preventivo 1934	*Contributi alla S. C. per Soci effettivi:*	
N. 320 L. 16.000,—	Individuali N. 323 a L. 50,—	L. 16.150,—
» 5 » 475,—	Esteri » 5 a » 95,—	» 475,—
» 32 » 4.000,—	Collettivi » 35 a » 150,—	» 5.250,—
» 20 » 500,—	Morosi » 16 a » 25,—	» 400,—
	Fatture da pagare alla S. C. per pubblicaz. e varie	» 476,75
	Locali:	
L. 6.000,—	Affitto	L. 5.000,—
» 900,—	Illuminazione, riscaldamento e manutenzione sede	» 654,60
» 330,—	Abbonamento riviste	» 30,—
	Amministrazione:	
L. 6.130,—	Stipendi, assicurazioni sociali	L. 5.826,20
» 1.100,—	Telefono	» 1.094,10
» 250,—	Corrispondenza	» 286,45
» 200,—	Cancelleria e stampati	» 285,80
» 200,—	Tram e diversi	» 193,—
» 1.400,—	Gite e conferenze a carico Sezione	» 1.055,90
» 7.400,—	Pagate a Sede Centrale per saldo contabilità 1934	» 7.425,—
	Spese gite a carico Soci	» 650,—
	Partite di giro:	
	Verso sede centrale: prenotazione, pubblicaz.	L. 401,—
	Verso Soci: prenotazione, pubblicazioni	» 130,—
	Verso avv. Poggi: garanzia affitto	» 1.500,—
	Verso terzi: riviste 1932 da pagare	» 600,—
» 600,—		
L. 46.285,—	TOTALE	L. 47.883,80
	Cassa a fine dicembre 1934	» 5.385,80
	TOTALE	L. 53.269,60

BILANCIO PREVENTIVO 1935

ENTRATE

Contributo soci individuali:	
Residenti N. 190 a L. 75,—	L. 14.250,—
Non residenti » 60 a » 65,—	» 3.900,—
Esteri » 3 a » 110,—	» 330,—
Vitalizi » 4 a » 25,—	» 100,—
Contributi Soci collettivi:	
Categoria 1ª N. 16 a L. 500,—	L. 8.000,—
» 2ª » 10 a » 250,—	» 2.500,—
» 3ª » 1 a » 200,—	» 200,—
» 4ª » 6 a » 150,—	» 900,—
Totale Soci 1935 .... N. 290	
Interessi al 31-12-1935	L. 40,—
Vari e vendita pubblicazioni	» 150,—
Deposito a garanzia fitto Sede	» 1.500,—
Fondo cassa al 1 gennaio 1935	» 5.385,80
Saldo passivo (comprendente sbilanci dei precedenti esercizi)	» 3.739,20
Totale	L. 40.995,—

USCITE

a) Ordinarie:	
contributi alla Sede Centrale per soci:	
individuali N. 250 a L. 50,—	L. 12.500,—
esteri » 3 a » 95,—	» 285,—
collettivi » 33 a » 150,—	» 4.950,—
morosi » 20 a » 25,—	» 500,—
Locali: affitto	» 4.000,—
illuminazione, riscaldamento, manutenzione, sede	» 700,—
abbonamenti riviste	» 130,—
Amministrazione: stipendi, assicurazioni sociali	» 5.700,—
telefono	» 1.097,25
corrispondenza	» 300,—
cancelleria, stampati	» 200,—
tram e diverse	» 200,—
Gite e conferenze	» 200,—
Riviste 1932 da pagare	» 1.200,—
Sede Centrale: saldo contributi 1934	» 600,—
Quote soci 1935 incassate nel 1934 e già comprese nel fondo cassa al 1 gennaio 1935	» 6.912,75
	» 1.720,—
TOTALE	L. 40.995,—

Il Presidente ricorda l'attività della Sezione e si dice soddisfatto nonostante le difficoltà che devono essere superate per ottenere che

i soci tengano conferenze e per ottenere permessi per visite a stabilimenti o ad impianti; cita infine le trattative in corso per conferenze e visite che la nuova Presidenza vorrà considerare ed eventualmente concludere.

Mette particolarmente in rilievo l'opera svolta dalla Sezione a vantaggio dell'Istituto di Fisica della R. Università il quale ha avuto, da generosi donatori, i mezzi per arricchirsi di apparecchi e strumenti veramente necessari.

Elezioni.

Il Presidente ricorda che a norma di Regolamento l'assemblea è chiamata ad eleggere il Consiglio Direttivo, tre Consiglieri Delegati, tre Delegati Provinciali e tre Revisori dei Conti ed in merito comunica la proposta pervenutagli che mette senz'altro in votazione.

La lista viene approvata all'unanimità dall'assemblea; in conseguenza le cariche sociali della Sezione risultano come segue:

Presidente: Dott. Ing. Dario Profumo.

Vice Presidente: Dott. Ing. Carlo De Micheli.

Segretario: Dott. Ing. Leonello Bonaria.

Cassiere: Bartolomeo Pagliero.

Consiglieri: Dott. Ing. Ariberto Albertazzi; Prof. Cav. Dr. Arciero Bernini; Dr. Ing. Canio Bochicchio; Dr. Ing. G. B. Lombardo; Amm. Bernardo Micchiardi; Ing. Francesco Pianta; Dr. Ing. Prof. Cav. Riccardo Vallauri; Dr. Ing. Leopoldo Volterrani.

Consiglieri Delegati: Dr. Ing. Cav. Alessandro Comola; Dott. Ing. Arrigo Marchi; Dr. Ing. Angelo Pessano; Dr. Ing. Virgilio Serrato; Dr. Ing. Cristoforo Ginatta; Dr. Ing. Giacomo Pernigotti; Dr. Ing. Felice Questa.

Delegati Provinciali: Dr. Ing. Cav. Alessandro Strano; Dr Ing. Giuseppe Viviani; Dr. Ing. Virgilio Rivano.

Revisori dei Conti: Dr. Ing. Tullio Ortu Carboni; Dr. Ing. Felice Questa; Dr. Ing. Aldo Gatto.

Il Presidente si compiace per la scelta dei nomi ed in particolare modo per la scelta del Presidente ed invita quindi il Dr. Ing. Profumo ad assumere la Presidenza.

L'Ing. Profumo ringrazia il Presidente uscente per l'attività intelligente data a vantaggio della Sezione ed esprime la certezza che — con la cordiale collaborazione del Consiglio e dei soci tutti — riuscirà a continuare l'opera svolta dal suo illustre predecessore.

* *

SEZIONE DI MILANO

Per invito della Presidenza la sera del 15 febbraio l'Ing. **S. Sanmarco,** Direttore dei servizi elettrici della STA Metallurgica Italiana - Milano, ha tenuto una conferenza sul tema: « **Forni elettrici** ».

L'oratore passa in rapida rassegna i tipi di forni elettrici che si sono affermati in pratica; forni ad arco, forni ad induzione a bassa frequenza, forni ad induzione ad alta frequenza, forni a resistenza.

Di ciascuno illustra le origini, le difficoltà costruttive brillantemente superate, il campo di impiego, le caratteristiche funzionali, il costo d'impianto, il prezzo limite dell'energia elettrica economicamente tollerabile, e i dati di consumo praticamente riscontrati.

Dopo aver accennato ai grandi vantaggi di carattere tecnologico che si conseguono con l'installazione di forni elettrici in ogni particolare lavorazione, e le doti di precisione nella regolazione di temperatura che sono peculiari solo dei forni elettrici, richiama l'attenzione dell'uditorio su un esempio caratteristico che si riscontra in Italia.

La Società Metallurgica Italiana, produttrice di munizionamenti bellici e prodotti commerciali di rame e sue leghe (lastre, tubi, ecc.), sin dal 1927 ha iniziato con tenace costanza l'esperimento su larga scala di impianti di forni a resistenza di cui attualmente possiede 43 esemplari di ogni tipo e potenza; di installazione di forni ad induzione a bassa frequenza per fusione di ottone, alpacca, ecc., di forni ad alta frequenza (primo impianto del genere in Italia) per fusione di nikel e di altri metalli di sua produzione, di forni ad arco.

I forni di fusione, in numero di 19, le consentono attualmente di praticare la fusione di tutti i suoi metalli in forni elettrici.

Particolare menzione viene fatta del nuovo tipo di fonderia elettrica AJAX, installato a Livorno, che per le sue caratteristiche può ritenersi all'avanguardia delle moderne costruzioni europee. Tali forni, come l'80 % dei totali installati, sono stati progettati e costruiti dalla Società stessa.

Per concludere l'oratore illustra i dati di esercizio dal 1927, epoca dell'inizio dell'esperimento, al febbraio 1935.

Sono rportati su lucidi diagrammi, la produzione, la spesa per combustibile, per energia elettrica, la spesa totale per tonnellata prodotta, che è andata man mano diminuendo, al crescere della potenza dei forni elettrici e della energia assorbita.

I brillanti risultati conseguiti in un esperimento così completo, fanno auspicare all'oratore una politica d'intesa tra industriali e distributori di energia, al fine di conseguire un grande perfezionamento tecnico e limitare l'importazione di combustibili dall'estero.

Alla fine della conferenza, illustrata da 50 fotografie, l'oratore è stato calorosamente applaudito.

Il Presidente, Ing. Gasparoni, ringrazia vivamente l'Ing. Sanmarco della sua interessante conferenza e ringrazia pure la Società Metallurgica Italiana per aver autorizzato la comunicazione, e con essa si compiace per il vasto, interessante e ben riuscito esperimento di applicazione dei forni elettrici in Italia.

* *

SEZIONE PUGLIESE

La sera del 16 febbraio 1935-XIII, presso la sede della Sezione Pugliese della Associazione Elettrotecnica Italiana, alla presenza di numerosi soci, tecnici e professionisti, il Presidente della Sezion[e] **Carlo Lucifero,** ha tenuto una comunicazione sulle « **Applicazio[ni] domestiche dell'energia elettrica** ».

Dopo un saluto agli intervenuti, ed una premessa sui [...] di praticità ispiranti la comunicazione, l'oratore ha accennato [...] sviluppo assunto negli ultimi anni dalle applicazioni elettrodome[sti]che, ed alla loro sempre crescente diffusione. Ha passato in rassegna gli svariati tipi delle applicazioni stesse, soffermandosi più dettagliatamente su quelle ad elevata utilizzazione, ed in ispecie sugli scaldacqua e sulle cucine, dei quali ha fornito dettagli costruttivi, e notizie sull'impiego tanto presso le abitazioni private quanto presso locali pubblici, istituti, ospedali, ecc. Particolare menzio[ne] ha fatto delle cucine ad accumulazione, dello sviluppo costruttivo esse raggiunto e della probabile diffusione in avvenire. Si è qu[indi] soffermato sui consumi che in pratica si realizzano per gli ap[pa]recchi stessi, sui loro rendimenti e sul più razionale impiego di [...]

Dopo una rapida sintesi dello svilupppo e della graduale [diffu]sione delle applicazioni domestiche in America ed Eur[opa ed in] particolar modo in Italia, corredata da notizie e dati stat[istici, l'ora]tore ha illustrato i caratteri di convenienza econo[mica degli appa]recchi elettrodomestici ad elevata utilizzazione in confr[onto di altri] sistemi, fornendo opportuni dati di raffronto desunti d[...] dallá pratica. Ha quindi esposto a grandi linee i siste[mi di tari]ficazione in uso in Europa ed in America per le ap[plicazioni elet]trodomestiche, soffermandosi praticolarmente su que[...] Italia, e sulle provvidenze adottate dalle Aziende d[...] favorirne la maggiore diffusione. Ha da ultimo lume[ggiato i carat]teri di convenienza che può presentare per le Azi[ende distributrici] di energia elettrica un più vasto impiego delle appl[icazioni] domestiche, in rapporto alle potenze occorrenti ed [...] impianti e sulle reti di distribuzione.

La interessantissima comunicazione dell'Ing. Luc[ifero, vivamente] seguita, ha riscosso alla fine l'unanime caloro[so applauso del]l'uditorio.

* *

SEZIONE DI TRENTO

La sera di martedì 26 febbraio c. a. ebbe luo[go, presso] l'Istituto Fascista di Coltura, la conferenza del [Prof.] **Lori Ferdinando** del Politecnico di Milano sul te[ma « ...] **puscoli** ».

La riunione assunse particolare importan[za ...] di un nuovo ciclo di attività della Sezione. Una [...]rità politiche, civili e militari, di soci, di studi[osi ...] ha preso parte alla riuscitissima manifestazione.

Il Presidente, Ing. Pippa, ringraziati gli interve[nuti, ebbe pa]role di viva riconoscenza per l'oratore che con squisita [...] colse l'invito della Sezione onorandola così della su[a ...]senza e dotta parola. L'Ing. Pippa disse come Trento, [...]chè santificata dal triplice martirio, ricordi agli ele[...] studi e scoperte di elettromagnetismo che il Romagn[osi ...]pente magistrato, vi compì nel 1802.

Illustrò infine le origini, gli scopi e l'attività della [As]sociazione, facendo rilevare come essa sia una grande fa[miglia che] accoglie uomini di alto sapere e modesti elettrotecnici, gli [uni e gli] altri eguali nel collaborare con amore ed intelletto al [progresso] dell'elettrotecnica.

Con la forbita parola che gli è propria il Prof. Lori in[iziò l']ascoltatissimo lo svolgimento del tema prendendo le m[osse dalla] situazione della fisica atomica quale risultava alla fine [...] Fino a quest'epoca infatti la fisica si era in prevalenz[a ...] dell'elettrone negativo, mentre nel 1930 col sorgere d[...] meccaniche si inizia la fisica della materia, cioè quella [...]

È nel 1931 che a seguito delle ricerche dapprima d[...] Both e Franz, i coniugi Joliot pervengono a frammenti[...]troni, dopo bombardamento di nuclei operato [...] ra[...] polonio. Si aveva così una prodigiosa confer[ma ...] con acutissimo intuito aveva preconizzato nella [...] dell'elettrone qualche anno prima. La materia neutra, [...] dall'elettricità cui sembrava indissolubilmente unita [...] un realtà.

Le successive ricerche delll'Anderson e del Blancket[t ...]lini portano nell'anno successivo ad un'ulteriore gran[...]

IL LIBRO D'ORO DELL'A. E. I.

Elenco dei Soci Sostenitori dal 10 marzo al 10 aprile 1935
(Vedansi elenchi precedenti nei N. 1 e 5)

Sezione di GENOVA

BALSAMO Ing. Comm. Natale
BASSI Ing. Attilio
PERNIGOTTI Ing. Giacomo
BONARIA Ing. Leonello
**Compagnia Imprese Elettriche Liguri
**Soc. Distribuzione Elettrica Riviera di Ponente
**Officine Elettriche Genovesi
Soc. Elettr. Ligure Piemontese
ZANGIACOMI Ing. Giuseppe
DE BIASI Ing. Vittorino

Sezione di NAPOLI

GRECO Ing. Comm. Luigi
**Soc. Meridionale di Elettricità
**Soc. Metallurgica Ing. C. Corradini
**Soc. Strade Ferrate Secondarie Meridionali

Sezione di MILANO

RIGATTI Ing. Gian Antonio

Sezione di TORINO

BRUNETTI Ing. Mario

** *Socio collettivo*

...a quella del « positrone » in tutto eguale, salvo che pel segno ...carica, all'elettrone di ormai vecchia conoscenza.
Con la comparsa in scena di questi nuovi corpuscoli il quadro ...materia si sposta; l'elenco dei suoi componenti elementari si ...dai protoni ed elettroni, si passa ai neutroni ed all'energia.
...la meccanica ondulatoria, sorta da un'idea lanciata dal ...otta analiticamente dallo Schrödinger, viene ad as... ...rpuscolo un fenomeno ondulatorio, cioè un treno ...portuna frequenza; teoria che i successivi esperimenti ...rendendo evidente la doppia natura corpuscolare ondula... ...lettroni e degli atomi. Questa meccanica però a differenza ...schemi esprime solo la probabilità che il corpuscolo ...eterminato punto caratterizzato da un certo stato ener... ...nando così ogni concetto di traiettoria.
...ri riferendo dell'applicazione della meccanica stati... ...ione elettrica dei metalli ha messo in evidenza come ...ttrica sia dovuta ad imperfezioni del reticolo cri... ...isuniformità nella temperatura, per cui riuscendo ...etalli di perfetta distribuzione e conformazione cri... ...rosa uniformità nella temperatura la resistenza di essi ...allarsi.
...rillante è stata coronata da un caloroso applauso e da ...azioni all'illustre Maestro.

NECROLOGIO

...aio 1935 si è spento il consocio

...UGENIO CALDIROLA

...Ravellino presso Brivio in provincia di Como, il 27 ...opo aver seguito il ginnasio entrò come semplice ope... ...stabilimento dell'Ing. Cabella, poi al Tecnomasio Italiano, ...o reparto alla Gadda Brioschi e Finzi.
...iniziò coraggiosamente la sua azienda per la costru... ...ri elettrici, e seppe in questo campo procurarsi una ...orietà.
...che lo ebbe tra i soci più fedeli e quanti conobbero ...ldirola serberanno sempre viva la sua memoria. Resta ...pio a mostrare come la volontà, l'intelligenza equilibrata, ...cera possano portare a risultati degni di ammirazione.

◆

...no 24 febbraio 1935 si spegneva improvvisamente il con...

Ing. NATALE RATTI

...tecnico della *Soc. An. Costruzioni Meccaniche Riva.*

...ben noto fra i tecnici degli impianti idraulici e fra gli ...per la sua profonda competenza nel campo delle tur... ...ne, nel quale era stato in Italia fra i precursori. Spi... ...e di costruttore era riuscito per sola virtù ...del proprio lavoro a portarsi da umili prin... ...eminenti.
...celli in provincia di Como nel 1872, diplomatosi nel... ...triale di Biella, entrò fin dal 1892 nell'allora Ditta ...Riva Monneret e Co., facendosi subito notare per le sue preziose qualità; presso la stessa Ditta, divenuta poi l'attuale Società An. Costruzioni Meccaniche Riva, percorse tutta la sua carriera fino a divenirne, nel 1909, Direttore Tecnico e Procuratore. A lui risale fra l'altro il merito del progetto delle turbine fornite nel 1900 per l'impianto del Niagara e che costituirono uno dei primi più significativi successi della tecnica costruttiva italiana nel campo internazionale.

Profondamente buono, velava l'alto valore del suo ingegno e i meriti personali sotto una grande modestia. Era universalmente benvoluto e apprezzato.

Nel 1929 gli era stata conferita la laurea di ingegnere *honoris causa.* Era membro del C. N. R. e del C. E. I. e consulente di parecchie Ditte. Partecipò spesso a congressi internazionali portandovi autorevolmente la voce della tecnica italiana.

La sua figura sarà ricordata con rimpianto e con rispetto da quanti lo conobbero.

ERRATA CORRIGE

Nell'articolo « Effetto corona in tensione continua » pubblicato nel fascicolo del 10 marzo 1935, sono da apportare le seguenti correzioni:

A pag. 163, colonna 2ª, le righe 13, 14 e 15, vanno lette come segue:

« La letteratura tecnica sul fenomeno corona è di conseguenza assai vasta per il caso della tensione alternata, mentre è limitata per il caso della continua ».

Alla pagina 171, colonna 1ª, alla riga 4, il coefficiente numerico in fondo alla formula (12), anzichè $\frac{10^{-6}}{9}$ va letto $\frac{1}{9}$.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).

4 Aprile - ore 21. — *Assemblea Generale Ordinaria dei Soci.* - Seguirà una comunicazione del Dott. Ing. Cav. Alfredo D'ARBELA: « Riscaldamento elettrico delle vetture ferroviarie ».

SEZIONE DI GENOVA (Via Assarotti, 4/2).

4 Aprile - ore 21,15 (presso l'Istituto di Fisica della R. Università). — OCCHIALINI Dott. Prof. Augusto: « Esperienze sulle oscillazioni elettriche (Conferenza sperimentale).

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

30 Marzo - ore 14,30. — Visita alla sottostazione di Via Savona della Società Edison e al Reparto costruzioni e prove dei raddrizzatori a vapore di mercurio della C. G. E.

13 Aprile. — Visita della Stazione Laboratorio dell'E.I.A.R. a Sesto Calende e della Sottostazione 50 kV della Società Dinamo a Borgomanero.

SEZIONE PUGLIESE (Via Suppa, 5 - Bari).

1 Aprile - ore 21. — *Assemblea Generale Ordinaria dei Soci.* - Seguirà una conferenza dell'Ing. Stefano BRUN sul tema: « Moderna illuminazione dei monumenti e teatri ».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

26 Marzo - ore 21,15. — TODESCO Dott. Prof. Giorgio: « Fenomeni di propagazione e di jonizzazione dell'atmosfera ».

SEZIONE DI TORINO (Piazzetta Madonna degli Angeli, 2)

3 Aprile - ore 21,15. — *Assemblea Generale Ordinaria dei Soci.* - Seguirà una comunicazione del Prof. Ing. Gr. Uff. Elvio SOLERI sul tema: « I nuovi cavi per la telefonia a grande distanza ».

SEZIONE DI TRENTO (Via Belenzani, 27).

3 Aprile - ore 21: RANZI Dott. Prof. Ivo: « Nei domini dell'alta stratosfera ».

SEZIONE DI TRIESTE (Via C. Battisti, 22).

3 Aprile - ore 20. — PICOTTI Prof. Mario: « Acqua pesante ».

SEZIONE VENETA (Padova - Via S. Francesco, 27).

2 Aprile - ore 17 (presso il R. Istituto Superiore d'Ingegneria). — GIORGI Ing. Prof. Comm. Giovanni: « Le grandezze elettriche e i loro campioni ».

ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

Ind. Graf. It. STUCCHI - Milano.

Vol. XXII (XXXIX degli Atti). 25 Aprile 1935 - Anno XIII N. 8

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

AMMINISTRAZIONE: Ufficio Centrale dell'A.E.I.: Via S. Paolo, 10 - Milano (2/2) - Telefoni N. 13-713 - 82-086 - C/C Postale 3/1189 - Milano.

SOMMARIO

Problemi nuovi.

Il collega Cecconi affaccia oggi sul giornale una tesi ardita che non mancherà di sorprendere un buon numero dei nostri lettori: quella cioè di aumentare notevolmente la frequenza usata per la produzione e la trasmissione dell'energia elettrica. Chi ricordi quanto sia stata nel passato dibattuta la questione delle frequenze e come sia stato impossibile arrivare ad una unificazione di esse pur nei ristretti limiti delle così dette frequenze industriali, non potrà a meno di provare fin da principio una impressione di scetticismo sulla applicabilità della proposta.

E, senza dubbio, non è da attendersi che essa possa avere immediata o sollecita applicazione, nè in questo senso la proposta è avanzata dall'Autore. Tuttavia mentre da una parte l'uso di frequenze elevate si va abbastanza diffondendo per particolari applicazioni, la vasta e profonda evoluzione nella tecnica delle trasmissioni di energia che si va preparando ed elaborando in seguito alla comparsa del raddrizzatore a griglia controllata, rimette in onore tutta una serie di problemi che potevano ritenersi definitivamente chiusi e costringe ad una revisione, che andrà probabilmente facendosi sempre più vasta, di questo campo della tecnica; possono così sorgere opportunità inaspettate e rendersi possibili prospettive che allo stato attuale delle cose sembrerebbero assai remote.

In questa condizione di cose può essere interessante prendere in esame, nelle sue linee generali, anche il problema della elevazione delle frequenze, così da prepararne gli elementi di valutazione e di giudizio per quando la eventualità di una sua realizzazione almeno parziale, potesse affacciarsi; tanto più che tale soluzione presenterebbe senza dubbio, sotto alcuni punti di vista e specialmente per certe applicazioni, aspetti vantaggiosi.

La questione è d'altra parte ancora alquanto indeterminata. Se infatti il ritorno offensivo della corrente continua dovesse portare al trionfo progressivo di essa nelle grandi trasmissioni, cesserebbero di avere importanza le considerazioni riguardanti l'applicazione delle elevate frequenze alle linee di trasporto; mentre altre ne sorgerebbero nei riguardi del comportamento degli invertitori o convertitori destinati al collegamento fra linee a corrente continua e rete di utilizzazione a frequenza elevata o, eventualmente, fra generatori a frequenza elevata e linee a corrente continua.

Si tratta comunque di un complesso di problemi e di considerazioni che coinvolgono vastissimi interessi tecnici e scientifici e non è quindi male che sul nostro giornale se ne apra la discussione. Di essa l'articolo dell'ing. Cecconi vuole essere una impostazione generale e come tale lo segnaliamo ai nostri lettori.

Segnalazioni luminose.

L'intensificarsi del traffico stradale, e specialmente l'aumento dei veicoli a motore, ha reso così gravi i problemi di regolazione e segnalazione che tutta una tecnica nuova si è sviluppata al riguardo.

I problemi assumono un particolare aspetto per quanto riguarda il traffico notturno. È specialmente importante per un veicolo che proceda a forte velocità poter essere fatto avvisato, alla maggior lontananza possibile, degli ostacoli verso i quali esso si trova diretto, siano essi fissi o costituiti da altri veicoli di minore velocità. Una soluzione elegante, spesso adottabile, è costituita da dispositivi che permettono di utilizzare per la segnalazione la luce stessa dei fari del veicolo in arrivo rinviandola nella sua direzione.

Questi dispositivi, dei quali il nostro giornale si è già occupato (vedi *L'Elettrotecnica* del 25 novembre 1932, pag. 815) devono rispondere ad esigenze abbastanza complesse e ristrettive dalle quali dipende la loro efficienza pratica.

Le caratteristiche di tali apparecchi sono oggi illustrate dall'Ing. G. Peri, il quale, in base a rilievi sperimentali, dimostra come si possa praticamente procedere nel confronto di diversi tipi e mettere in evidenza le eventuali deficienze di alcuno di essi.

Premi "Jona" e "Righi".

Ricordiamo che entro quest'anno dovranno essere assegnati il premio Jona, istituito per legato dal compianto Presidente Generale, ed il premio Righi, deliberato dalla Presidenza Generale in onore del Grande Fisico scomparso.

Se per il primo, la procedura è in certo senso automatica, per il secondo è necessario che gli aspiranti si facciano avanti tempestivamente, comunicando alla Presidenza Generale la loro intenzione di concorrere. Ricordiamo che il premio è riservato al miglior lavoro sperimentale di elettrologia pubblicato in Italia negli ultimi due anni.

Il regolamento di questi, come di tutti i Premi curati dalla nostra Associazione, è riportato per esteso nell'*Annuario dell'A.E.I. 1935* di cui in questi giorni è stata distribuita gratuitamente a tutti i Soci la prima parte.

LA REDAZIONE.

ELEVARE LE FREQUENZE?

A. CECCONI

Partendo da numerose, seppur limitate, applicazioni di frequenze alte, l'A. esamina i possibili vantaggi d'un'estesa adozione di frequenze maggiori (tre o quattro volte) delle normali, in riguardo al macchinario, ai trasformatori e alle linee di trasporto, esaminando anche casi — già considerati da altri autori con conclusioni discordi — di linee sintonizzate e di frequenze fino a dieci volte le normali.

Può a prima vista apparire di un certo semplicismo riandare alla considerazione d'una caratteristica fondamentale alla quale enormi immobilizzi finanziari legano ormai in tutto il mondo gli impianti elettrici di produzione ed utilizzazione, ma la cessata rigidità di questo legame (con l'avvento del raddrizzatore a mercurio a comando di griglia che consente la comoda conversione di frequenza e la connessione di impianti a frequenza diversa) ed i vantaggi economici inerenti ad un possibile aumento autorizzano a non ritenere più le frequenze cristallizzate intorno a valori dal 40 al 60 ed a prospettarsi la possibilità dell'uso generale di frequenze almeno doppie o triple, con una necessariamente graduale, ma generale estensione di quelle elevate già oggi vantaggiosamente in uso in alcune applicazioni industriali.

Il primo trasporto trifase Lauffen-Francoforte s. M. nacque nel 1891 a 40 Hz e fu seguito da numerosi altri a 41,66 (2500 periodi al 1'); nel 1893 sorgevano le centrali del Niagara ed il relativo trasporto a 25 Hz (per evitare la caduta reattiva d'una frequenza maggiore) e per la trazione trifase nel 1898 si impiantava la linea della Valtellina a 16,66 Hz. Successivamente, attraverso numerosi esperimenti anche a frequenza bassa (20 o 30 Hz) necessaria per azionare direttamente macchine lente (pompe), ma insufficiente per l'illuminazione (che non permette di scendere sotto i 40 Hz mentre consente un'utilizzazione delle lampade tanto migliore quanto maggiore è *f*), gli impianti si stabilizzarono in Europa prevalentemente a 50 ed in America a 60 Hz, sopratutto perchè questi valori erano praticamente i più legati alla velocità delle motrici termiche ed idrauliche, poi perchè frequenze superiori non venivano considerate con soverchia simpatia a causa delle maggiori cadute reattive nelle linee.

Il notevole incremento nelle tensioni di trasporto, accentuando gli effetti della capacità, ha prodotto una parziale compensazione degli effetti induttivi diminuendo quindi l'influenza della reattanza complessiva della linea, cioè aprendo la via all'uso di frequenze più alte, che viene già considerato con maggiore simpatia non tanto per la dimestichezza che il grande progresso delle trasmissioni elettriche (correnti deboli) ci ha procurato coi fenomeni ad alta frequenza, quanto per la sensibile economia che ne deriva alla costruzione del macchinario (permessa dalla disponibilità di motrici a velocità più elevata) e per la sicurezza che più alte frequenze non sono causa di turbare, così facilmente come prima si riteneva, la stabilità degli impianti.

Per numerose applicazioni e potenze limitate sono oggi già in uso frequenze doppie o triple delle normali: nelle industrie tessili (specie seta artificiale) e della lavorazione del legno, data la tendenza di accoppiare alle alte velocità il motore direttamente con la macchina utensile, si sono costruiti motori a gabbia di scoiattolo, generalmente a due poli, per le macchine che richiedono velocità comprese tra 4500 e 9000 giri al minuto, cioè frequenze da 75 a 150 Hz; nell'industria del « rayon » si sono addirittura adottati diversi turboalternatori a frequenza superiore ai 100 Hz ed ha trovato applicazione un motorino verticale ad alta frequenza e velocità variabile fra 7000 e 10.000 giri/minuto.

La lavorazione dei metalli richiede velocità di motori di 10.000, 20.000 con tendenza ai 30.000 giri al minuto, cioè frequenze dell'ordine da 150 a 500 Hz (la frequenza 150 è anche entrata nell'uso della saldatura elettrica).

Negli zuccherifici è favorevolmente usato il sistema di comando delle disintegratrici per mezzo di frequenza variabile con controllo centrale, nello stesso stabilimento, delle varie frequenze, e la velocità è regolata in modo che possa variare progressivamente durante il corso della lavorazione. Negli zuccherifici ha anche trovato applicazione il convertitore di frequenza a induzione (1) per alimentare con una rete secondaria a frequenza più che doppia della principale (58 invece di 25 Hz) alcuni motori azionanti direttamente le centrifughe. L'aumentata frequenza ovvia al rendimento ed al fattore di potenza molto bassi che i motori avrebbero in conseguenza degli avviamenti frequenti e gravosi cui sono soggetti e della discontinuità del carico.

Indipendentemente da queste limitate applicazioni è opportuno passare in ressegna i vari riflessi di un aumento delle frequenze.

Generatori.

È noto che, a parità di altre caratteristiche (velocità, tensione, ecc.) riesce più economica una macchina a maggior numero di poli per la diminuita sezione del ferro attivo dell'armatura e del nucleo polare, e che altro notevole vantaggio economico deriva dall'aumento della velocità, fattori entrambi favorevoli all'incremento delle frequenze e realizzabili colle maggiori velocità cui è possibile e conveniente far marciare le turbine a vapore (anche per queste diminuisce il peso ed inoltre migliora il rendimento) e le turbine idrauliche per basse cadute (con giranti ad elica, tipo Kaplan o Lavaczeck) rispetto al tipo Francis.

Raddoppiamento la frequenza usuale di 50 Hz potrebbero dimezzarsi gli spessori utili dello statore e del rotore, e anche adoperando induzioni più basse il risparmio in peso e in prezzo della macchina sarebbe sempre rilevante.

Inoltre, ferma restando la tensione, siccome l'induzione varia in rapporto inverso della frequenza, coll'aumentare della frequenza le perdite parassite restano costanti e le perdite per isteresi diminuiscono.

Va però considerato, e in modo particolare per i grossi alternatori, l'aumento di reattanza.

Questa viene stabilita in relazione a vari obbiettivi, spesso coesistenti, in antitesi fra loro e tutti in contrasto con l'economia della costruzione, sì che volta per volta si deve pervenire al compromesso più opportuno: la limitazione della corrente di corto circuito, la stabilità d'esercizio e la possibilità di mettere in tensione lunghe linee.

Un alternatore destinato a mettere sotto tensione una lunga linea di trasporto ad alta tensione, magari composta di diverse terne, cioè con forte prevalenza della capacità rispetto all'induttanza, deve poter erogare la notevole corrente di carica che la linea richiede, cioè essere in grado di fornire una potenza capacitiva in kVA che pei grandi alternatori raggiunge usualmente il 60 % ma che in casi speciali può anche raggiungere lo stesso valore di quella normale. La corrente capacitiva, spostata in anticipo di 90° rispetto alla tensione, cioè raggiungendo il suo massimo un quarto di periodo prima della posizione corrispondente a quella per cui è massima la f.e.m., genera un campo di reazione che concordando col campo induttore lo rinforza e può anche dar luogo, per esaltazione del magnetismo residuo, all'autoeccitazione dell'alternatore.

In ogni caso la riduzione che la corrente capacitiva d'armatura produce sulla corrente d'eccitazione dell'alternatore diminuisce la stabilità oltre a richiedere che l'elevata potenza capacitiva sia fornita prima d'arrivare alla completa diseccitazione, oltre cioè alla necessità d'aumentare il dimensionamento dell'induttore e — se la potenza capacitiva richiesta supera quella normale della macchina — anche dell'indotto (2). Affinchè tale diminuzione di stabilità sia lieve è dunque bene che sia lieve la reazione d'indotto, cioè sotto quest'aspetto è desiderabile che la macchina sia a bassa reattanza, quindi ad alto rapporto di corto circuito (3).

Riguardo alla stabilità d'esercizio, cioè alla capacità a reagire ai turbamenti di regime tanto durante il funzionamento continuativo (stabilità statica) come durante i disturbi (stabilità dinamica o transitoria), la reattanza è il fattore che più specificatamente limita la potenza trasmissibile (sia questa potenza sincronizzante durante le variazioni del carico o potenza d'erogazione), cioè la prontezza della macchina a ristabilire le condizioni di funzionamento normale: conviene quindi anche e principalmente sotto questo riguardo che il generatore sia a bassa reattanza, cioè ad alto rapporto di c. c. Quest'ultimo che per le vecchie macchine aveva valori alti, anche prossimi a 2, e poi per considerazioni strettamente economiche era stato portato fino a 0,5, è stato fatto risalire in questi ultimi anni

(1) Essenzialmente è come un motore a induzione ad avvolgimento nel quale il rotore se lasciato libero di girare eroga frequenze minori, se fermo frequenza uguale e se trascinato in senso contrario al campo rotante frequenze maggiori di quella alimentatrice.

(2) Così è avvenuto per gli alternatori dell'impianto americano di Boulder Dam, costruiti dalla General Electric Co. (82.500 kVA ciascuno, accoppiati a turbina idraulica e previsti per funzionare tanto a 50 Hz, 150 giri/minuto, 13.800 V, quanto a 60 Hz, 180 giri/minuto, 16.500 V. Pesano circa 1.000 tonn).

(3) Rapporto fra l'eccitazione a vuoto a tensione normale e l'eccitazione in corto circuito a corrente normale.

fino ad 1, specie negli impianti americani (in Europa si tende in genere a restare a valori più bassi), raggiungendo valori notevolmente superiori e conseguente maggior costo in grandi impianti nei quali interessa particolarmente sia la stabilità che la potenza capacitiva per lunghe linee di trasporto: i generatori dell'impianto di Conowingo hanno un rapporto di c. c. di 1,33; quelli della centrale di Cardano di 1,34.

Per questi grandi alternatori adunque un aumento di reattanza dovuto all'aumentata frequenza non concorrerebbe con l'economia e richiederebbe una più larga applicazione degli accorgimenti oggi usati per soddisfare alle esigenze predette. Però, siccome la reattanza dell'alternatore (secondo l'asse polare, cioè la reattanza diretta o sincrona) è la somma di altre due parziali, dovute rispettivamente all'induttanza propria del circuito d'armatura ed a quella di dispersione, di cui la seconda prepondera ([4]), adottando una maggiore frequenza crescerebbe principalmente la prima induttanza parziale, quella che meno influisce sulla reattanza totale, sicchè quest'ultima potrebbe, occorrendo, restare intorno ai valori desiderati, tutt'al più con lievi ritocchi all'intraferro od al rapporto ε tra lunghezza e passo polare.

In tutti gli altri casi, cioè per alternatori che non debbano alimentare lunghissime linee (quindi quasi tutti gli alternatori di gruppi termici, installati in prossimità dei centri di consumo, in modo particolare i turboalternatori pei quali è $\varepsilon = 1$) l'aumento di reattanza derivante dall'aumentata frequenza sarebbe accettabile e vantaggioso per la diminuzione delle correnti di corto circuito e degli sforzi sugli interruttori, e per la più economica costruzione della macchina; pure accettabile se speciali esigenze di stabilità o di potenza capacitiva richiedessero di abbassare la reattanza propria della macchina, che sarebbe facilmente rettificabile (anche senza soverchie preoccupazioni per l'economia, già avvantaggiatasi) se non altro risparmiando i mezzi oggi usati nei molti casi in cui si vuole artificialmente aumentare la reattanza, come l'uso di avvolgimenti multipli nei turbogeneratori per ridurre la corrente di corto circuito, l'uso di scanalature di dispersione, ecc. ([5]).

Poichè questi casi sono assai numerosi, si vede che un aumento di frequenza conquisterebbe certamente un largo campo di applicazioni; e se particolari esigenze portano oggi a costruire talvolta alternatori di dimensioni e costo maggiori, risalta ancor più il vantaggio dell'adozione di frequenze più alte che di per sè permetterebbero una costruzione più economica.

Trasformatori.

Se la tensione è $V = \pi \sqrt{2}\, N f \Phi\, 10^{-8}$ volt, la potenza in kVA $P = k I \Phi f$.

Anche se in realtà la potenza di un'unità non è direttamente proporzionale alla frequenza, perchè col crescere di questa occorre generalmente ridurre l'induzione, è tuttavia evidente la convenienza di usare frequenze più alte, dato che come per gli alternatori il rendimento resta quasi costante.

Circa poi la reattanza, quanto più essa cresce, tanto più diminuisce la corrente di corto circuito e ne guadagna la sicurezza del trasformatore, anche perchè diminuiscono di entità gli sforzi sugli avvolgimenti; riesce però più difficile la regolazione della tensione specie a basso fattore di potenza, quindi cresce la necessità di prevedere regolatori di tensione o meglio condensatori sincroni in prossimità dei centri di consumo, condensatori che d'altra parte diminuiscono di costo col crescere della frequenza.

Praticamente i soli inconvenienti che le più alte frequenze presenterebbero riguardo ai trasformatori sarebbero l'accresciuta frequenza delle sollecitazioni sugli avvolgimenti ed i più sentiti effetti della capacità di questi ultimi, specie alle altissime tensioni, al che però non sarebbe difficile ovviare con i dovuti accorgimenti meccanici ed elettrici.

Nei riguardi della stabilità l'aumentata reattanza del trasformatore influirebbe poco, perchè proprio nei casi in cui la stabilità maggiormente interessa, cioè trasmissioni a grande distanza, l'aliquota della reattanza totale dovuta ai trasformatori è di solito relativamente bassa e superata di molto da quella delle macchine e della linea.

Vantaggi analoghi ai trasformatori deriverebbero ai motori a campo rotante, tanto più a buon prezzo quanto maggiore la frequenza, mentre ne scapiterebbero i motori a collettore per i disturbi dovuti alle f.e.m. statiche d'autoinduzione e perchè la loro potenza limite diminuisce col crescere della frequenza; essi tuttavia sarebbero ben utilizzabili se alimentati dalle frequenze rotoriche dei motori a induzione nell'accoppiamento in cascata. Infine preoccuperebbero poco gli svantaggi derivanti alle convertitrici in quanto esse cedono sempre più il campo ai raddrizzatori a mercurio che si comportano egregiamente alle frequenze elevate, migliorando anzi la curva di tensione a valle.

Linee.

Poichè la frequenza influisce ugualmente sugli effetti, opposti, dell'induttanza e della capacità, sarà possibile adottare frequenze elevate sempre quando — come usualmente avviene — le due grandezze si compensino sufficientemente, ed in modo particolare per lunghe linee a tensione molto alta. Già molte linee americane di trasporto a 25 Hz passarono senza inconvenienti a 60 Hz, frequenze che potrebbero ancora elevarsi sensibilmente, giacchè le buone condizioni di marcia d'una linea, cioè buona regolazione della tensione interna, piccola corrente di carica e grande stabilità sincrona, possono ben realizzarsi anche a frequenze notevolmente maggiori di quelle oggi normali.

Il rendimento massimo di una linea è con buona approssimazione indipendente dalla frequenza ed espresso da:

$$\eta = e^{-\frac{R_x}{Z}} = \text{ca. } 1 - \frac{R_x}{Z}$$

essendo $R_x = R \cdot X$ e $Z = L/C$ = resistenza d'onda. L'aumento della frequenza potrebbe influire solo — a parità di lunghezza di trasmissione — ad aumentare gli sfasamenti fra i valori in partenza e quelli in arrivo della tensione e della corrente: data la velocità finita di propagazione (per una linea aerea con fili di materiale non magnetico uguale a $1/\sqrt{LC}$, velocità di propagazione della luce o delle perturbazioni elettromagnetiche nell'aria; e per una linea in cavo, decrescente col crescere della costante dielettrica), lo sfasamento dipende dalla lunghezza e dalla frequenza.

Una frequenza alta (dell'ordine del triplo di quelle oggi normali) giova poi ad approssimare una linea alle sue condizioni di massima efficienza, giacchè si raggiunge il massimo di potenza trasportabile usando frequenze tali che la lunghezza l (elettricamente parlando) della linea sia uguale ad una semionda o ad un multiplo intiero n dell'oscillazione libera λ, cioè:

$$l = n \frac{\lambda}{2} = \frac{n}{2} \cdot \frac{1}{f\sqrt{LC}}.$$

Ciò è stato dimostrato dal Niethammer derivando rispetto ad l il prodotto $P l$, essendo P la potenza trasportabile in una conduttura a due fili o per ciascuna fase di una conduttura trifase, in funzione della frequenza:

$$P = \frac{\dfrac{E_g}{4}}{\dfrac{Z_w \operatorname{senh} 2\beta l - Z_b \operatorname{sen} 2\alpha l}{2}}$$

(E_g = tensione all'inizio; $Z_w + i Z_b$ = resistenza d'onda; $\beta + i\alpha$ = = costante di trasporto). Per ogni lunghezza l si ricava così la miglior frequenza e si trova che il prodotto $P l$ raggiunge, per $f > 50$ finchè è $R/\omega L < 0{,}4$, i massimi valori per una serie di lunghezze di linea multiple della semionda.

Anche lo Skilling, discutendo il funzionamento di una trasmissione per mezzo delle costanti generali della linea nelle equazioni fondamentali:

$$E_g = E_r \cosh\sqrt{ZY}\, l + I \sqrt{\frac{Z}{Y}} \operatorname{senh}\sqrt{ZY}\, l$$

$$I_g = I_r \cosh\sqrt{ZY}\, l + E_r \sqrt{\frac{Z}{Y}} \operatorname{senh}\sqrt{ZY}\, l$$

(gli indici g ed r si riferiscono all'estremità della linea al sistema generatore od al ricevitore; Z e Y impedenza ed ammettenza unitaria), nelle quali il valore di $\sqrt{Z/Y}$ per trasmissioni ordinarie e per frequenze maggiori di 10 Hz riesce praticamente costante, cioè indipendente dalla frequenza, trova che se la resistenza è bassa in confronto alla reattanza e se la dispersione è piccola, l'optimum di tra-

([4]) Solo, riguardo alla stabilità dinamica ha effetto più immediato la induttanza dell'indotto, giacchè la reazione d'indotto si sente con un certo ritardo.

([5]) La più difficile regolazione della tensione derivante dall'aumentata reattanza di un generatore viene superata coi moderni regolatori automatici.

smissione si ha quando la lunghezza della linea è uguale ad una mezza lunghezza d'onda o ad un suo multiplo intero.

Passando da questo caso ideale al caso pratico, cioè considerando le perdite e sopratutto l'effetto del macchinario terminale di alimentazione e di carico, e modificando in corrispondenza le costanti generali del circuito si perviene al risultato che possono usarsi una linea più corta od una frequenza più bassa di quelle precedenti (6).

Lo Skilling dimostra che una linea trifase alimentata a 220.000 V lunga 325 km (tre conduttori da 250 mm² distanti m 4,50 in un piano verticale) può trasmettere la potenza massima di 270.000 kW alla frequenza di 447 Hz e con un cos φ qualsiasi, mentre a 60 Hz potrebbe trasmettere solo 50.000 kW a cos $\varphi = 1$ e solo 25.000 kW a cos $\varphi = 0{,}8$. L'uso dunque dell'alta frequenza consente la trasmissione di una potenza più che quintupla di quello della bassa (7).

Usando la frequenza di 150 Hz la linea dovrebbe essere di 650 km per avere la lunghezza di una semionda.

In questi casi per assicurare la stabilità resta solo da accertare che sia adeguato (come con ogni probabilità sarebbe) il macchinario sincrono che pesa alle due estremità.

Con la linea lunga una semionda le tensioni agli estremi sarebbero uguali ed opposte, cioè sarebbero equilibrati gli effetti dell'induttanza e della capacità (donde il nome di linee sintonizzate), sicchè non essendovi bisogno di rifornire corrente capacitiva (che scorrerebbe su e giù tra i due estremi ad ogni semiperiodo) cesserebbe la necessità dei costosi condensatori sincroni lungo la linea, mentre si renderebbero probabilmente necessari, per la conversione di frequenza ai due estremi, gruppi moto-generatori o convertitori a mercurio con comando di griglia.

Quanto all'effetto pellicolare (l'incremento di resistenza è proporzionale ad f, oltre che a d^2/ρ) esso è facilmente quanto necessariamente evitabile con speciali conduttori cordati cavi. Il Breitfeld nel calcolo di una linea di 1500 km per il trasporto di 500.000 kW a 380 kV facendo il confronto fra l'uso di 50 e di 500 Hz conclude sfavorevolmente per quest'ultimo in quanto ottiene un rendimento maggiore (8) ed una caduta di tensione minore per la frequenza 50, entrambi prodotti dal fatto che la costante di smorzamento cresce sensibilmente con la frequenza.

Ma il Breitfeld ha previsto nei suoi calcoli conduttori massicci che praticamente non trovano applicazione, mentre con conduttori contro l'effetto pellicolare il rendimento a 500 Hz non differirebbe sensibilmente da quello a 50.

BIBLIOGRAFIA.

F. Niethammer: Ist die Beibehaltung der Normalfrequenz von 50 Hz af die Dauer gerechtfertigt? (E. u. M. 1932, p. 425).

F. Niethammer: Frequenzerhöhung und uebertragbare Höchstleistung. (E. u. M. 1933, p. 153).

J. B. Petrowsky: High Frequency Power. (Ind. Engineering 1929, p. 3).

H. H. Skilling: Will tuned power lines eventually solve long distance transmission? (El. Engineering 1931, p. 634).

M. Marro: Oscillation d'une ligne de transmission d'énergie electrique. (R. G. E. 1933, T. XXXIV, p. 447.

C. Breitfeld: Frequenz und Grossenergie Kraftuebertragung. (E. u. M. 1932, p. 305).

(6) Le lunghezze della semionda alle varie frequenze sono:

f	(Hz)	50	100	150	300	500
$\lambda/2$	(km)	3.000	1.500	1.000	500	300

(7) Prove sperimentali che hanno confermato questo risultato sono state eseguite dal Marro su una linea telefonica di 101 km.

(8) I rendimenti trovati per le varie frequenze sono:

η %	93,3	90,2	88,1	85,9	84,2	82,4
f	50	100	200	300	400	500

CALCOLO OPERATORIO E STUDIO DEI CIRCUITI ELETTRICI IN REGIME TRANSITORIO

A. M. ANGELINI

(*continuazione, v. N. 7, pag. 242*)

APPLICAZIONI

1°) Per chiarire le idee sviluppiamo dapprima un esempio particolarmente semplice. Ad un circuito formato da una resistenza ed una induttanza in serie, i cui valori sono rispettivamente r ed L, viene applicata una tensione alternativa $V \sin(\omega t + \delta) \cdot 1(t)$; si vuol determinare la corrente $\mathcal{J}(t)$. L'impedenza generalizzata del circuito è

$$\mathcal{Z} = r + L\Delta$$

per cui:

$$\mathcal{J}(t) = \left(\frac{1}{r + L\Delta}\right) V_{\mathcal{Z}} \, e^{j\omega t} \, 1(t)$$

Si ha inoltre:

$$\frac{M(j\omega)}{N(j\omega)} = \frac{1}{r + j\omega L} = \frac{1}{\mathbf{Z}}$$

$$\alpha_1 = -\frac{r}{L}\ ;\ N'(\Delta) = L = N'(\alpha_1)$$

Il termine permanente risulta essere:

$$\frac{\mathbf{V}_\delta}{\mathbf{Z}} \sin\omega t = \frac{V}{\sqrt{r^2 + \omega^2 L^2}} \sin(\omega t + \delta - \varphi)$$

dove:

$$\varphi = \operatorname{arc\,tg} \frac{r}{L}$$

Il termine transitorio sarà:

$$\mathbf{V}_\delta \left[\frac{\alpha_1 + j\omega}{(\alpha_1^2 + \omega^2) L}\right] e^{\alpha_1 t} = -\mathbf{V}_\delta \left[\frac{r - j\omega L}{r^2 + \omega^2 L^2}\right] e^{-\frac{r}{L} t}$$

e quindi:

$$-\frac{V}{\sqrt{r^2 + \omega^2 L^2}} \sin(\delta - \varphi) \cdot e^{-\frac{r}{L} t}$$

L'espressione della corrente sarà in definitiva:

$$(57)\quad \mathcal{J}(t) = \frac{V}{\sqrt{r^2 + \omega^2 L^2}} \left[\sin(\omega t + \delta - \varphi) - e^{-\frac{r}{L} t} \sin(\delta - \varphi)\right] 1(t)$$

La tensione ai morsetti della resistenza è data da $r\mathcal{J}$, quella ai morsetti dell'induttanza da:

$$\mathcal{V}_L(t) = L\Delta\mathcal{J}(t) = \frac{V}{\sqrt{r^2 + \omega^2 L^2}} \left[\omega\cos(\omega t + \delta - \varphi) + \frac{r}{L} e^{-\frac{r}{L} t} \sin(\delta - \varphi)\right] 1(t)$$

2°) Lo studio dei fenomeni susseguenti all'inserzione di un circuito composto da una resistenza r, una induttanza L ed una ca-

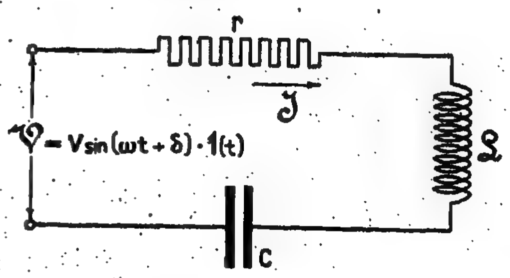


Fig. 10.

pacità c disposte in serie, fig. 10, fu fatto già dallo Steinmetz [23] secondo i metodi classici; noi tratteremo il problema col metodo degli operatori che permette di giungere molto più rapidamente ai risultati.

L'impedenza generalizzata del circuito di fig. 10 è data da:

$$\mathcal{Z} = r + L\Delta + \frac{1}{c\Delta} = \frac{1 + rc\Delta + Lc\Delta^2}{c\Delta}.$$

Se la tensione applicata è $V^{\delta} \sin \omega t = V \sin (\omega t + \delta)$, l'espressione simbolica della corrente è:

$$\mathcal{J}(t) = \left[\frac{1}{r + L\Delta + \dfrac{1}{c\Delta}}\right] \mathbf{V}_\delta\, e^{j\omega t}\, 1(t) = \left[\frac{c\Delta}{1 + rc\Delta + Lc\Delta^2}\right] \mathbf{V}_\delta\, e^{j\omega t}\, 1(t)$$

Il termine permanente (oscillazione forzata) si ottiene sostituendo al simbolo Δ l'espressione $j\omega$, per cui indicandolo con $\mathcal{J}_p(t)$ è:

$$\mathcal{J}_p(t) = \left[\frac{1}{r + j\omega L + \dfrac{1}{j\omega c}}\right] \mathbf{V}_\delta \sin \omega t$$

da cui:

$$\mathcal{J}_p(t) = \frac{V}{\sqrt{r^2 + \left(\omega L - \dfrac{1}{\omega c}\right)^2}} \sin (\omega t + \delta - \varphi) \tag{58}$$

dove:

$$\varphi = \text{arc tg} \left(\frac{\omega L - \dfrac{1}{\omega c}}{r}\right) \tag{59}$$

Per il calcolo del termine transitorio, che indicheremo con $\mathcal{J}_t(t)$, occorre innanzi tutto risolvere l'equazione $N(\Delta) = 0$;

$$N(\Delta) = Lc\Delta^2 + rc\Delta + 1 = 0$$

$$\Delta = -\frac{r}{2L} \pm \sqrt{\left(\frac{r}{2L}\right)^2 - \frac{1}{Lc}}$$

sia ora:

$$\frac{r}{2L} = \beta \quad ; \quad \sqrt{\left(\frac{r}{2L}\right)^2 - \frac{1}{Lc}} = \gamma$$

Le radici risultano essere quindi:

$$\alpha_1 = -\beta + \gamma \qquad \alpha_2 = -\beta - \gamma$$

Inoltre si ricava facilmente:

$$N'(\Delta) = rc + 2Lc\Delta$$

I termini corrispondenti alla variazione libera sono due e risultano dalla espressione generale:

$$\frac{(\alpha_i + j\omega)\, M(\alpha_i)}{(\alpha_i^2 + \omega^2)\, N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t} = \frac{(-\beta \pm \gamma + j\omega)(-\beta \pm \gamma)\, c \cdot e^{(-\beta \pm \gamma)t}}{[(-\beta \pm \gamma)^2 + \omega^2]\,[rc + 2Lc(-\beta \pm \gamma)]} =$$

$$= \frac{(-\beta \pm \gamma)\,[(-\beta \pm \gamma) + j\omega]}{\pm 2L\gamma\,[(-\beta \pm \gamma)^2 + \omega^2]} e^{(-\beta \pm \gamma)t}$$

ovvero: (60)

$$= \frac{-\beta \pm \gamma}{\pm 2L\gamma\,[(-\beta \pm \gamma) - j\omega]} e^{(-\beta \pm \gamma)t}$$

o anche:

$$= \frac{\pm 1}{2L\gamma\left[1 - j\left(\dfrac{\omega}{-\beta \pm \gamma}\right)\right]} e^{(-\beta \pm \gamma)t}$$

Da questa espressione, si deduce facilmente la seguente che serve per il calcolo effettivo dei termini di variazione libera nel caso in cui la grandezza γ è reale (caso non oscillatorio $r > \sqrt{4L/c}$). Si ottiene facilmente:

$$\mathcal{J}_t(t) = \frac{\pm V}{2L\gamma \sqrt{1 + \left(\dfrac{\omega}{-\beta \pm \gamma}\right)^2}} \sin (\alpha + \psi) \tag{61}$$

dove:

$$\psi = \text{arc tg} \left(\frac{\omega}{-\beta \pm \gamma}\right) \tag{62}$$

In definitiva l'espressione della corrente $\mathcal{J}(t)$ può essere messa sotto la forma:

$$\mathcal{J}(t) = \frac{V}{Z_p} \sin (\omega t + \delta - \varphi) + e^{-\beta t} \left[\frac{V e^{\gamma t}}{Z'_t} \sin (\delta + \psi_1) - \frac{V e^{-\gamma t}}{Z''_t} \sin (\delta + \psi_2)\right] 1(t) \tag{63}$$

in cui:

$$Z_p = \sqrt{r^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega c}\right)^2}$$

$$Z'_t = 2L\gamma \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{-\beta + \gamma}\right)^2} \quad ; \quad Z''_t = 2L\gamma \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\beta + \gamma}\right)^2}$$

$$\varphi = \text{arc tg} \left(\frac{\omega L - \dfrac{1}{\omega c}}{r}\right)$$

$$\psi_1 = \text{arc tg} \left(\frac{\omega}{-\beta + \gamma}\right) \quad ; \quad \psi_2 = \text{arc tg} \left(\frac{-\omega}{\beta + \gamma}\right)$$

L'espressione (63) mostra chiaramente che, al momento dell'inserzione del circuito, alla corrente di regime s'aggiunge una componente unidirezionale smorzata.

Dalla espressione della corrente $\mathcal{J}(t)$, si possono dedurre i valori istantanei delle tensioni $\mathcal{V}_r(t)$ ai morsetti della resistenza, $\mathcal{V}_L(t)$ ai morsetti dell'induttanza e $\mathcal{V}_c(t)$ ai morsetti della capacità essendo rispettivamente:

$$\mathcal{V}_r(t) = r\,\mathcal{J}(t)\ ;\ \mathcal{V}_L(t) = L\Delta\,\mathcal{J}(t)\ ;\ \mathcal{V}_c(t) = \frac{1}{c\Delta}\,\mathcal{J}(t)\,. \tag{64}$$

Altro caso possibile è quello in cui $r < \sqrt{4L/c}$; poniamo allora:

$$\beta = \frac{r}{2L} \qquad \gamma = j \sqrt{\frac{1}{Lc} - \left(\frac{r}{2L}\right)^2} = j\gamma_1$$

In queste condizioni, il termine permanente è dato ancora dalla formola (58) ed il termine transitorio o di oscillazione libera, se si pone,

$$\frac{-j}{2L\gamma_1\left[1 - j\left(\dfrac{\omega}{-\beta + j\gamma_1}\right)\right]} = \mathbf{A}_1\ ;\ \frac{j}{2L\gamma_1\left[1 - j\left(\dfrac{\omega}{-\beta - j\gamma_1}\right)\right]} = \mathbf{A}_2,$$

risulta essere:

$$e^{-\beta t}\,[\mathbf{A}_1 e^{j\gamma_1 t} + \mathbf{A}_2 e^{-j\gamma_1 t}]$$

ovvero trasformando gli esponenziali secondo la formola di Eulero:

$$e^{-\beta t}\,[(\mathbf{A}_1 + \mathbf{A}_2) \cos \gamma_1 t + j\,(\mathbf{A}_1 - \mathbf{A}_2) \sin \gamma_1 t]$$

Effettuando i calcoli si ottiene:

$$\mathbf{A}_1 + \mathbf{A}_2 = \frac{-1}{r + j\left(\omega L - \dfrac{1}{\omega c}\right)} = -\frac{1}{Z_p}\,\underline{|-\varphi}$$

dove φ è dato dalla formola (59):

$$\mathbf{A}_1 - \mathbf{A}_2 = -j\,\frac{2 + j\omega rc}{2\omega c L\gamma_1\left[r + j\left(\omega L - \dfrac{1}{\omega c}\right)\right]} = -\frac{\eta}{Z_p}\,\underline{|\psi_1 + \pi/2}$$

dove:

$$\eta = \frac{\sqrt{4 + \omega^2 r^2 c^2}}{2\omega c L\gamma_1} \qquad e \qquad \psi_1 = \text{arc tg}\left(\frac{\omega c r}{2}\right) - \varphi$$

Abbiamo ora tutti gli elementi che ci permettono di scrivere l'espressione della corrente:

$$\mathcal{J}(t) = \frac{V}{Z_p}\left\{\sin (\omega t + \delta - \varphi) - e^{-\beta t}\left[\sin (\delta - \varphi) \cos \gamma_1 t + \eta \cos (\delta + \psi) \sin \gamma_1 t\right]\right\} 1(t) \tag{63'}$$

Questa formola può essere scritta più compendiosamente:

$$(63'') \quad \mathcal{J}(t) = \frac{V}{Z_p}\left[\sin(\omega t + \delta - \varphi) - k\, e^{-\beta t} \sin(\gamma_1 t + \xi)\right] 1(t)$$

in cui:

$$k = \sqrt{\sin^2(\delta - \varphi) + \eta^2 \cos^2(\delta + \psi)} \quad e \quad \xi = \text{arc tg}\left[\frac{\sin(\delta - \varphi)}{\eta \cos(\delta + \psi)}\right]$$

Al momento dell'inserzione dunque, alla corrente di regime, si aggiunge una componente alternativa smorzata di frequenza γ_1 dipendente dalle caratteristiche del circuito.

Anche in questo caso, il calcolo di $\mathcal{V}_r(t)$; $\mathcal{V}_L(t)$; e $\mathcal{V}_c(t)$ può essere fatto in base alle formole (64).

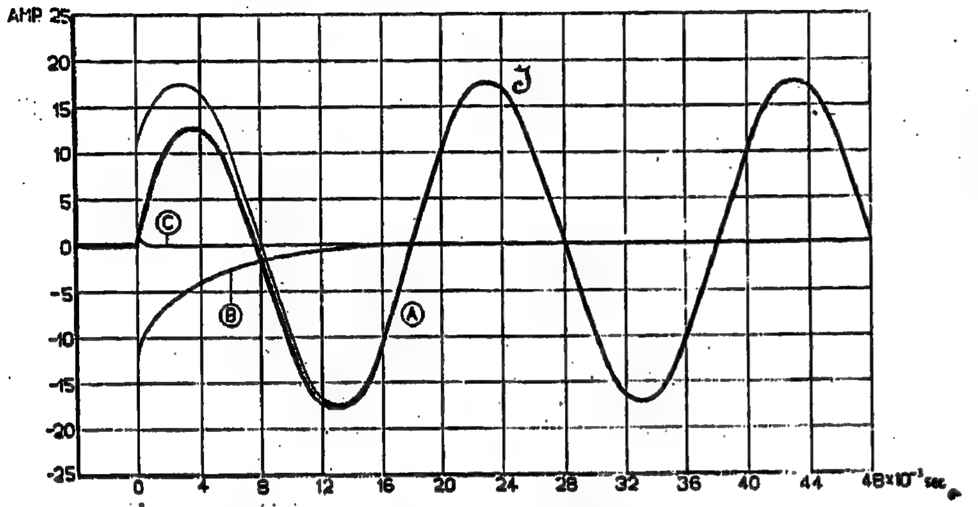


Fig. 11. — Inserzione del circuito della fig. 10 su una rete a corrente alternata.

Costanti del circuito:

$r = 500$ ohm
$C = 10^{-5}$ farad $\quad r > \sqrt{\dfrac{4L}{C}}$; caso aperiodico.
$L = 0.1$ henry.

Tensione applicata:

$\mathcal{V}(t) = 10.000 \sin 314\, t \times 1(t)$ volt.

Espressione della corrente:

$\mathcal{J}(t) = 17.45 \sin(314\, t + 0.566) - 10\, e^{-209\, t} + 1.42\, e^{-4791\, t}$.

Le curve B e C rappresentano i termini transitori.

Non si mancherà di notare che il procedimento di calcolo da noi seguito è molto più semplice di quello ordinario che consiste nel risolvere con i metodi usuali l'equazione differenziale del circuito e nel determinare le costanti arbitrarie.

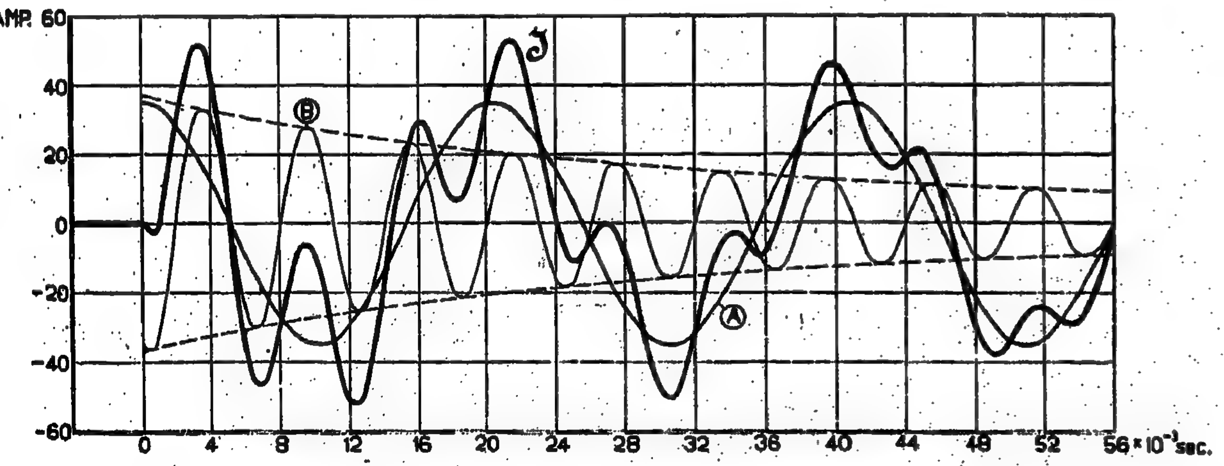


Fig. 12. — Inserzione del circuito della fig. 10 su una rete a corrente alternata.

Costanti del circuito:

$r = 5$ ohm
$C = 10^{-5}$ farad $\quad r < \sqrt{\dfrac{4L}{C}}$; caso aperiodico.
$L = 0.1$ henry.

Tensione applicata:

$\mathcal{V}(t) = 10.000 \sin 314\, t \times 1(t)$ volt.

Espressione della corrente:

$\mathcal{J}(t) = 38.4 \left\{ \sin(314\, t + 1.486 - 1{,}03\, e^{-25\, t} \sin(1000\, t + 1.3)\right\} \times 1(t)$.

L $= 0.1$ henry.

Le curve A e B rappresentano rispettivamente la corrente permanente e la corrente transitoria.

Le espressioni finali ci sembrano meno complicate e fisicamente più significative di quelle a cui perviene lo Steinmetz.

Nelle figg. 11 e 12 sono riportati due esempi numerici; nel primo la variazione libera è smorzata ed unidirezionale, mentre nel secondo è oscillatoria smorzata.

7. - Studio della funzione generatrice e della funzione caratteristica di un operatore.

Vedremo tra breve che alcune proprietà di un operatore, possono essere dedotte dalla forma della funzione $f(\Delta)$ che lo esprime;

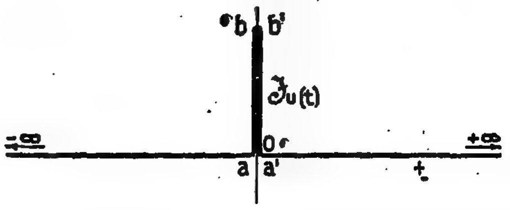


Fig. 13. — Rappresentazione convenzionale della funzione impulsiva unitaria $Fu(t)$.

vediamo ora come la sua valutazione in generale si può far dipendere da due funzioni che chiameremo funzione generatrice e funzione caratteristica dell'operatore.

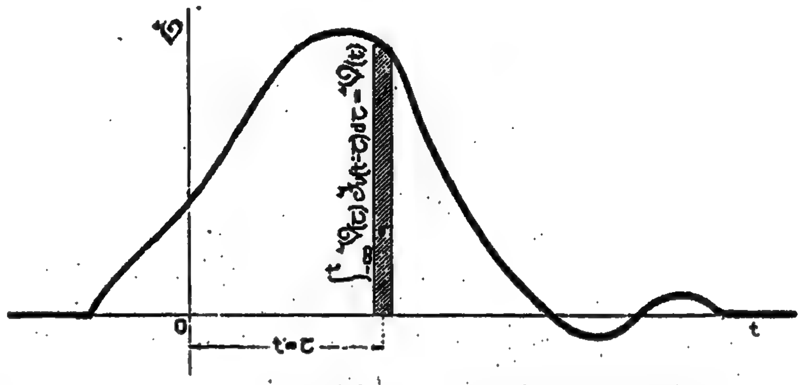


Fig. 13 *a*. — Decomposizione di una funzione qualsiasi del tempo, in una sommatoria di funzioni impulsive.

La funzione generatrice di un operatore è il risultato dell'applicazione di esso alla funzione impulsiva unitaria che indicheremo con $Fu(t)$ ed è tale che si mantiene eguale a zero per tutti i valori positivi e negativi della variabile salvo in un intorno infinitesimo dell'origine dove assume valore infinito in modo tale che

$$(65) \qquad \int_{-\infty}^{+\infty} Fu(t)\, dt = 1$$

È possibile che il lettore rimanga sorpreso per il fatto che in uno studio di carattere essenzialmente pratico viene introdotta una funzione il cui andamento è, almeno apparentemente, così strano, ma le considerazioni che seguono lo tranquillizzeranno completamente.

Significato fisico della funzione impulsiva unitaria. — La funzione impulsiva unitaria può essere rappresentata convenzionalmente come mostrato in fig. 13. Questa funzione può essere considerata come il limite verso cui tende la curva $-\infty\, a,\ b,\ b',\ a'\, \infty$ quando l'altezza $a\, b$ del rettangolino $a\, b\, b'\, a'$ aumenta indefinitamente mentre la base tende a zero in modo tale che l'area tratteggiata rimanga costante ed eguale all'unità.

Dato l'uso che faremo in seguito della funzione impulsiva unitaria non sarà inopportuno presentarla sotto una forma più «materiale» se così possiamo esprimerci.

Supponiamo di voler comunicare ad un condensatore una carica elettrica di valore unitario; il conduttore attraverso il quale passa la corrente di carica sarà percorso da una corrente i che è tale che:

$$Q = \int_{-\infty}^{+\infty} i\, dt = 1$$

La carica può essere effettuata in infiniti modi a seconda dell'andamento della i in funzione del tempo, soltanto si dovrà in ogni caso verificare la condizione che l'area del diagramma che rappresenta la i in funzione del tempo sia eguale all'unità. Se si suppone di dare al diagramma della i l'andamento della fig. 13 e si riduce indefinitivamente la durata della carica, rapresentata dal segmento $a\, a'$ si ha che al limite la corrente assume precisamente la forma della funzione impulsiva unitaria.

Vediamo ora come la funzione impulsiva unitaria può essere considerata come un elemento di qualsiasi altra funzione del tempo $\mathcal{V}(t)$. Con riferimento alla fig. 13 *a*, apparisce chiaro che un punto qualsiasi della curva $\mathcal{V}(t)$, può essere rappresentato mediante l'integrale definito:

$$\mathcal{V}(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} F\,u\,(t-\tau)\cdot\mathcal{V}(\tau)\,d\tau \tag{66}$$

Infatti la funzione della variabile τ che sta sotto il segno integrale $F\,u\,(t-\tau)\cdot\mathcal{V}(\tau)$, ha valore nullo in tutti i suoi punti, salvo l'intorno infinitesimo del punto $\tau = t$ dove, per la definizione stessa di funzione impulsiva, assume valore infinito in modo tale che:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} F\,u\,(t-\tau)\,d\tau = 1$$

ora nell'intorno infinitesimo del punto $\tau = t$ la funzione $\tau = t$ subisce soltanto variazioni infinitesimali e può essere considerata come costante ed eguale a $\mathcal{V}(t)$. Come si vede, abbiamo decomposto la funzione $\mathcal{V}(t)$ in una sommatoria di funzioni impulsive.

Funzione generatrice di un operatore. — Dato un operatore $f(\Delta)$, si chiama funzione generatrice dell'operatore stesso, il risultato della sua applicazione alla funzione impulsiva unitaria. Indicando col simbolo $G(t)$ la funzione generatrice deve essere:

$$G(t) = f(\Delta)\,F\,u\,(t) \tag{67}$$

Nello stesso ordine di idee che ci ha condotto a considerare la funzione impulsiva unitaria come un elemento di qualsiasi funzione della variabile t, mostreremo come la funzione generatrice possa essere considerata, nei riguardi della funzione che risulta dall'applicazione dell'operatore ad una funzione $\mathcal{V}(t)$ qualsiasi, alla stessa stregua della funzione unitaria rispetto alla $\mathcal{V}(t)$. Si debba valutare l'espressione:

$$\mathcal{J}(t) = f(\Delta)\,\mathcal{V}(t)$$

essendo nota la $G(t)$ dell'operatore $f(\Delta)$.

La formola (66), ci permette di scrivere:

$$\mathcal{J}(t) = f(\Delta)\int_{-\infty}^{+\infty} F\,u\,(t-\tau)\,\mathcal{V}(\tau)\,d\tau$$

Ora dato che l'integrale a secondo membro altro non rappresenta che una somma di funzioni impulsive, possiamo anche scrivere:

$$\mathcal{J}(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} [f(\Delta)\,F\,u\,(t-\tau)]\,\mathcal{V}(\tau)\,d\tau$$

Applicando ora la formola (67), possiamo scrivere:

$$\mathcal{J}(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} G\,(t-\tau)\,V(\tau)\,d\tau \tag{68}$$

Dal punto di vista analitico, la formola (68) è esatta, mentre dal punto di vista fisico non può essere applicata così come è scritta, infatti l'integrale che esprime la funzione $\mathcal{J}(t)$ si estende dal limite $-\infty$ al limite $+\infty$ e fa dipendere il valore che la $\mathcal{J}(t)$ assume all'istante t oltrechè dai valori antecedenti della t, anche da quelli seguenti, e ciò, come si è visto, è inammissibile. Ad evitare questa complicazione, calcoleremo l'integrale della formola (68) tra i limiti $-\infty$ e t invece che tra $-\infty$ e $+\infty$ ottenendo:

$$\mathcal{J}(t) = \int_{-\infty}^{t} G\,(t-\tau)\,\mathcal{V}(\tau)\,d\tau \tag{69}$$

e questo modo di procedere è lecito dato che la (69) sarebbe in tutto equivalente alla (68) qualora in quest'ultima in luogo della $\mathcal{V}(\tau)$ si sostituisse un'altra funzione coincidente con essa per valori di τ compresi tra $-\infty$ e t e nulla per valori di τ maggiori di t [10].

Abbiamo mostrato quindi che, nota la funzione generatrice, una integrazione, che può essere conveniente in qualche caso effettuare graficamente, è sufficiente per ottenere il risultato dell'applicazione dell'operatore considerato ad una funzione $\mathcal{V}(t)$ qualsiasi e ciò qualunque sia la forma dell'operatore $f(\Delta)$.

La ricerca della funzione generatrice è ordinariamente più semplice della valutazione di un operatore in relazione ad un operando qualsiasi.

Applicazione allo studio dell'operatore $(\Delta-\alpha)^{-n}\,\mathcal{V}(t)$. — Abbiamo visto che l'operatore:

$$\frac{1}{(\Delta-\alpha)^n}\,\mathcal{V}(t)$$

può essere intepretato mediante un integrale multiplo di ordine n, vediamo ora come esso può essere valutato partendo dalla sua funzione generatrice.

Cominciando da $n = 1$ abbiamo:

$$\left(\frac{1}{\Delta-\alpha}\right)F\,u\,(t) = e^{\alpha t}\int_{-\infty}^{t} e^{-\alpha t}\,F\,u\,(t)\,d\,t = e^{\alpha t}\,1\,(t) \qquad [11]$$

per $n = 2$ si ottiene:

$$\frac{1}{(\Delta-\alpha)^2}\,F\,u\,(t) = \left(\frac{1}{\Delta-\alpha}\right)e^{\alpha t}\,1\,(t) = e^{\alpha t}\int_{-\infty}^{t} e^{-\alpha t}\cdot e^{\alpha t}\,d\,t = t\,e^{\alpha t}\,1\,(t)$$

In generale si ha:

$$G(t) = \frac{1}{(\Delta-\alpha)^n}\,F\,u\,(t) = \frac{t^{n-1}}{(n-1)!}\,e^{\alpha t}\,1\,(t) \tag{70}$$

E per un operando qualsiasi si può scrivere:

$$\frac{1}{(\Delta-\alpha)^n}\,\mathcal{V}(t) = \int_{-\infty}^{t}\frac{(t-\tau)^{n-1}}{(n-1)!}\,e^{\alpha(t-\tau)}\cdot 1\,(t-\tau)\,\mathcal{V}(\tau)\,d\tau \tag{71}$$

Ovvero effettuando il cambiamento di variabile $t-\tau=\Theta$ per cui $d\tau = -d\Theta$ e $\Theta = +\infty$ per $\tau = -\infty$; $\Theta = 0$ per $\tau = t$; si ha finalmente:

$$\frac{1}{(\Delta-\alpha)^n}\,\mathcal{V}(t) = \frac{1}{(n-1)!}\int_{0}^{+\infty} e^{\alpha\Theta}\,\mathcal{V}(t-\Theta)\cdot\Theta^{n-1}\,d\Theta \tag{72}$$

L'integrale a secondo membro può essere sviluppato applicando alla formola (71) il teorema del binomio, si ottiene allora:

$$\frac{1}{(\Delta-\alpha)^n}\mathcal{V}(t) = \frac{e^{\alpha t}}{(n-1)!}\left\{t^{n-1}\int_{-\infty}^{t} e^{-\alpha t}\mathcal{V}(t)\,dt - (n-1)\,t^{n-2}\int_{-\infty}^{t} e^{-\alpha t}\cdot t\,\mathcal{V}(t)\,dt + \right.$$

$$\left. + \frac{(n-1)(n-2)}{2!}\,t^{n-3}\int_{-\infty}^{t} e^{-\alpha t}\,t^2\,\mathcal{V}(t)\,d\,t - \ldots\right\} \tag{73}$$

Questa espressione è più comoda quando le integrazioni debbono essere effettuate graficamente.

Un caso molto importante in pratica è quello in cui la $\mathcal{V}(t)$

---

[10] Alla formola (69) si può arrivare più rigorosamente, partendo dalla formola (66) scritta nel modo seguente:

$$\mathcal{V}(t) = \int_{-\infty}^{t+\epsilon} F\,u\,(t-\tau)\,\mathcal{V}(\tau)\,d\tau, \tag{69 bis}$$

in base a questa formola e seguendo lo stesso procedimento che ci ha condotti alla (68), per $\epsilon > 0$ si ha:

$$\mathcal{J}(t) = \int_{-\infty}^{t+\epsilon} G\,(t-\tau)\,\mathcal{V}(\tau)\,d\tau$$

ora, se si fa tendere ϵ a zero, al limite si perviene alla formola (69).

[11] Può meravigliare il fatto che nella formola di valutazione riportata entra in gioco la funzione di Heaviside $1(t)$. Si può ripetere qui il ragionamento già fatto a proposito dell'estensione del teorema dello sviluppo al caso delle correnti alternative: il simbolo $1(t)$ sta a significare che l'andamento della funzione $e^{\alpha t}\,1(t)$ è tale che essa si mantiene eguale a zero per valori di t compresi tra $-\infty$ e l'origine dei tempi [istante in cui si manifesta la causa $F\,u\,(t)$] e che a partire da questo istante, assume l'andamento della funzione $e^{\alpha t}$.

coincide con la funzione unitaria; si ha allora:

$$\mathcal{V}(t) = 1(t)$$

$$\frac{1}{(\Delta-\alpha)^n}\,1(t) = \frac{1}{(n-1)!}\int_0^{\infty} e^{\alpha\Theta}\,\Theta^{n-1}\,1(t-\Theta)\,d\Theta =$$

$$= \frac{1}{(n-1)!}\int_0^{t} \Theta^{n-1}\,e^{\alpha\Theta}\,d\Theta$$

da cui infine:

$$\frac{1}{(\Delta-\alpha)^n}\,1(t) = \frac{e^{\alpha t}}{\alpha^n (n-1)!}\Big[(\alpha t)^{n-1} - (n-1)(\alpha t)^{n-2} +$$

$$(74)\qquad + (n-1)(n-2)(\alpha t)^{n-3} - \ldots\ldots \pm (n-1)!\Big] \pm \frac{1}{\alpha^n}$$

Applicazioni importanti degli operatori studiati in questo paragrafo si incontrano nell'esame del comportamento dei filtri in regime transitorio [16] [17].

Funzione caratteristica di un operatore e integrale di Duhamel. — La funzione caratteristica di un operatore è il risultato della sua applicazione alla funzione unitaria; dalla funzione caratteristica alla valutazione generale dell'operatore si passa mediante l'integrale di Duhamel. Le considerazioni già svolte a proposito della funzione impulsiva unitaria e della funzione generatrice di un operatore ci permettono di giungere rapidamente all'integrale di Duhamel.

La funzione unitaria può essere definita in base alla funzione impulsiva in modo molto semplice: è evidente che:

$$(75)\qquad 1(t) = \int_{-\infty}^{t} F u(t)\,dt$$

Infatti l'integrale a secondo membro della (75), si mantiene eguale a zero per valori di t compresi tra $-\infty$ e zero, assume valore unitario nell'intorno infinitesimo dell'origine dei tempi e lo mantiene indefinitamente per $t > 0$.

La formola (75) può anche essere scritta:

$$(76)\qquad 1(t) = \frac{1}{\Delta} F u(t)$$

ovvero estendendo la nozione di derivata possiamo anche scrivere:

$$(77)\qquad F u(t) = \Delta\,1(t)$$

Se indichiamo con $H(t)$ la funzione del tempo che risulta dall'applicazione di un operatore $f(\Delta)$ alla funzione unitaria e cioè la funzione caratteristica di $f(\Delta)$ è:

$$H(t) = f(\Delta)\,1(t)$$

È facile stabilire ora la relazione che esiste tra la funzione caratteristica e la funzione generatrice; infatti:

$$(78)\qquad G(t) = f(\Delta)\cdot\Delta\,1(t) = \Delta\cdot f(\Delta)\,1(t) = \Delta H(t)$$

In queste condizioni la formola (69) diventa:

$$(78)\qquad \mathcal{J}(t) = \int_{-\infty}^{t}\Big[\Delta H(t_1)\Big]_{t_1=t-\tau}\cdot\mathcal{V}(\tau)\,d\tau$$

ovvero:

$$(78\ bis)\qquad \mathcal{J}(t) = \int_{-\infty}^{t}\frac{\partial H(t-\tau)}{\partial(t-\tau)}\cdot\mathcal{V}(\tau)\,d\tau$$

la formola (78) o (78 *bis*) viene spesso presentata sotto un'altra forma che andiamo a stabilire e che è più utile nei calcoli pratici.

La funzione caratteristica $H(t)$ di un operatore $f(\Delta)$, è ordinariamente discontinua in corrispondenza dell'orgine e per rendersene conto basta pensare che la $H(t)$ è il risultato di una trasformazione della funzione $1(t)$, effettuata dall'operatore $f(\Delta)$. Per il principio di successione, la funzione $H(t)$ si mantiene necessariamente eguale a zero per tutti i valori negativi di t e ciò, ripetiamo, deve essere per il fatto che un operatore esprime la relazione che esiste tra causa ed effetto, ora nel nostro caso la causa si manifesta a partire dall'istante $t = 0$, quindi l'effetto (che non può mai precedere la causa) non potrà manifestarsi, anche lui, che a partire dall'istante $t = 0$.

Per esprimere analiticamente e secondo le nostre convenzioni questo fatto, la $H(t)$ sarà considerata come il prodotto di una funzione $H_1(t)$ che è ordinariamente continua, per la funzione unitaria $1(t)$. La funzione $H_1(t)$ così come risulta dai calcoli ha general-

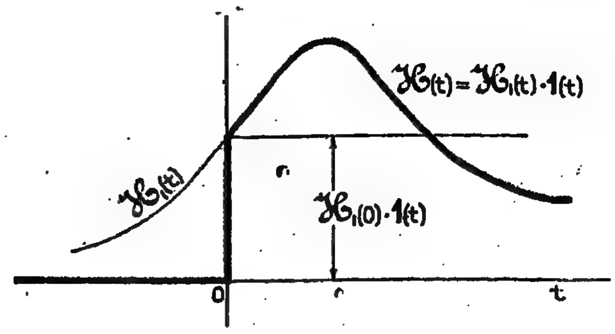


Fig. 14.

mente un campo di esistenza che si estende anche nel semipiano negativo, mentre la $H(t) = H_1(t)\cdot 1(t)$ coincide con la $H_1(t)$ per $t > 0$, mentre è nulla per $t < 0$. La fig. 14 chiarisce ulteriormente le idee.

Tenuto conto di tutto ciò che abbiamo detto, possiamo scrivere:

$$G(t) = \Delta f(\Delta)\,1(t) = \Delta H(t) = \Delta\big[H_1(t)\cdot 1(t)\big]$$

$$= 1(t)\cdot\Delta H_1(t) + H_1(t)\cdot\Delta\,1(t)$$

Ma noi sappiamo che $\Delta\,1(t) = F u(t)$ quindi:

$$G(t) = 1(t)\cdot\Delta H_1(t) + H_1(t)\cdot F u(t)$$

Ne segue che la formola (78) diventa per $\mathcal{V}(t) = \mathcal{V}_1(t)\,1(t)$:

$$\mathcal{J}(t) = \Big\{\int_{-\infty}^{t} 1(t-\tau)\cdot\mathcal{V}(\tau)\cdot\Delta H_1(t-\tau)\,d\tau +$$

$$+ \int_{-\infty}^{t} H_1(t-\tau)\cdot\mathcal{V}(\tau)\cdot F u(t-\tau)\,d\tau\Big\}$$

Nel primo integrale la funzione $1(t-\tau)$ può essere omessa dato che conserva valore unitario in tutto l'intervallo $\tau = -\infty \div t$; la funzione che si trova sotto il segno del secondo integrale è impulsiva ed è diversa da zero soltanto nell'intorno infinitesimo del valore $\tau = t$ della variabile; in questo piccolissimo intervallo, il prodotto $H_1(t-\tau)\cdot\mathcal{V}(\tau)$ assume il valore $H_1(0)\cdot\mathcal{V}(t)$ per cui si ha in definitiva:

$$(79)\qquad \mathcal{J}(t) = H_1(0)\,\mathcal{V}(t) + \int_0^{t}\frac{\partial H_1(t-\tau)}{\partial(t-\tau)}\,\mathcal{V}(\tau)\,d\tau$$

La formola (79) può essere trasformata in un'altra eseguendo nell'integrale il seguente cambiamento di variabile, $t-\tau = \Theta$; allora:

$$(80)\qquad \mathcal{J}(t) = H_1(0)\,\mathcal{V}(t) + \int_0^{t}\frac{\partial H(\Theta)}{\partial\Theta}\cdot\mathcal{V}(t-\Theta)\,d\Theta$$

La formola (80) può essere trasformata ancora mediante integrazione per parti, preferiamo però procedere diversamente allo

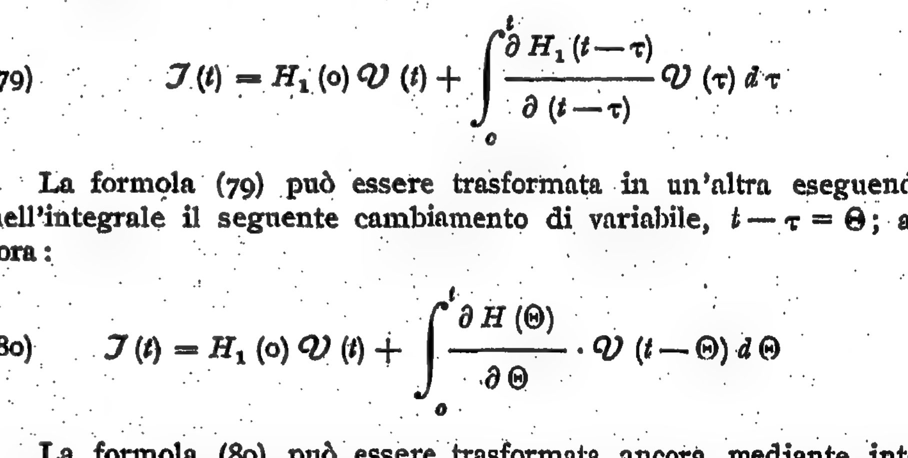


Fig. 15. — Decomposizione di una funzione del tempo in una somma di funzioni rettangolari ed espressione grafica del « teorema di sovrapposizione ».

scopo di precisare sempre meglio il meccanismo del passaggio dalla funzione caratteristica alla valutazione dell'operatore in relazione ad un operando qualsiasi. Con riferimento alla fig. 15, dicomponiamo la funzione $\mathcal{V}(t)$ in elementi rettangolari, ciascuno di altezza v:

per uno di questi elementi caratterizzato dall'ascissa τ, si ha evidentemente:

$$i = v_\tau f(\Delta)\, 1\,(t-\tau) = v_\tau H\,(t-\tau)$$

passando al limite avremo:

$$\lim v_\tau = \frac{\partial \mathcal{V}(\tau)}{\partial \tau} d\tau$$

e quindi finalmente:

$$(81) \qquad \mathcal{J}(t) = \mathcal{V}(0)\, H(t) + \int_0^t H(t-\tau) \frac{\partial \mathcal{V}(\tau)}{\partial \tau} d\tau$$

Il termine $\mathcal{V}(0)\, H(t)$ è dovuto al fatto che il primo elemento rettangolare della $\mathcal{V}(t)$ è di ampiezza finita ed eguale a $\mathcal{V}(0)$.

Alla formula (81) corrisponde un procedimento grafico basato sulla trasformazione del diagramma continuo della $\mathcal{V}(t)$ in un diagramma a gradini: la fig. 15 ci dispensa dal descrivere dettagliatamente il procedimento.

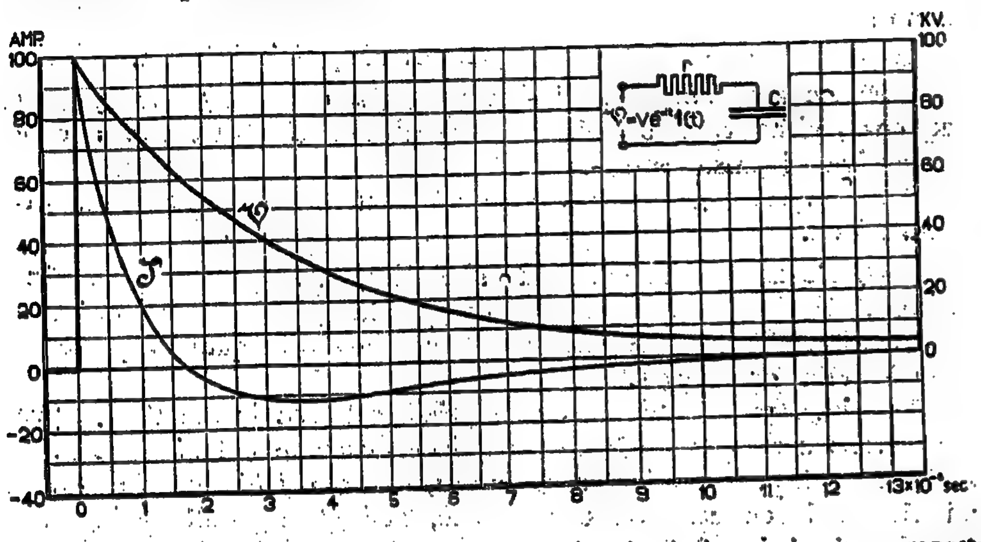


Fig. 16 *a*. — Determinazione della corrente transitoria in un circuito composto da resistenza e induttanza in serie, quando ad esso viene applicata un'onda di tensione della forma $\mathcal{V}(t) = V e^{-kt}\, 1\,(t)$.

Nel caso particolare è:

$$r = 10 \text{ ohm} \qquad k = 10^4$$
$$L = 10^{-4} \text{ henry} \qquad V = 100.000 \text{ volt}$$

ne risulta:

$$\mathcal{J}(t) = 0.111\, (e^{-10^4 t} - e^{-10^5 t})\, 1\,(t).$$

Ci siamo soffermati un po' a lungo sullo studio della funzione caratteristica e della funzione generatrice di un operatore, per met-

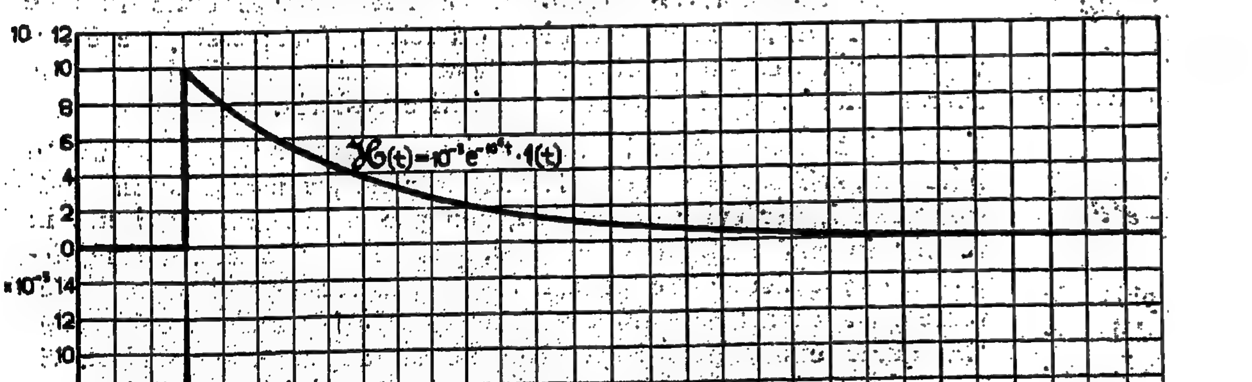


Fig. 16*a bis*. — Funzione generatrice e funzione caratteristica dell'operatore di cui all'esempio della fig. 16 *a*.

tere in evidenza e chiarire alcuni punti delicati riguardanti l'uso delle funzioni discontinue i quali si sarebbero certamente presentati al lettore.

Due esempi molto semplici mostreranno l'uso delle ultime formole dimostrate.

a) Determinare il valore della corrente transitoria nel circuito di fig. 16 *a*, quando ad esso viene applicata una tensione variabile rappresenntata dalla funzione $\mathcal{V}(t) = V\, e^{-kt}\, 1\,(t)$.

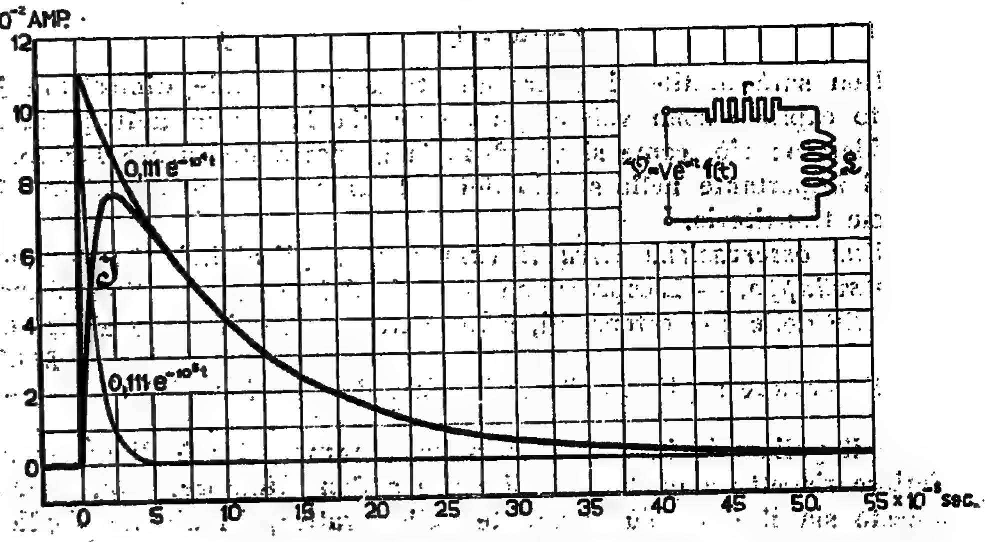


Fig. 16 *b*. — Determinazione della corrente transitoria in un circuito composto da resistenza e capacità in serie, quando ad esso viene applicata un'onda di tensione della forma $\mathcal{V}(t) = e^{-kt}\, 1\,(t)$.

Nel caso particolare è:

$$r = 1000 \text{ ohm} \qquad k = 3 \cdot 10^5$$
$$C = 10^{-9} \text{ farad} \qquad V = 100.000 \text{ volt}.$$

Ne risulta:

$$\mathcal{J}(t) = 143\, (e^{-10^6 t} - 0{,}3\, e^{-3.10^5 t})\, 1\,(t).$$

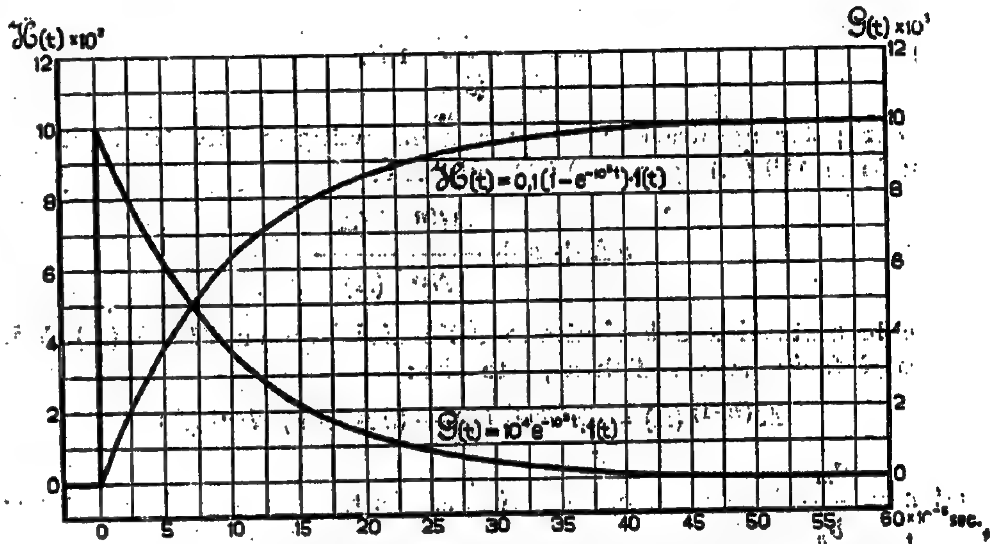


Fig. 16 *b bis*. — Funzione generatrice e funzione caratteristica dell'operatore di cui all'esempio della fig. 16 *b*.

La relazione tra tensione e corrente è espressa da:

$$\mathcal{J}(t) = \left(\frac{c\Delta}{1 + c r \Delta}\right) \mathcal{V}(t)$$

È facile vedere che conservando le notazioni solite si ha:

$$H(t) = \frac{1}{r} e^{-\frac{1}{cr}t} \cdot 1\,(t) \quad \text{ed} \quad H_1(t) = \frac{1}{r} e^{-\frac{1}{cr}}$$

inoltre è:

$$G(t) = -\frac{1}{cr} e^{-\frac{1}{cr}t}\, 1\,(t) + \frac{1}{r} e^{-\frac{1}{cr}t}\, F\, u\,(t)$$

Infine si ha:

$$(82) \qquad \mathcal{J}(t) = \frac{cV}{1 - \alpha c r}\left[\frac{1}{cr} e^{-\frac{1}{cr}t} - \alpha e^{-kt}\right]$$

b) Si applichi la stessa tensione di cui all'esempio precedente al circuito di fig. 16 *b*, e si ricerchi la corrente:

Si ottiene successivamente:

$$\mathcal{J}(t) = \left(\frac{1}{r + L\Delta}\right) \mathcal{V}(t) \quad ; \quad \mathcal{V}(t) = V\, e^{-kt}\, 1\,(t)$$

$$H(t) = \frac{1}{r}\left[1 - e^{-\frac{r}{L}t}\right] 1\,(t)$$

$$G(t) = \frac{1}{L} e^{-\frac{r}{L}t}\, 1\,(t)$$

ed infine:

$$(83) \qquad \mathcal{I}(t) = \frac{V}{r - \alpha L}\left[e^{-kt} - e^{-\frac{r}{L}t}\right]$$

Non sarà inutile ricordare che tutte le formole dimostrate in questo capitolo sono valide qualunque sia la forma dell'operatore considerato: ciò, come si vedrà nella 2ª parte di questo lavoro, è molto importante nello studio dei sistemi a costanti distribuite in regime transitorio.

Una osservazione circa il campo di applicabilità del teorema dello sviluppo. — L'espressione generale del teorema dello sviluppo e quelle delle sue estensioni, sono state dedotte in base all'ipotesi che l'operatore applicato alla $1(t)$, sia un'espressione del tipo $\frac{M(\Delta)}{N(\Delta)}$ dove il polinomio in Δ che si trova a numeratore è di grado inferiore rispetto a quello che si trova a denominatore. Ora, benchè questo sia il caso più frequente della pratica, in alcune applicazioni possono presentarsi degli operatori della forma citata, ma tali che il polinomio che si trova a numeratore sia di grado uguale o anche superiore di una unità rispetto a quello del denominatore; ci proponiamo di dimostrare che anche in questi casi, il teorema dello sviluppo è applicabile usando qualche precauzione.

Supponiamo che il polinomio $M(\Delta)$ sia di grado $n+1$ in Δ, mentre il polinomio $N(\Delta)$ sia di grado n ed indichiamoli rispettivamente con i simboli $M^{(n+1)}(\Delta)$ ed $N^{(n+1)}(\Delta)$. Si tratta di valutare l'espressione:

$$(84) \qquad \frac{M^{(n+1)}(\Delta)}{N^{(n)}(\Delta)}\, 1(t)$$

Per poter applicare il teorema dello sviluppo, dividiamo il polinomio $M^{(n+1)}(\Delta)$ per $N^{(n)}(\Delta)$, si avrà:

$$(85) \qquad a\Delta + b + \frac{M^{(n-1)}(\Delta)}{N^{(n)}(\Delta)}$$

dove le costanti a e b risultano dalla divisione ed $M^{(n-1)}(\Delta)$ è il resto; è facile vedere d'altra parte che:

$$(86) \qquad M^{(n-1)}(\Delta) = M^{(n+1)}(\Delta) - (a\Delta + b)\, N^{(n)}(\Delta)$$

ed $a = \frac{a_m}{b_n}$ dove a_m e b_m sono i coefficienti delle massime potenze di Δ, rispettivamente in $M^{(n+1)}(\Delta)$ ed in $N^{(n)}(\Delta)$.

In queste condizioni, l'operatore (84) messo sotto la forma (85) può essere valutato nel modo seguente:

$$f(\Delta)\, 1(t) = a\Delta\, 1(t) + b + \frac{M^{(n-1)}(o)}{N(o)} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{M^{(n-1)}(\alpha_i)}{\alpha_i N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t}$$

da cui, sostituendo in luogo di $M^{(n-1)}(\alpha_i)$ l'espressione (86) e tenuto conto che è $N(\alpha_i) = o$, si ottiene:

$$(87) \qquad f(\Delta)\, 1(t) = a F u(t) + \frac{M^{(n+1)}(o)}{N(o)} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{M^{n+1}(\alpha_i)}{\alpha_i N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t}$$

L'espressione (87) è quella che si sarebbe ottenuta applicando il teorema dello sviluppo all'operatore (84) con l'aggiunta del termine impulsivo $a F u(t)$: se ne trae come conseguenza che: Il teorema dello sviluppo può essere direttamente applicato in tutti quei casi in cui il grado del polinomio $M(\Delta)$ è inferiore o eguale a quello del polinomio $N(\Delta)$; può essere applicato anche nel caso in cui il grado di $M(\Delta)$ è superiore di una unità rispetto a quello di $N(\Delta)$, a condizione di aggiungere al risultato un termine impulsivo $a F u(t)$ il cui coefficiente a è eguale al rapporto dei coefficienti delle massime potenze di Δ che si trovano rispettivamente al numeratore ed al denominatore.

L'espressione generalizzata del teorema dello sviluppo, formola (39) non ammette le estensioni di cui sopra, esse sono bensì applicabili alle formole (50), (51), (53).

Le considerazioni svolte negli ultimi due capitoli hanno mostrato che alcuni problemi tecnici possono dar luogo a risultati che comprendono delle grandezze elettriche aventi andamento impulsivo, ciò dimostra come sia giustificata l'introduzione della funzione impulsiva unitaria. Naturalmente la funzione impulsiva come è stata da noi definita, non rappresenta che un limite che in pratica non si può raggiungere, e quando dal calcolo risulta che una grandezza elettrica per uno o più valori del tempo assume andamento impulsivo, ciò vuol dire che essa subisce quello che in pratica suol chiamarsi un «guizzo» (ad es. si verifica un guizzo di corrente nella scarica di un condensatore attraverso un conduttore di resistenza piccolissima).

8. - Proprietà dei circuiti elettrici deducibili dagli operatori che esprimono le relazioni tra le grandezze elettriche in gioco.

Molte proprietà dei circuiti elettrici in regime transitorio, dipendono direttamente dalla forma degli operatori cui essi dànno luogo. È questo uno dei lati più interessanti del metodo degli operatori, infatti, come vedremo in seguito nello studio preliminare di un circuito in regime transitorio, le proprietà che di esso interessano ed il suo comportamento in condizioni particolari, possono dedursi direttamente dagli operatori senza che sia necessario valutarli.

1°) Se nella relazione simbolica tra due grandezze elettriche, al simbolo Δ si sostituisce il valore zero si ottiene l'espressione del comportamento del circuito in corrente continua.

Infatti le impedenze generalizzate relative alle capacità diventano infinite, e quelle relative alle induttanze si annullano; rimangono invece inalterate quelle relative alle resistenze che, come sappiamo sono indipendenti dal simbolo Δ.

Questa regola è valida per operatori di qualsiasi forma.

2°) Se al simbolo Δ si sostituisce $j\omega$ ($\omega = 2\pi f$ dove f è la frequenza) si ha, come sappiamo, la relazione simbolica tra grandezze alternative di pulsazione ω.

Anche questa proprietà è generale e ne conosciamo già la dimostrazione.

3°) Se nella data relazione simbolica, si fa tendere Δ all'infinito, il limite esprime il rapporto tra la grandezza incognita e quella nota, nei primi istanti susseguenti a $t = o$, quando quest'ultima è della forma $1(t)$.

La dimostrazione di questa proprietà nel caso in cui l'operatore è espresso sotto forma di una funzione razionale del simbolo Δ è molto semplice. In questo caso infatti, essendo il circuito in studio ad elementi con costanti concentrate, nell'intorno dell'origine dei tempi, le capacità si comportano come conduttori di resistenza nulla, mentre le induttanze come conduttori di resistenza infinita, e ciò, perchè la derivata della tensione per $t = o$ è infinita: analiticamente questo fatto può essere messo in evidenza attribuendo alle impedenze generalizzate corrispondenti ad una capacità e ad una induttanza, rispettivamente i valori zero ed infinito, ciò equivale del resto a supporre $\Delta = \infty$.

Questa proprietà è molto importante dal punto di vista pratico dato che permette, in molti casi di studiare in modo molto semplice il comportamento di circuiti o apparecchi nelle condizioni più sfavorevoli. È spesso molto utile studiare la distribuzione iniziale della tensione lungo l'avvolgimento di un trasformatore sotto l'azione di un'onda di sovratensione di forma rettangolare; così pure è importantissimo conoscere il comportamento delle protezioni contro le sovratensioni sotto le stesse condizioni e così via.

4°) Il caso dell'onda rettangolare rappresenta soltanto un limite che, sebbene costituisce la sollecitazione più pericolosa in molti casi pratici, per evidenti ragioni, non può essere mai raggiunto in realtà; in molte applicazioni anzi, può rendersi necessaria la determinazione del valore iniziale di una espressione simbolica riferentesi ad un determinato problema quando la funzione del tempo alla quale è applicato l'operatore ha un andamento qualsiasi. Si tratta in altri termini di determinare il valore iniziale di un'espressione simbolica, quando l'operando è una grandezza elettrica comunque variabile nel tempo, applicata all'istante $t = o$ (del resto se l'origine dei tempi non coincidesse con l'inizio del fenomeno, un semplice cambiamento di variabile riconduce al caso precedente). Mostriamo come ciò si possa fare mediante un artificio che, per quanto ci risulta, non è stato finora usato da altri.

Supponiamo di ricercare il valore iniziale dell'espressione $f(\Delta)\, \mathcal{V}(t)\, 1(t)$ quando l'andamento della funzione $\mathcal{V}(t)\, 1(t)$ è ad esempio quello rappresentato in fig. 17.

Nei riguardi di ciò che avviene nell'istante in cui la sollecitazione $\mathcal{V}(t)\, 1(t)$ viene applicata, e negli istanti immediatamente seguenti (che indicheremo convenzionalmente con $t = +o$) nulla cambia se alla $\mathcal{V}(t)\, 1(t)$ si sostituisce un'altra funzione che abbia un andamento iniziale identico o ciò che è lo stesso, che coincida con la $\mathcal{V}(t)$ per $t = o$ ed abbia la stessa derivata all'origine. Se indichiamo con $\mathcal{W}(t)$ la nuova funzione, si deve avere:

$$\mathcal{W}(o) = \mathcal{V}(o)\,; \qquad \left[\frac{\partial \mathcal{W}(t)}{\partial t}\right]_{t=0} = \left[\frac{\partial \mathcal{V}(t)}{\partial t}\right]_{t=0}$$

In queste condizioni, se l'operatore $f(\Delta)$ non implica derivazioni di ordine superiori al primo (vedremo meglio tra breve il significato di questa restrizione) si avrà:

$$\left[f(\Delta)\,\mathcal{V}(t)\,1(t)\right]_{t=+0} = \left[f(\Delta)\,\mathcal{W}(t)\,1(t)\right]_{t=+0}$$

e ciò per il principio di successione, dato che i valori dell'espressione dipendono esclusivamente da quelli che l'operando ha assunto

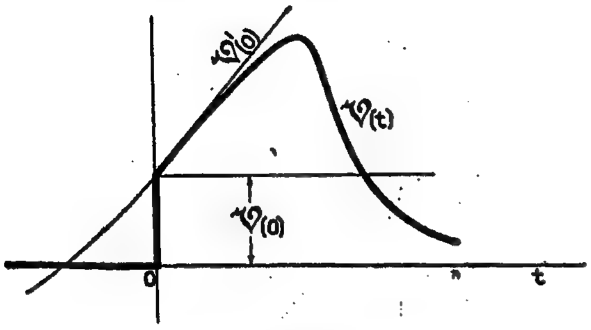


Fig. 17.

precedentemente, e nel nostro caso, le funzioni $\mathcal{W}(t)$ e $\mathcal{W}(t)$, coincidono in tutto l'intervallo di tempo compreso tra $-\infty$ e $+0$. Indichiamo con α_0 la derivata della $\mathcal{V}(t)$ per $t = 0$, cioè:

$$\left[\frac{\partial\,\mathcal{V}(t)}{\partial t}\right]_{t=0} = \alpha_0 = \mathcal{V}'(0)$$

è facile verificare che la funzione:

$$\mathcal{W}(t) = \mathcal{V}_0 - 1 + e^{\alpha_0 t} \tag{88}$$

soddisfa alle condizioni poste per cui:

$$\mathcal{V}_0 = \mathcal{W}(0) \quad \text{e} \quad \left[\frac{\partial\mathcal{W}(t)}{\partial t}\right]_{t=0} = \alpha_0$$

Ciò posto si ha successivamente:

$$f(\Delta)\,\mathcal{W}(t)\,1(t) = f(\Delta)\left[e^{\alpha_0 t} + (\mathcal{V}_0 - 1)\right]1(t)$$
$$= e^{\alpha_0 t} f(\Delta + \alpha_0)\,1(t) + (\mathcal{V}_0 - 1)\,f(\Delta)\,1(t)$$

quindi:

$$\mathcal{J}(+0) = \left[f(\Delta)\,\mathcal{W}(t)\,1(t)\right]_{t=+0} = \lim_{\Delta\to\infty}\left[f(\Delta+\alpha_0) + (\mathcal{V}_0 - 1)\,f(\Delta)\right] \tag{89}$$

Se si fosse posto:

$$\mathcal{W}(t) = \mathcal{V}_0 + 1 - e^{-\alpha t}$$

si sarebbe ottenuto:

$$\mathcal{J}(+0) = \lim_{\Delta\to\infty}\left[(\mathcal{V}_0 + 1)\,f(\Delta) - f(\Delta - \alpha)\right] \tag{89 bis}$$

L'identità tra le formole (89) ed (89 *bis*) apparisce più chiaramente scrivendole rispettivamente sotto la forma:

$$\lim\left[f(\Delta+\alpha_0) - f(\Delta)\right] + \mathcal{V}_0 \lim f(\Delta)$$

e

$$\lim\left[f(\Delta) - f(\Delta - \alpha_0)\right] + \mathcal{V}_0 \lim f(\Delta)$$

Le due espressioni (89) ed (89 *bis*) si equivalgono completamente se $f(\Delta)$, per Δ tendente all'infinito tende ad un valore finito o ad un valore infinito del primo ordine, in altri termini, il grado in Δ dell'espressione $f(\Delta)$ deve essere non superiore all'unità.

La formola (89) suggerisce qualche considerazione circa i risultati ai quali conduce.

a) Se $\lim_{\Delta\to\infty} f(\Delta)$ ha un valore finito è:

$$\lim_{\Delta\to\infty}\left[f(\Delta+\alpha_0) - f(\Delta)\right] = 0$$

quindi, nei riguardi del valore iniziale della $\mathcal{J}$ tutto avviene come se l'operando fosse $\mathcal{V}_0\,1(t)$.

b) Se $\lim_{\Delta\to\infty} f(\Delta)$ è semplicemente infinito, il limite di $[f(\Delta+\alpha_0) - f(\Delta)]$ è generalmente finito, mentre il termine $\mathcal{W}_0 \lim_{\Delta\to\infty} f(\Delta) = \infty$ e dà luogo quindi ad un impulso iniziale dovuto all'andamento rettangolare della $\mathcal{V}(t)\,1(t)$ in corrispondenza dell'origine.

5°) Altro elemento importantissimo dal punto di vista pratico è, oltre il valore iniziale di un'espressione simbolica, anche il suo andamento in corrispondenza dell'origine, cioè, con riferimento alla sua rappresentazione grafica, l'inclinazione della tangente all'origine.

Si tratta quindi di determinare il valore di:

$$\left[\frac{\partial}{\partial t} f(\Delta)\,\mathcal{V}(t)\,1(t)\right]_{t=+0} = \left[\Delta f(\Delta)\,\mathcal{V}(t)\,1(t)\right]_{t=+0} = \left[\frac{\partial\,\mathcal{J}}{\partial t}\right]_{t=+0}$$

applicando quindi le formule trovate precedentemente, possiamo scrivere:

$$\left[\frac{\partial\,\mathcal{J}(t)}{\partial t}\right]_{t=+0} = \lim_{\Delta\to\infty}\left[(\Delta+\alpha_0)\,f(\Delta+\alpha_0) - \Delta f(\Delta)\right] + \mathcal{V}_0 \lim_{\Delta\to\infty}\Delta f(\Delta) \tag{90}$$

Si possono ripetere qui le considerazioni fatte a proposito della formola (89).

Vediamo ora come i risultati ottenuti possono applicarsi all'esame di alcune proprietà dei circuiti finora studiati, e cioè di quelli formati da una rete di costituzione qualsiasi comprendente resistenze induttanze capacità ed induzioni mutue. Lo studio di tali circuiti dà luogo come abbiamo visto ad operatori della forma:

$$f(\Delta) = \frac{M(\Delta)}{N(\Delta)} = \frac{a_1\Delta^m + a_2\Delta^{m-1} + \ldots\ldots a}{b_1\Delta^n + b_2\Delta^{n-1} + \ldots\ldots b} \tag{91}$$

Esaminiamo i tre casi che possono presentarsi nella pratica, con riferimento ad una tensione applicata avente l'andamento rappresentato in fig. 17.

Caso 1°) $m = n - 1$. — Si verifica facilmente che la funzione $f(\Delta)\,\mathcal{V}(t)\,1(t)$ è nulla all'origine; infatti $\lim_{\Delta\to\infty} f(\Delta) = 0$.

Per trovare la derivata all'origine, mettiamo l'operatore $\Delta f(\Delta)$ sotto la forma:

$$\Delta f(\Delta) = \frac{a_1}{b_1} + \frac{M^{(n-1)}(\Delta)}{N^{(n)}(\Delta)}$$

dove $M^{(n-1)}(\Delta)$ è di grado $n - 1$ in Δ.

In queste condizioni si ha:

$$\lim_{\Delta\to\infty}\left[(\Delta+\alpha_0)\,f(\Delta+\alpha_0) - \Delta f(\Delta)\right] = 0$$

mentre:

$$\mathcal{V}_0 \lim_{\Delta\to\infty}\Delta f(\Delta) = \mathcal{V}_0\frac{a_1}{b_1}$$

Ne risulta che in questo caso, la $\mathcal{J}(t)$ presenta all'origine le caratteristiche seguenti (fig. 18):

$$\left\{\begin{array}{l}\mathcal{J}_0 = 0\\[4pt] \mathcal{J}'_{+0} = \mathcal{V}_0\dfrac{a_1}{b_1}\end{array}\right. \tag{92}$$

Se l'operando non avesse un andamento rettangolare all'origine e fosse per conseguenza $\mathcal{V}_0 = 0$ sarebbe $\mathcal{J}'(+0) = 0$.

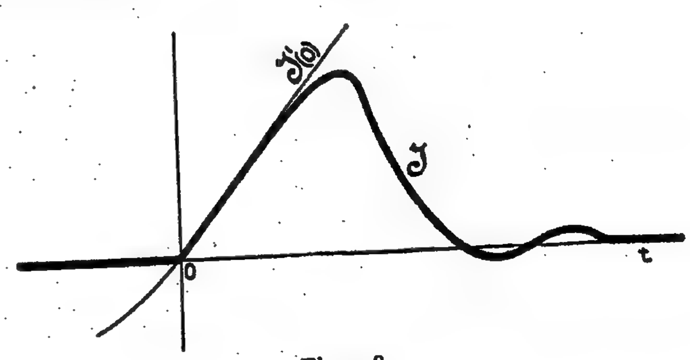


Fig. 18.

Caso 2°) $m = n$. — La $f(\Delta)$ prende in questo caso la forma:

$$f(\Delta) = \frac{a_1}{b_1} + \frac{M^{(n-1)}(\Delta)}{N(\Delta)}$$

per cui procedendo come precedentemente spiegato, si trova che il valore iniziale della $\mathcal{J}(t)$ è $\mathcal{V}_0\dfrac{a_1}{b_1}$. Per ciò che riguarda la derivata all'origine, si ha che:

$$\Delta f(\Delta) = \frac{a_1}{b_1}\Delta + \frac{1}{b_1}\left(a_2 - \frac{b_2}{b_1}a_1\right) + \frac{M^{(n-1)}(\Delta)}{N(\Delta)}$$

per cui:

$$\lim_{\Delta\to\infty}\left[(\Delta+\alpha_0)\, f(\Delta+\alpha_0) - \Delta f(\Delta)\right] = \alpha_0 \frac{a_1}{b_1}$$

$$\left[\mathcal{V}_0 \Delta f(\Delta)\, 1(t)\right]_{t=+0} = \mathcal{V}_0 \frac{a_1}{b_1} F u(t) + \frac{\mathcal{V}_0}{b_1}\left(a_2 + \frac{b_2}{b_1} a_1\right)$$

Il termine impulsivo che comparisce nella derivata della $\mathcal{J}(t)$ è dovuto al fatto che la $\mathcal{J}(t)$ passa bruscamente, in corrispondenza dell'origine da zero al valore $\mathcal{V}_0 \frac{a_1}{b_1}$. In definitiva si ha in questo caso (fig. 19):

$$(93)\quad \begin{cases} \mathcal{J}_{+0} = \mathcal{V}_0 \dfrac{a_1}{b_1} \\ \mathcal{J}'_{+0} = \alpha_0 \dfrac{a_1}{b_1} + \dfrac{\mathcal{V}_0}{b_1}\left(a_2 - b_2 \dfrac{a_1}{b_1}\right) \end{cases}$$

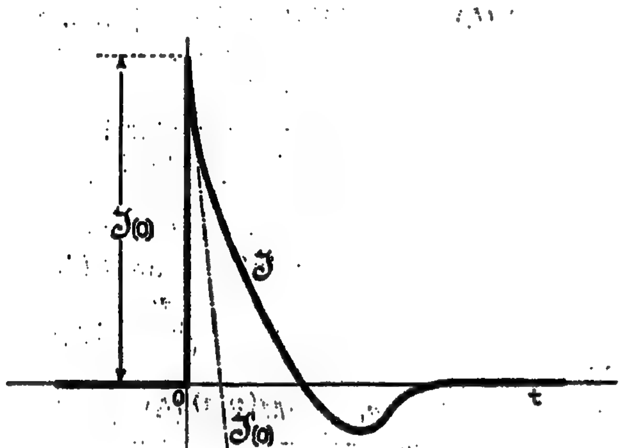


Fig. 19.

Caso 3°) $m = n + 1$. — Effettuando la divisione si ha come di solito:

$$f(\Delta) = \frac{a_1}{b_1}\Delta + \frac{1}{b_1}\left(a_2 - b_2 \frac{a_1}{b_1}\right) + \frac{M^{(n-1)}(\Delta)}{N(\Delta)}$$

Procedendo come nel caso precedente, si trova che la $\mathcal{J}$ ha andamento impulsivo in corrispondenza dell'origine, poi assume il valore espresso dalla seconda formola delle (93); il termine impulsivo $\mathcal{V}_0 \frac{a_1}{b_1} F u(t)$ è dovuto alla discontinuità all'origine della funzione $\mathcal{V}(t)\, 1(t)$.

Per la ricerca della derivata all'origine della $\mathcal{J}'_0$, dalla divisione si ha che:

$$(94)\quad \Delta \cdot f(\Delta) = A\Delta^2 + B\Delta + C + \frac{M^{(n-1)}(\Delta)}{N(\Delta)}$$

dove:

$$(95)\quad \begin{cases} A = \dfrac{a_1}{b_1} \\ B = \dfrac{1}{b_1}\left(a_2 - b_2 \dfrac{a_1}{b_1}\right) \\ C = \left(a_3 - b_3 \dfrac{a_1}{b_1}\right) - \dfrac{b_2}{b_1}\left(a_2 - b_2 \dfrac{a_1}{b_1}\right) \end{cases}$$

Sappiamo già che il termine $\frac{M^{(n-1)}(\Delta)}{N(\Delta)}$ può essere trascurato nei riguardi della ricerca del valore della $\mathcal{J}'$ per $t = 0$.

Rimane quindi da determinare:

$$\left[(A\Delta^2 + B\Delta + C)\, \mathcal{V}(t)\, 1(t)\right]_{t=+0}.$$

Se con β si indica la derivata seconda della $\mathcal{V}(t)$ per $t = 0$, e cioè si pone:

$$\left[\frac{\partial^2 \mathcal{V}(t)}{\partial t^2}\right]_{t=0} = \beta_0$$

si ottiene facilmente:

$$(96)\quad \begin{cases} \mathcal{J}_0 = \mathcal{V}_0 \dfrac{a_1}{b_1} F u(t) + \alpha_0 \dfrac{a_1}{b_1} + \mathcal{V}_0 \dfrac{1}{b_1}\left(a_2 - b_2 \dfrac{a_1}{b_1}\right) \\ \mathcal{J}'_0 = A\beta_0 + B\alpha_0 + C\mathcal{V}_0 \end{cases}$$

In fig. 20 è rappresentato l'andamento della $\mathcal{J}$.

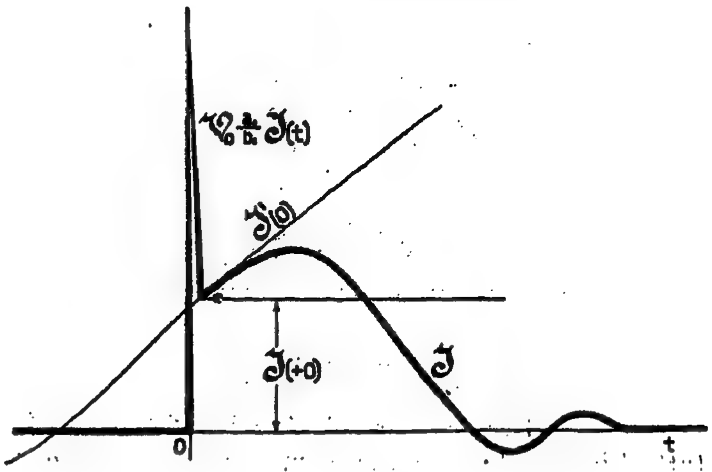


Fig. 20.

6°) Come abbiamo visto precedentemente, un operatore esprime in generale la trasformazione di una funzione del tempo in un'altra; è evidente che questa trasformazione non implica deformazione, quando l'operatore si riduce ad una costante numerica ovvero alla forma:

$$f(\Delta) = k\, e^{h\Delta}$$

in quest'ultimo caso, infatti, si ha la trasformazione seguente:

$$f(\Delta)\, \mathcal{V}(t) = k\, e^{h\Delta}\, \mathcal{V}(t) = k\, \mathcal{V}(t+h)$$

che consiste in una moltiplicazione per il fattore numerico k ed in una traslazione h lungo l'asse dei tempi.

Operatori di questa forma si presentano nello studio della propagazione delle perturbazioni elettriche lungo le linee di trasmissione e nei cavi.

Esaminiamo ora un esempio pratico relativamente semplice che si riferisce alla tecnica dei rilievi all'oscillografo a raggi catodici. In fig. 21 è rappresentato un divisore di tensione del tipo « a resistenza capacità »: la tensione $\mathcal{V}(t)$ in studio è applicata tra i poli A e B mentre la tensione applicata alle placche deflettrici dell'oscillografo è derivata tra i punti A' e B: determiniamo le condizioni alle quali debbono soddisfare le costanti del circuito affinchè la tensione $\mathcal{V}_1(t)$ sia riprodotta dall'oscillografo senza deformazione e cioè si abbia:

$$(96)\quad \mathcal{V}_1(t) = k\, \mathcal{V}(t) \quad \text{dove} \quad k < 1.$$

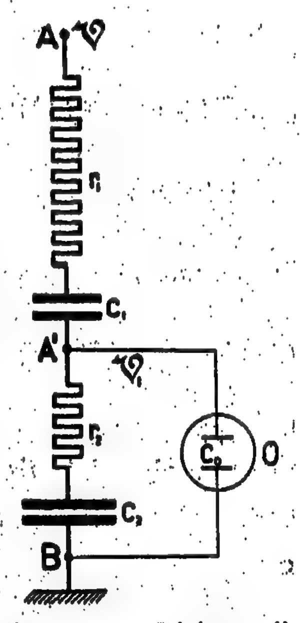


Fig. 21. — Divisore di tensione del tipo a resistenza e capacità per registrazioni oscillografiche di fenomeni transitori a decorso rapido.

La corrente che circola nella resistenza r_1 è data dalla espressione:

$$\mathcal{J}(t) = \left\{\left(r_1 + \frac{1}{\Delta c_1}\right) + \left(r_2 + \frac{1}{\Delta c_2}\right)\right\}^{-1} \cdot \mathcal{V}(t)$$

La tensione $\mathcal{V}_1(t)$ sarà data quindi da:

$$\mathcal{V}_1(t) = \left(r_2 + \frac{1}{\Delta c_2}\right)\mathcal{J}(t) = \frac{1}{1 + \dfrac{c_2}{c_1}\left(\dfrac{1+\Delta r_1 c_1}{1+\Delta r_2 c_2}\right)} \cdot \mathcal{V}(t)$$

ne risulta che la condizione (96) sarà soddisfatta soltanto se:

$$1 + \Delta r_1 c_1 = 1 + \Delta r_2 c_2$$

e cioè se

$$(97)\quad \frac{r_1}{r_2} = \frac{c_2}{c_1}$$

In queste condizioni si ha:

$$(98)\quad \mathcal{V}_1(t) = \left(\frac{c_1}{c_1 + c_2}\right)\mathcal{V}(t)$$

Il rapporto $\dfrac{c_1}{c_1 + c_2}$ permette di stabilire la scala delle tensioni nelle registrazioni oscillografiche.

Nelle formole precedenti abbiamo trascurato la capacità parassita c_0 tra le placche dell'oscillografo e tra le connessioni di esso con il divisore: è facile vedere che se questa capacità non è sufficientemente piccola per poter essere trascurata, non è possibile ottenere una riproduzione la quale non sia affetta da deformazioni.

Nel caso attuale, la corrente $\mathcal{J}(t)$ nella resistenza r_1 è data da:

$$\mathcal{J}(t) = \frac{1}{Z_1 + Z_2} \cdot \mathcal{V}(t)$$

dove:

$$Z_1 = r_1 + \frac{1}{\Delta c_1} = \frac{c_1 r_1 \Delta + 1}{\Delta c_1}$$

$$Z_2 = \frac{\dfrac{1}{\Delta c_0}\left(\dfrac{c_2 r_2 \Delta + 1}{\Delta c_2}\right)}{\dfrac{1}{\Delta c_0} + \dfrac{c_2 r_2 \Delta + 1}{\Delta c_2}} = \frac{c_2 r_2 \Delta + 1}{\Delta (c_2 + c_0 + c_0 c_2 r_2 \Delta)}.$$

Si ottiene facilmente:

$$\mathcal{J}(t) = \frac{c_0 c_1 c_2 r_2 \Delta^2 + c_1 (c_1 + c_2) \Delta}{c_0 c_1 c_2 r_1 r_2 \Delta^2 + [c_2 r_2 (c_0 + c_1) + c_1 r_1 (c_0 + c_2)] \Delta + c_0 + c_1 + c_2} \cdot \mathcal{V}(t)$$

e quindi:

$$\mathcal{V}_1(t) = c_1 \left\{ \frac{c_2 r_2 \Delta + 1}{c_0 c_1 c_2 r_1 r_2 \Delta^2 + [c_2 r_2 (c_0 c_1) + c_1 r_1 (c_0 + c_2) [\Delta + c_0 + c_1 + c_2} \right\} \mathcal{V}(t)$$

Ci si rende facilmente conto che affinchè sia verificata la condizione (96) deve essere:

$$c_0 = 0 \quad e \quad \frac{r_1}{r_2} = \frac{c_2}{c_1}$$

si ricade cioè nel caso precedente. È facile vedere che per evitare la deformazione dovuta alla capacità c_0, basta aggiungere un condensatore di capacità conveniente tra i punti A e A'.

Lo studio delle proprietà dei divisori di tensione ha formato l'oggetto di molte ricerche [29].

9. - Studio dei fenomeni susseguenti alla chiusura ed all'apertura di circuiti elettrici.

In molti problemi tecnici, interessa conoscere l'effetto di un corto circuito in una rete come pure quello della chiusura o dell'apertura di un interruttore, specialmente per ciò che riguarda i fenomeni transitori che da queste variazioni prendono origine. Tutti questi fenomeni possono essere agevolmente studiati mediante il calcolo operatorio impostando convenientemente il problema.

Studio dei fenomeni susseguenti alla chiusura di un circuito. — Data una rete di costituzione qualsiasi, sia $\mathcal{V}(t)$ la tensione variabile applicata tra due nodi; siano inoltre m ed n altri due nodi, tra i quali in un certo istante, si produce un corto circuito: si richiede di determinare l'effetto combinato della tensione variabile $\mathcal{V}(t)$ e del corto circuito tra m ed n, in un ramo qualsiasi della rete. A tale scopo, dato che al corto circuito corrisponde una brusca variazione di tensione, simuliamo il fenomeno nel modo seguente: si supporrà che tra i nodi m ed n venga applicata una tensione variabile eguale alla differenza di potenziale che per effetto della $\mathcal{V}(t)$ si produce normalmente tra m ed n e che nell'istante in cui avviene il corto questa tensione cambi di segno: se segue che a partire da questo istante, il potenziale di m, viene a coincidere con quello di n; per conseguenza, qualora si voglia ricercare la corrente $\mathcal{J}_r(t)$ in un ramo qualsiasi del circuito, si ha che prima del corto essa sarà data, come già sappiamo, da una espressione del tipo:

$$\mathcal{J}_r(t) = \mathcal{Y}(\Delta)\, \mathcal{V}(t)$$

mentre a partire dall'istante in cui si produce il corto è:

$$\mathcal{J}_r(t) = \mathcal{Y}(\Delta)\, \mathcal{V}(t) + \mathcal{Y}_1(\Delta) [-\mathcal{V}(t)] = \mathcal{Y}(\Delta)\, \mathcal{V}(t) - \mathcal{Y}_1(\Delta)\, \mathcal{V}(t)$$

Per ciò che riguarda la tensione $\mathcal{V}_1(t)$ la sua determinazione dipende da un'espressione del tipo:

$$\mathcal{V}_1(t) = f(\Delta)\, \mathcal{V}(t)$$

Analogamente si procederebbe qualora si volesse determinare l'effetto del corto circuito sulla tensione tra due nodi qualsiasi invece che sulla corrente in un ramo.

In generale si può dire che: I fenomeni susseguenti ad un corto circuito tra due punti m ed n di una rete, si possono studiare supponendo che nell'istante in cui si produce il corto circuito, venga applicata tra i punti m ed n una tensione eguale e contraria a quella che in condizioni normali si verificherebbe tra gli stessi punti.

Vedremo più avanti alcune applicazioni di questa regola.

Studio dei fenomeni susseguenti alla brusca apertura di un ramo in una rete. — In questo caso, si procede in modo simile a quanto è stato fatto nel caso precedente; infatti l'apertura di un ramo di un circuito, può essere simulata a tutti gli effetti dall'esistenza in esso di una f.e.m. la quale si mantiene nulla fino all'istante in cui viene a mancare la continuità, ed assume a partire da esso un valore tale da annullare la corrente. Se $\mathcal{J}_1(t)$ è la corrente che circola nel ramo considerato, si deve supporre inserita in esso una f.e.m. $\mathcal{E}(t)$ la quale a partire dall'istante in cui avviene il distacco, produce la corrente $-\mathcal{J}_1(t)$ in modo che la corrente risultante assume valore zero. Se l'impedenza generalizzata della rete tra i poli dell'interruttore aperto è $\mathcal{Z}(\Delta)$, la relazione simbolica che permette di calcolare la f.e.m. $\mathcal{E}$ è:

$$\mathcal{E}(t) = -\mathcal{Z}(\Delta)\, \mathcal{J}_1(t)$$

Per conseguenza la corrente in un ramo qualsiasi della rete sarà data da un'espressione del tipo:

$$\mathcal{J}_r(t) = \mathcal{Y}(\Delta)\, \mathcal{V}(t)$$

prima dell'apertura dell'interruttore; ed in seguito da:

$$\mathcal{J}_r(t) = \mathcal{Y}(\Delta)\, \mathcal{V}(t) + \mathcal{Y}_1(\Delta)\, \mathcal{E}(t) = \mathcal{Y}(\Delta)\, \mathcal{V}(t) - \mathcal{Y}_1(\Delta)\, \mathcal{Z}(\Delta)\, \mathcal{J}_1(t)$$

dove, come abbiamo detto, la $_1(t)$ è la corrente che circolerebbe nell'interruttore qualora questo rimanesse chiuso.

In generale si può dire che l'apertura di un interruttore in una rete può essere simulata supponendo questo sede di una f.e.m. tale da produrre nel ramo considerato una corrente eguale ed opposta a quella che circola normalmente in esso.

Esempi di applicazione si troveranno nello studio dell'apertura di un corto circuito di un alternatore.

Naturalmente, in base alle considerazioni svolte in questo paragrafo è facile studiare l'effetto di una brusca variazione delle costanti di un circuito così come una variazione di resistenza di capacità, ecc. Ad esempio l'aumento di una resistenza dal valore r_0 ad r può essere simulato dall'apertura di un interruttore che shunta la $(r - r_0)$.

10. - Comportamento di una rete di circuiti in regime transitorio.

Abbiamo mostrato nei paragrafi precedenti che lo studio di una rete di circuiti in regime transitorio può essere effettuato agevolmente e senza limitazioni mediante il calcolo degli operatori, e ciò sotto la sola condizione di normalità la quale esige che le costanti dei circuiti in esame, si mantengano effettivamente « costanti » durante tutto il fenomeno in studio.

Si è visto che un operatore può essere considerato come una espressione abbreviata della relazione che esiste tra una determinata causa e l'effetto che essa produce.

Nello studio dei circuiti elettrici, i problemi che possono presentarsi rientrano generalmente nell'enunciato seguente:

Date le tensioni applicate tra un certo numero di coppie di nodi di una rete (cause) determinare la corrente (effetto) da esse provocata in uno o più rami, ovvero la tensione (effetto) ai poli di essi; e ciò senza nessuna limitazione nei riguardi della forma delle tensioni applicate in funzione del tempo.

Uno dei problemi che più spesso si presenta in pratica, consiste nella determinazione della corrente assorbita da una rete di circuiti, quando tra due nodi di essa, viene applicata una tensione espressa in funzione del tempo: dalla relazione tra queste due grandezze se ne deducono molte altre di pratica utilità.

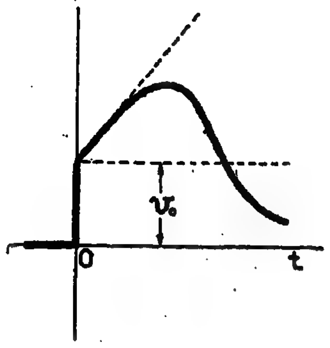
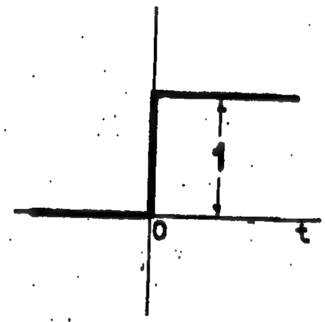
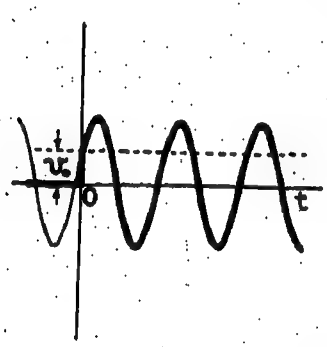
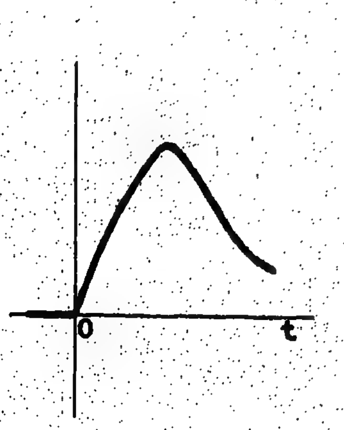
Le espressioni simboliche che si presentano nello studio dei circuiti elettrici, sono, come abbiamo visto, della forma:

$$\mathcal{J}(t) = \Sigma \frac{M(\Delta)}{N(\Delta)} \mathcal{V}(t)$$

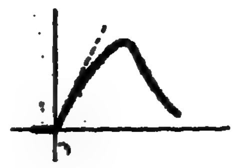
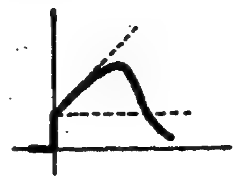
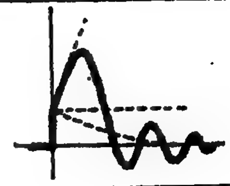
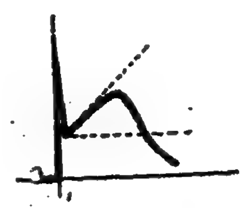
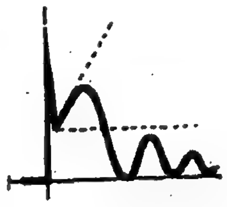
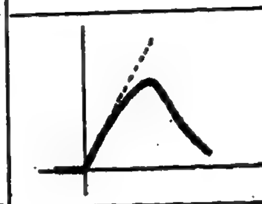
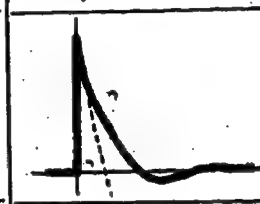
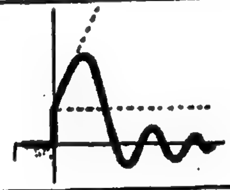
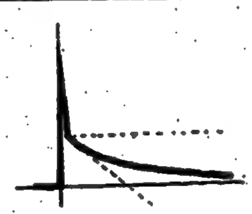
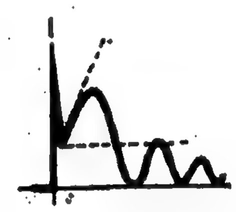
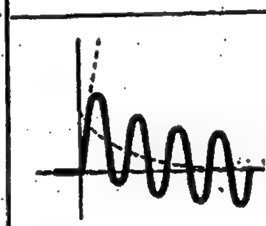
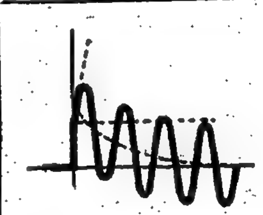
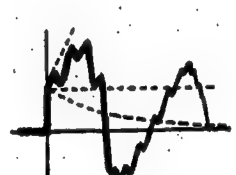
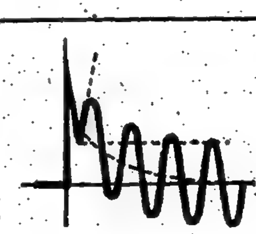
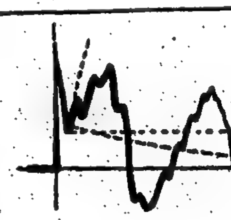
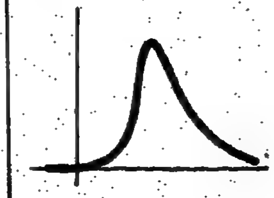
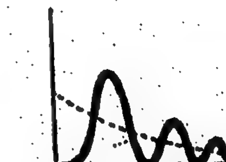
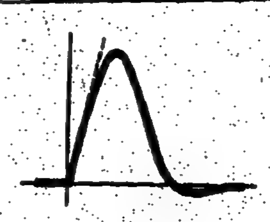
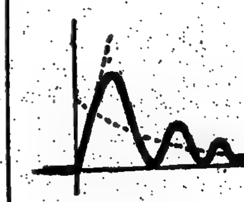
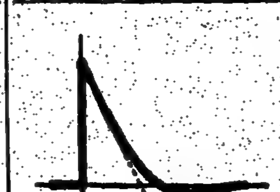
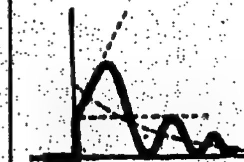
e risultano dalla somma di espressioni del genere della seguente:

$$\mathcal{J}_1(t) = \frac{M_1(\Delta)}{N_1(\Delta)} \mathcal{V}_1(t)$$

Tavola delle formule d'interpretazione dell'espressione

Rappresentazione convenzionale della $\mathcal{V}(t)$	Espressione della $\mathcal{V}(t)$	Caratteristica dell'operatore Relazione tra m ed n	Valore iniziale della $\mathcal{J}(t)$ $\mathcal{J}_0$	Tangente all'origine $\left[\frac{\partial \mathcal{J}(t)}{\partial t}\right]_{t=0}$
	Funzione generica $\mathcal{V}(t)$	$m = n - 1$	0	$v_0 \frac{a_1}{b_1}$
		$m = n$	$v_0 \frac{a_1}{b_1}$	$\alpha \frac{a_1}{b_1} + \frac{v_0}{b_1}\left(a_2 + b_2 \frac{a_1}{b_1}\right)$
		$m = n + 1$	$v_0 \frac{a_1}{b_1} Fu(t) + \alpha \frac{a_1}{b_1} + \frac{v_0}{b_1}\left(a_2 + b_2 \frac{a_1}{b_1}\right)$	$\beta \frac{a_1}{b_1} + \frac{\alpha}{b_1}\left(a_2 + b_2 \frac{a_1}{b_1}\right) + v_0\left[a_3 - b_3 \frac{a_1}{b_1} - \frac{b_2}{b_1}\left(a_2 - b_2 \frac{a_1}{b_1}\right)\right]$
	Funzione unitaria $\mathbf{I}(t)$ (onda rettangolare)	$m = n - 1$	0	$\frac{a_1}{b_1}$
		$m = n$	$\frac{a_1}{b_1}$	$\frac{1}{b_1}\left(a_2 + b_2 \frac{a_1}{b_1}\right)$
		$m = n + 1$	$\frac{a_1}{b_1} Fu(t) + \frac{b_2}{b_1}\left(a_2 - b_2 \frac{a_1}{b_1}\right)$	$a_3 - b_3 \frac{a_1}{b_1} - \frac{b_2}{b_1}\left(a_2 - b_2 \frac{a_1}{b_1}\right)$
	Brusca applicazione di un'onda sinusoidale $\mathcal{V}(t) = V e^{j(\omega t + \delta)}\, \mathrm{I}(t) = \mathbf{V}\, \delta\, e^{j\omega t}\, \mathrm{I}(t) = V \sin(\omega t + \delta)\, \mathrm{I}(t)$	$m = n - 1$	0	$v_0 \frac{a_1}{b_1}$
		$m = n$	$v_0 \frac{a_1}{b_1}$	$\alpha \frac{a_1}{b_1} + \frac{v_0}{b_1}\left(a_2 + b_2 \frac{a_1}{b_1}\right)$
		$m = n + 1$	$v_0 \frac{a_1}{b_1} Fu(t) + \alpha \frac{a_1}{b_1} + \frac{v_0}{b_1}\left(a_2 + b_2 \frac{a_1}{b_1}\right)$	$\beta \frac{a_1}{b_1} + \frac{\alpha}{b_1}\left(a_2 + b_2 \frac{a_1}{b_1}\right) + v_0\left[a_3 - b_3 \frac{a_1}{b_1} - \frac{b_2}{b_1}\left(a_2 - b_2 \frac{a_1}{b_1}\right)\right]$
	Onda aperiodica $\mathcal{V}(t) = (e^{-at} - e^{-bt})\, \mathrm{I}(t)$	$m = n - 1$	0	0
		$m = n$	0	$(b - a) \frac{a_1}{b_1}$
		$m = n + 1$	$(b - a) \frac{a_1}{b_1}$	$(a^2 - b^2) \frac{a_1}{b_1} + \frac{(b - a)}{b_1}\left(a_2 + b_2 \frac{a_1}{b_1}\right)$

$$\mathcal{J}(t) = f(\Delta)\,\mathcal{V}(t) = \frac{M(\Delta)}{N(\Delta)}\,\mathcal{V}(t) = \left(\frac{a_1\Delta^m + a_2\Delta^{m-1} + a_3\Delta^{m-3} + \ldots a}{b_1\Delta^n + b_2{}^{n-1} + b_3\Delta^{n-3} + \ldots b}\right)\mathcal{V}(t)$$

Valore permanente della $\mathcal{J}(t)$	Espressione analitica della $\mathcal{J}(t)$ per $t > 0$	Esempio di rappresentazione della $\mathcal{J}(t)$ — Caso aperiodico	Caso periodico	*Osservazioni*
—	$\sum_1^n \frac{M(\alpha_i)}{N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t} \int_{-\infty}^{t} e^{-\alpha_i t}\,\mathcal{V}(t)\,dt$			Le α_i sono le radici dell'equazione $N(\Delta) = 0$. Nel caso di α_i complesso vedere ai capitoli V e VI.
—	Ridurre alla forma $A\,\mathcal{V}(t) + \frac{M_{(n-1)}(\Delta)}{N(\Delta)}\,\mathcal{V}(t)$ e valutare il secondo termine c. s.			$\alpha = \left[\frac{\partial \mathcal{V}(t)}{\partial t}\right]_{t=0}$
—	Ridurre alla forma $A\,\mathcal{V}(t) + B\,\frac{\partial \mathcal{V}(t)}{\partial t} + \frac{M_{(n-1)}(\Delta)}{N(\Delta)}\,\mathcal{V}(t)$ e procedere c. s.			$\beta = \left[\frac{\partial^2 \mathcal{V}(t)}{\partial t^2}\right]_{t=0}$
$\frac{a}{b}$	$\frac{M(0)}{N(0)} + \sum_1^n \frac{M(\alpha_i)}{\alpha_1 N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t}$			
$\frac{a}{b}$	$\frac{M(0)}{N(0)} + \sum_1^n \frac{M(\alpha_i)}{\alpha_1 N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t}$			« Teorema dello sviluppo ». Vedi capitolo V, e osservazioni al capitolo VII.
$\frac{a}{b}$	$\frac{a_1}{b_1} Fu(t) + \frac{M(0)}{N(0)} + \sum_1^n \frac{M(\alpha_i)}{\alpha_i N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t}$			
$V_\delta \frac{M(j\omega)}{N(j\omega)} e^{j\omega t}$	$\mathbf{V}_\delta\left[\frac{M(j\omega)}{N(j\omega)} e^{j\omega t} + \sum_1^n \left(\frac{\alpha_i + j\omega}{\alpha_i^2 + \omega^2}\right) \frac{M(\alpha_i)}{N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t}\right]$			Se $\mathcal{V}(t) = V \sin(\omega t + \delta)$ · 1 (t) è $v_0 = V \sin \delta$
$V_\delta \frac{M(j\omega)}{N(j\omega)} e^{j\omega t}$	$\mathbf{V}_\delta\left[\frac{M(j\omega)}{N(j\omega)} e^{j\omega t} + \sum_1^n \left(\frac{\alpha_i + j\omega}{\alpha_i^2 + \omega^2}\right) \frac{M(\alpha_i)}{N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t}\right]$			$\alpha = \omega\,V \cos \delta$
$V_\delta \frac{M(j\omega)}{N(j\omega)} e^{j\omega t}$	$\frac{a_1}{b_1} \mathbf{V}_\delta\, Fu(t) + \mathbf{V}_\delta\left[\frac{M(j\omega)}{N(j\omega)} e^{j\omega t} + \sum_1^n \left(\frac{\alpha_i + j\omega}{\alpha_i^2 + \omega^2}\right) \frac{M(\alpha_i)}{N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t}\right]$			$\beta = -\omega^2 V \sin \delta$
0	$\frac{M(a)}{N(a)} e^{-at} + \frac{M(b)}{N(b)} e^{-bt} + \sum_1^n \frac{a - b}{(\alpha_i - a)(\alpha_i - b)} \frac{M(\alpha_i)}{N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t}$			
0	$\frac{M(a)}{N(a)} e^{-at} + \frac{M(b)}{N(b)} e^{-bt} + \sum_1^n \frac{a - b}{(\alpha_i - a)(\alpha_i - b)} \frac{M(\alpha_i)}{N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t}$			La $\mathcal{V}(t)$ assume il suo valore max per $t_m = \frac{1}{b - a} \lg_e \frac{b}{a}$ Vedi esempio in Appendice II.
0	$\frac{M(a)}{N(a)} e^{-at} + \frac{M(b)}{N(b)} e^{-bt} + \sum_1^n \frac{a - b}{(\alpha_i - a)(\alpha_i - b)} \frac{M(\alpha_i)}{N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t}$			

dove $M_1(\Delta)$ ed $N_1(\Delta)$ sono polinomi in Δ rispettivamente di grado m ed n.

È facile rendersi conto del fatto che se l'espressione simbolica in questione esprime una relazione tra tensione e corrente, possono verificarsi i tre casi seguenti:

$$1^0 \quad m = n - 1 \qquad 2^0) \quad m = n \qquad 3^0) \quad m = n + 1$$

Infatti indicando con η il grado dell'espressione $\dfrac{M_1(\Delta)}{N(\Delta)}$ è:

$$\eta = m - n$$

Ora è evidente che η assume il massimo valore nell'espressione dell'ammettenza generalizzaaa di un circuito formato eslusivamente da condensatori ($\mathcal{Y}(\Delta) = \Delta\, c$) ovvero quando tra i morsetti di un circuito qualsiasi sono inserite delle capacità: in questo caso si ha dunque:

$$\eta = 1 \quad \text{ed} \quad m = n + 1$$

Il valore minimo di η si ha quando l'ammettenza considerata si riferisce ad una induttanza: in questo caso si ha:

$$\eta = -1 \quad \text{ed} \quad m = n - 1$$

È quindi tra questi limiti che può variare il grado degli operatori funzionali che si presentano nello studio della dipendenza tra tensione (causa) e corrente (effetto).

È facile vedere che in ogni caso è:

$$m \geqslant n + 1$$

La determinazione dell'impedenza generalizzata di un circuito in funzione delle sue costanti, non presenta maggiori difficoltà di quelle relative alla determinazione dell'impedenza dello stesso circuito in regime alternativo permanente. Quando si tratta di circuiti relativamente semplici l'espressione dell'impedenza generalizzata si scrive direttamente o in base a qualche semplice trasformazione; quando si tratta invece di circuiti di costituzione complessa, occorre scrivere le equazioni di Kirchhoff e risolvere il sistema risultante; ad evitare questo lavoro fastidioso, riporteremo in Appendice una regola molto semplice, trovata dal Ravut, in base alla quale è possibile scrivere, senza acun calcolo preliminare l'impedenza di un circuito di costituzione data.

Una volta scritta l'espressione simbolica, è quasi immediata la determinazione del valore iniziale, della tangente all'origine, e, quando è il caso del valore permanente della funzione incognita. Ad esempio, nello studio dei fenomeni di sovratensione, una delle principali caratteristiche è la ripidità dell'onda di tensione ovvero il suo gradiente in funzione del tempo nei diversi punti di un circuito (ad ese. una linea). Altro elemento molto importante nello studio dei fenomeni di sovratensione è la distribuzione iniziale della tensione tra le diverse parti di un circuito. Per riferirci ad un caso pratico, si può ad esempio porre il problema della determinazione del comportamento degli avvolgimenti di un trasformatore quando ai suoi morsetti viene applicata un'onda di sovratensione di forma data: è del massimo interesse in questo caso, conoscere la ripidità delle sovratensioni che ne risultano lungo l'avvolgimento e ciò per stabilire dei criteri in base ai quali proporzionare l'isolamento. In questo problema entrano in gioco le capacità tra i diversi elementi dell'avvolgimento, come pure le auto- e mutue induzioni ad essi relative.

Quando è necessario conoscere la grandezza incognita sotto forma di funzione analitica del tempo ovvero di diagramma, si rende necessaria la valutazione dell'operatore che, come si è visto, non implica particolari difficoltà. Quando il grado del denominatore $N(\Delta)$ dell'espressione simbolica è superiore al 2^0, è opportuno risolvere l'equazione:

$$N(\Delta) = 0$$

per approssimazione in base al metodo esposto in Appendice che è quello che meglio si presta al caso nostro.

Nella tavola I sono riportate in forma ordinata le formole più importanti relative allo studio dei fenomeni transitori nelle reti. Oltre alle formole risolutive generali, sono riportate anche quelle che si riferiscono ad operandi di forma particolare che si presentano spesso nelle applicazioni. Accanto alle formole sono riportate, le rappresentazioni grafiche tipo sia dell'operando che del risultato, e ciò sia nel caso aperiodico che nel caso periodico. Questa tavola riassuntiva, meglio di qualsiasi ulteriore considerazione mette in evidenza la relazione che esiste tra le proprietà dei circuiti e la forma degli operatori che ad essi si riferiscono: essa costituisce inoltre una guida efficace per l'esecuzione dei calcoli.

*

Per ciò che riguarda la natura dei fenomeni transitori, possiamo distinguerli in due categorie.

1°) Fenomeni transitori a decorso lento.
2°) Fenomeni transitori a decorso rapido.

È evidente che non sarebbe possibile stabilire una delimitazione netta tra le due categorie; si può dire in ogni caso che sotto la denominazione di fenomeni transitori a decorso lento, vengono compresi tutti quei transienti la cui durata non scende al disotto di qualche millesimo di secondo, mentre quelli più rapidi verranno compresi sotto la denominazione di fenomeni transitori a decorso rapido.

A questa suddivisione corrisponde un modo di impostazione dei problemi da risolvere essenzialmente diverso.

I fenomeni di corto circuito nelle macchine e negli impianti elettrici industriali, appartengono ad esempio alla prima categoria, dato che la loro durata non scende al disotto di qualche frazione di periodo; appartengono alla stessa categoria i fenomeni susseguenti all'inserzione ed alla disinserzione di circuiti sulle reti industriali, ecc.

Alla seconda categoria appartengono invece i fenomeni di sovratensione dovuti al fulmine essendo la loro durata compresa tra qualche microsecondo e cento microsecondi.

È evidente ad esempio che le equazioni relative al comportamento di un alternatore in regime transitorio di corto circuito, non hanno nulla di comune con quelle relative all'influenza di un'onda di sovratensione sui suoi avvolgimenti. Mentre nel primo caso, hanno importanza preponderante le reattanze ed i coefficienti di mutua induzione dei circuiti statorici e rotorici, nel secondo, questi elementi non hanno influenza apprezzabile, mentre assumono importanza essenziale le capacità verso massa degli avvolgimenti; il loro coefficiente di autoinduzione, risulta quasi indipendente dalla presenza del ferro che si comporta in questo caso da un lato come una delle armature di un condensatore il cui dielettrico è costituito dall'isolamento dei conduttori e dall'altro come mezzo assorbente.

Nei paragrafi seguenti mostreremo a titolo di esempio, come vengono dedotte le relazioni generali che defluiscono il comportamento di un alternatore in regime transitorio, quelle relative all'influenza delle sovratensioni sopra gli avvolgimenti di un trasformatore ed infine verrà esaminato sommariamente il comportamento di un generatore d'impulsi in relazione a particolari condizioni di funzionamento.

Questi esempi oltre a mostrare quanto semplifichi la trattazione dei problemi pratici il calcolo degli operatori, serviranno di guida al lettore che voglia affrontare nuovi problemi o estendere la trattazione di problemi già studiati.

11. - Equazioni generali delle macchine sincrone in regime transitorio.

Le relazioni simboiche tra le grandezze elettriche e magnetiche in gioco in una macchina sincrona in regime transitorio possono

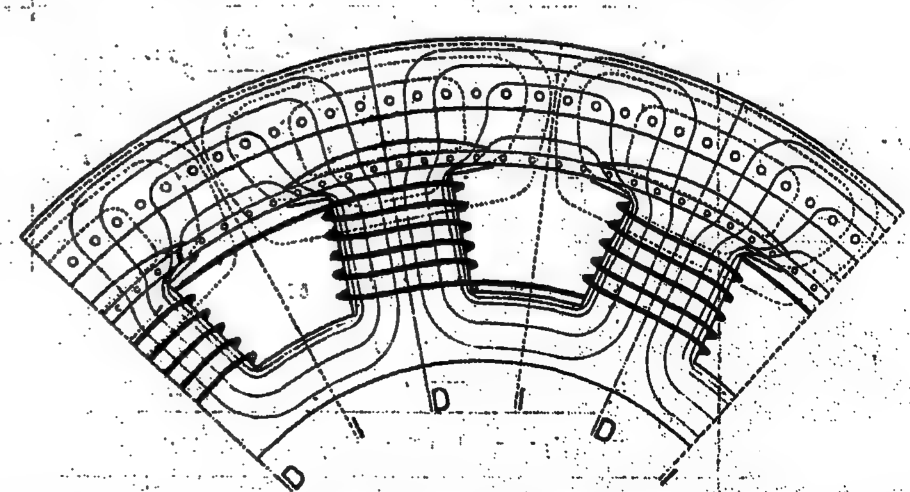


Fig. 22. — Andamento dei flussi diretto (in tratto pieno) e trasverso (in tratto punteggiato) in una macchina sincrona.
D - asse diretto
I - » in quadratura.

essere stabilite agevolmente in base alla teoria delle due reazioni la quale permette di ricondurre lo studio della macchina a quello di un circuito equivalente relativamente semplice.

Con riferimento alla fig. 22, chiameremo asse diretto l'asse di simmetria di un polo induttore ed asse in quadratura l'asse che si trova a metà distanza tra due poli. Si suppone che il rotore della

macchina comprenda: 1°) l'avvolgimento di campo, simmetrico rispetto all'asse diretto; 2°) un avvolgimento smorzatore simmetrico rispetto all'asse diretto (collari di campo); 3°) un avvolgimento smorzatore simmetrico rispetto all'asse in quadratura.

In regime permanente, il flusso dovuto alla corrente di statore avrà in generale il suo asse di simmetria in una posizione intermedia tra quella dell'asse diretto e quella dell'asse in quadratura e ciò in dipendenza della fase della corrente di statore rispetto a quella della tensione a vuoto (i cui valori di cresta si trovano necessariamente sull'asse diretto).

Il flusso di statore può in ogni caso essere decomposto in due componenti, l'una avente per asse di simmetria l'asse diretto e l'altra l'asse in quadratura: a queste due componenti del flusso corrispondono due componenti della corrente di statore che chiameremo componente diretta e componente in quadratura.

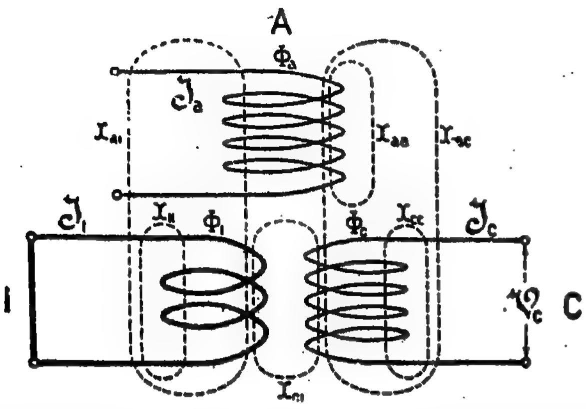


Fig. 23. — Circuito equivalente ad una macchina sincrona in regime transitorio e scomposizione dei flussi che abbracciano gli avvolgimenti statorico A, rotorico C, e di smorzamento 1.

Nella fig. 22 è stato disegnato l'andamento dei flussi diretto ed in quadratura in regime permanente. È facile vedere che, nel caso in cui il rotore è del tipo a poli salienti, la riluttanza magnetica che si oppone al passaggio della componente in quadratura del flusso, è molto maggiore di quella che si oppone al passaggio della componente diretta.

Per un osservatore animato dello stesso movimento del rotore, le componenti del flusso e della corrente di statore si mantengono costanti, quindi gli avvolgimenti smorzatori, essendo attraversati da un flusso invariabile, non sono percorsi da corrente e l'avvolgimento di campo è percorso semplicemente dalla corrente costante di eccitazione.

Le cose cambiano non appena intervengono variazioni nel flusso di statore provocate da variazioni corrispondenti della corrente di statore o della corrente nell'avvolgimento di campo; in questo caso, a queste variazioni, corrispondono delle reazioni magnetiche e delle correnti transitorie negli avvolgimenti rotorici.

Se si ammette, come del resto è lecito in pratica, che non vi è legame magnetico tra gli avvolgimenti rotorici simmetrici rispetto all'asse diretto e quelli simmetrici rispetto all'asse in quadratura, i fenomeni relativi ad essi, possono essere studiati separatamente ed in modo perfettamente analogo. Da quanto si è detto si deduce facilmente che lo studio quantitativo di questi fenomeni transitori può essere fatto sul circuito equivalente rappresentato in fig. 23.

Si sono indicati rispettivamente con Φ_a, Φ_c, Φ_1; $\mathcal{J}_a(t)$, $\mathcal{J}_c(t)$, $\mathcal{J}_1(t)$; x_{aa}, x_{cc}, x_{11}; r_a, r_c, r_1, i flussi, le correnti, le reattanze di autoinduzione e le resistenze relative ai circuiti, di armatura, di campo e di smorzamento. Con $\mathcal{V}_c(t)$ si è indicata la tensione applicata al circuito di campo.

È facile vedere che se il tempo viene espresso in radianti elettrici, cioè se alla variabile t si sostituisce la variabile:

$$2\pi f t$$

dove f è la frequenza normale della macchina, i flussi relativi ai diversi circuiti, in qualsiasi condizione di regime (normale o perturbato) sono legati alle correnti dalle seguenti relazioni.

$$(99)\quad \begin{cases} \Phi_1 = x_{11}\mathcal{J}_1(t) + x_{c1}\mathcal{J}_c(t) - x_{a1}\mathcal{J}_a(t) \\ \Phi_c = x_{cc}\mathcal{J}_c(t) + x_{1c}\mathcal{J}_1(t) - x_{ac}\mathcal{J}_a(t) \\ \Phi_a = x_{ac}\mathcal{J}_c(t) + x_{a1}\mathcal{J}_1(t) - x_{aa}\mathcal{J}_a(t) \end{cases}$$

Queste relazioni si riferiscono all'asse diretto; in esse con x_{ac}, x_{a1}, x_{c1} (o ciò che è lo stesso x_{ca}, x_{1a}, x_{1c}) vengono rappresentate le reattanze di mutua induzione tra le coppie di circuiti di armatura e di campo, di armatura e di smorzamento, di campo e di smorzamento.

Si ha inoltre per il circuito di campo e per quello di smorzamento:

$$(100)\quad \mathcal{V}_c(t) - \mathcal{J}_c(t)\, r_c = \Delta\Phi_c$$

$$(101)\quad -\mathcal{J}_1(t)\, r_1 = \Delta\Phi_1$$

Sostituendo nelle equazioni (100) e (101) ai flussi Φ_c e Φ_1 i valori dati dalle prime due relazioni (99) e risolvendo rispetto alle correnti variabili $\mathcal{J}_c(t)$ ed $\mathcal{J}_1(t)$ rispettivamente si ottiene:

$$(102)\quad \mathcal{J}_c(t) = \frac{(\Delta x_{11} + r_1)\,\mathcal{V}_c(t) + \left[(x_{11}x_{ac} - x_{c1}x_{a1})\Delta^2 + r_1 x_{ac}\Delta\right]\mathcal{J}_a(t)}{(x_{11}x_{cc} - x^2_{1c})\Delta^2 + (x_{11}r_c + x_{cc}r_1)\Delta + r_1 r_c}$$

$$(103)\quad \mathcal{J}_1(t) = \frac{-\Delta x_{1c}\,\mathcal{V}_c(t) + \left[(x_{cc}x_{a1} - x_{c1}x_{ac})\Delta^2 + x_{a1}r_c\Delta\right]\mathcal{J}_a(t)}{(x_{11}x_{cc} - x^2_{1c})\Delta^2 + (x_{11}r_c + x_{cc}r_1)\Delta + r_1 r_c}$$

Introducendo le (102) e (103) nell'ultima delle (99), si ottiene la relazione generale che lega il flusso di statore alla tensione applicata all'avvolgimento di campo ed alla corrente di armatura.

$$(104)\quad \Phi_a = A(\Delta)\cdot\mathcal{V}_c(t) + \mathcal{Z}(\Delta)\,\mathcal{J}_a(t)$$

dove:

$$(105)\quad A(\Delta) = -\frac{(x_{11}x_{ac} - x_{c1}x_{a1})\Delta + x_{ac}r_1}{N(\Delta)}$$

$$(106)\quad \mathcal{Z}(\Delta) = x_a - \frac{(x_{11}x^2_{ac} - 2x_{c1}x_{a1}x_{ac} + x_{cc}x^2_{a1})\Delta^2 + (x^2_{ac}r_1 + x^2_{a1}r_c)}{N(\Delta)}$$

e

$$(107)\quad N(\Delta) = (x_{11}x_{cc} - x^2_{1c})\Delta^2 + (x_{11}r_c + x_{cc}r_1)\Delta + r_1 r_c$$

In modo del tutto analogo si deducono le relazioni che si riferiscono all'asse in quadratura, anzi, aggiungendo l'indice q alle grandezze ad esso relative, l'espressione del flusso in quadratura Φ_{aq} si deduce immediatamente dalla (104); infatti non avendo l'avvolgimento di campo nessun elemento simmetrico rispetto all'asse in quadratura, l'espressione $A_q(\Delta)$ è nulla, mentre la $\mathcal{Z}_q(\Delta)$ diventa:

$$(108)\quad \mathcal{Z}_a(\Delta) = x_{aq} - \frac{x^2_{a1q}\Delta}{x_{11}\Delta + r_{1q}}$$

e

$$(109)\quad \Phi_{aq} = \mathcal{Z}_q(\Delta)\,\mathcal{J}_{aq}(t)$$

dove x_{aq} è la reattanza in quadratura dell'avvolgimento statorico, x_{a1q} è la reattanza di mutua induzione tra l'avvolgimento statorico e l'avvolgimento smorzatore simmetrico rispetto all'asse in quadratura ed x_{11q} la reattanza di autoinduzione relativa a quest'ultimo.

È facile rendersi conto del fatto che le relazioni riportate si prestano a molte applicazioni importanti per ciò che riguarda lo studio delle macchine sincrone in regime transitorio: le formole (104) e (109) permettono ad esempio di ricavare subito le espressioni della reattanza subtransitoria diretta e della reatttanza subtransitoria in quadratura definite come il rapporto tra la variazione della tensione statorica e quella della corrente di armatura nei primi istanti susseguenti alla variazione stessa, quando questa è di forma rettangolare.

Quando la tensione nel circuito di eccitazione è costante, si ha che l'espressione della reattanza subtransitoria diretta è:

$$\mathcal{Z}' = \left[\frac{\Phi_a}{\mathcal{J}_a}\right]_{t=0} = \left[Z(\Delta)\right]_{\Delta\to\infty}$$

per cui:

$$(110)\quad \mathcal{Z}' = x_a - \frac{x_{11}x^2_{ac} - 2x_{c1}x_{a1}x_{ac} + x_{cc}x^2_{a1}}{x_{11}x_{cc} - x^2_{1c}}$$

Analogamente si ottiene l'espressione della reattanza subtransitoria in quadratura che è:

$$(111)\quad \mathcal{Z}'_q = x_q - \frac{x^2_{a1q}}{x_{11q}}$$

Queste reattanze servono per il calcolo delle correnti istantanee di corto circuito.

Non presenta maggior difficoltà lo studio della ripercussione di una brusca variazione della corrente di statore sul circuito di eccitazione. Se questa variazione di corrente statorica è di forma rettangolare e si rappresenta con $I\cdot 1(t)$ si ha la componente variabile della corrente nel circuito di eccitazione dalla (102) la quale

tenendo presente la (104): dà

$$(112) \qquad \mathcal{J}_c(t) = I\,\Delta \cdot A(\Delta)\,1(t)$$

La valutazione di questa espressione si fa agevolmente in base alle regole esposte: il valore iniziale della $\mathcal{J}_c(t)$ si otterrà dalla (112) facendo tendere Δ all'infinito per cui:

$$(113) \qquad \mathcal{J}_c(0) = \frac{x_{11}\,x_{ac} - x_{c1}\,x_{a1}}{x_{11}\,x_{cc} - x^2_{1c}}$$

Le costanti di tempo che intervengono nei fenomeni transitori, dipendono dalle radici dell'equazione:

$$N(\Delta) = 0$$

che si risolve senza difficoltà.

Non possiamo qui neppure accennare alle molteplici possibili applicazioni ed estensioni delle formole generali ricavate; ci basti per ora di aver mostrato come il calcolo degli operatori permette di trattare con grande semplicità i problemi più complessi relativi al funzionamento delle macchine sincrone. Questo argomento, sul quale ci ripromettiamo di ritornare in seguito, è stato trattato in diversi scritti da Park, Linville, Hamilton, ecc. [18] [19] [20], sono noti poi i lavori classici del Biermann [22] e del Rüdenberg.

Le equazioni generali relative al comportamento di un trasformatore a tre circuiti in regime transitorio (quando si tratti di fenomeni a decorso lento) non sono molto dissimili da quelle ottenute nel caso delle macchine sincrone.

Nello stesso ordine d'idee non presenta difficoltà neppure lo studio del comportamento in regime transitorio di un trasformatore ad un numero qualsiasi di avvolgimenti, fatte naturalmente, le dovute riserve per ciò che riguarda i fenomeni secondari dovuti alla saturazione del ferro.

12. - Comportamento di una bobina sotto l'azione di una sovratensione a decorso rapido.

Prendiamo in considerazione l'effetto di un'onda di sovratensione sull'avvolgimento di un trasformatore con neutro a terra. L'avvolgimento in questione può, in una prima analisi, essere assimilato al circuito rappresentato in fig. 24 in cui sono schematizzate le self-induzioni e le capacità degli elementi che lo compongono, e le loro capacità verso terra (rappresentata nel nostro caso dal nucleo e dal cassone. Analogamente a quanto si fa nello sudio delle lunghe linee di trasmissione, sostituiamo a questo complesso circuito a

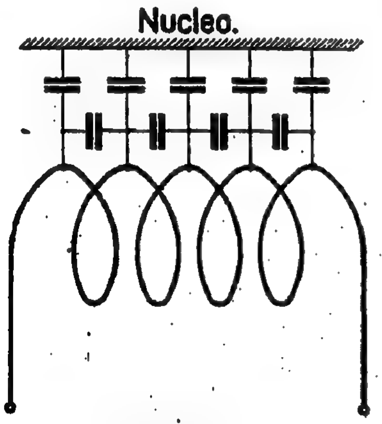


Fig. 24. — Schema elettrico equivalente ad una bobina di trasformatore. L'influenza delle capacità tra spire e verso massa è notevole nel caso di fenomeni a decorso molto rapido, mentre è trascurabile nel caso di fenomeni a decorso lento.

costanti distribuite, un circuito approssimativamente equivalente, a costanti concentrate e costituito da una catena di elementi come rappresentato in fig. 25, e studiano il comportamento di esso. Questa sostituzione è ammissibile in molti casi della pratica e permette di studiare l'andamento della tensione in due punti della bobina. Al circuito della fig. 24 equivale quello della fig. 25 *a*, nel quale se si trascura la resistenza dell'avvolgimento, che non influisce in modo apprezzabile sull'andamento iniziale dei fenomeni,

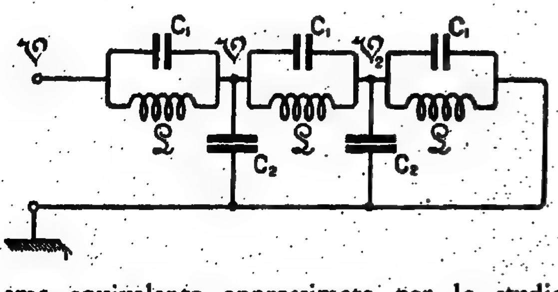


Fig. 25. — Schema equivalente approssimato per lo studio del comportamento di una bobina di trasformatore in regime transitorio.

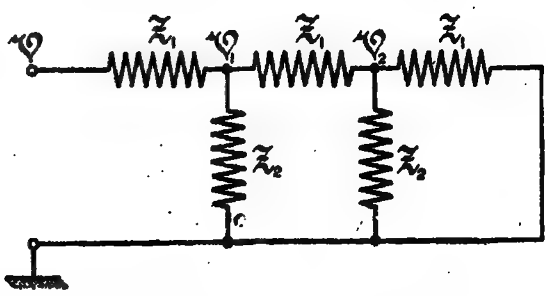


Fig. 25 *a*. — Schema di principio equivalente a quello della fig. 25.

si ha con riferimento alle notazioni della figura:

$$\mathcal{Y}_1 = \Delta c_1 + \frac{1}{\Delta L} = \frac{\Delta^2 L c_1 + 1}{\Delta L} \quad ; \quad \mathcal{Y}_2 = \Delta c_2$$

ovvero

$$\mathcal{Z}_1 = \frac{\Delta L}{\Delta^2 L c_1 + 1} \quad ; \quad \mathcal{Z}_2 = \frac{1}{\Delta c_2}$$

L'impedenza generalizzata del circuito è:

$$\mathcal{Z} = \mathcal{Z}_1 + \frac{\mathcal{Z}_2\left(\mathcal{Z}_1 + \dfrac{\mathcal{Z}_1\mathcal{Z}_2}{\mathcal{Z}_1+\mathcal{Z}_2}\right)}{\mathcal{Z}_1 + \mathcal{Z}_2 + \dfrac{\mathcal{Z}_1\mathcal{Z}_2}{\mathcal{Z}_1+\mathcal{Z}_2}} = \mathcal{Z}_1\,\frac{(\mathcal{Z}_1+\mathcal{Z}_2)\,(\mathcal{Z}_1+3\,\mathcal{Z}_2)}{(\mathcal{Z}_1+\mathcal{Z}_2)^2+\mathcal{Z}_1\mathcal{Z}_2}$$

L'ammettenza generalizzata corrispondente risulta essere, dopo facili passaggi:

$$\mathcal{Y} = \frac{1}{\mathcal{Z}} = \frac{\mathcal{Y}_1}{2}\left\{\frac{\mathcal{Y}_2}{\mathcal{Y}_1+\mathcal{Y}_2} + \frac{\mathcal{Y}_2 + 2\,\mathcal{Y}_1}{\mathcal{Y}_2 + 3\,\mathcal{Y}_1}\right\}$$

Ora se si indica con $\mathcal{J}_1(t)$ la corrente totale, si ha:

$$\mathcal{V}_1(t) = \mathcal{V}(t) - \mathcal{Z}_1\mathcal{J}_1(t) = \mathcal{V}(t) - \mathcal{Z}_1\mathcal{Y}\,\mathcal{V}(t)$$

da cui:

$$(114)\ \mathcal{V}_1(t) = (1 - \mathcal{Z}_1\mathcal{Y})\,\mathcal{V}(t) = \left\{1 - \tfrac{1}{2}\left[\frac{\mathcal{Y}_2}{\mathcal{Y}_1+\mathcal{Y}_2} + \frac{\mathcal{Y}_2+2\,\mathcal{Y}_1}{\mathcal{Y}_2+3\,\mathcal{Y}_1}\right]\right\}\mathcal{V}(t)$$

si ha d'altra parte:

$$\mathcal{V}_2(t) = \mathcal{V}_1(t) - \mathcal{Z}_1\mathcal{J}_2(t) = \mathcal{V}_1(t) - \mathcal{Z}_1[\mathcal{J}_1(t) - \mathcal{Y}_2\mathcal{V}_1(t)]$$
$$= \mathcal{V}_1(t) - \mathcal{Z}_1[\mathcal{Y}\,\mathcal{V}(t) - \mathcal{Y}_2\mathcal{V}_1(t)]$$

Sostituendo per $\mathcal{V}_1(t)$ l'espressione trovata e semplificando, si ottiene:

$$(115) \qquad \mathcal{V}_2(t) = \tfrac{1}{2}\left\{\frac{\mathcal{Y}_2+2\,\mathcal{Y}_1}{\mathcal{Y}_2+3\,\mathcal{Y}_1} - \frac{\mathcal{Y}_2}{\mathcal{Y}_1+\mathcal{Y}_2}\right\}$$

Se alle ammettenze generalizzate si sostituiscono i loro valori effettivi si ha:

$$\frac{\mathcal{Y}_2}{\mathcal{Y}_1+\mathcal{Y}_2} = \frac{L\,c_2\,\Delta^2}{(c_1+c_2)\,L\,\Delta^2+1}$$

$$\frac{\mathcal{Y}_2+2\,\mathcal{Y}_1}{\mathcal{Y}_2+3\,\mathcal{Y}_1} = \frac{(c_2+3\,c_1)\,L\,\Delta^2+2}{(c_2+3\,c_1)\,L\,\Delta^2+3}$$

Nel caso in cui $\mathcal{V}(t) = 1(t)$ si ha dal teorema dello sviluppo:

$$\left[\frac{\mathcal{Y}_2}{\mathcal{Y}_1+\mathcal{Y}_2}\right]1(t) = \tfrac{2}{3} + \frac{c_2}{3\,(c_2+3\,c_1)}\cos\sqrt{\frac{3}{L\,(c_2+3\,c_1)}}$$

$$\left[\frac{\mathcal{Y}_2+2\,\mathcal{Y}_1}{\mathcal{Y}_2+3\,\mathcal{Y}_1}\right]1(t) = \left(\frac{c_2}{c_1+c_2}\right)\cos\frac{1}{\sqrt{L\,(c_1+c_2)}}\,t$$

Ne risulta che le formole (114) e (115) diventano:

$$(114\ \text{bis})\ \mathcal{V}_1(t) = \tfrac{2}{3} - \frac{c_2}{6\,(c_2+3\,c_1)}\cos\frac{\sqrt{3}\,t}{\sqrt{L\,(c_2+3\,c_1)}} +$$
$$+ \frac{c_2}{2\,(c_1+c_2)}\cos\frac{t}{\sqrt{L\,(c_1+c_2)}}.$$

$$(115\ bis)\quad \mathcal{V}_2(t) = \frac{1}{3} + \frac{c_2}{6\,(c_2 + 3\,c_1)} \cos \frac{\sqrt{3}\,t}{\sqrt{L\,(c_2 + 3\,c_1)}} - \frac{c_2}{2\,(c_1 + c_2)} \cos \frac{t}{\sqrt{L\,(c_1 + c_2)}}\,.$$

Come si vede dalle formole (114 *bis*) e (115 *bis*) le tensioni provocate da un'onda rettangoare di sovratensione sono oscillatorie e risultano dalla sovrapposizione di due sinusoidi di frequenza diversa. Essendosi trascurata la resistenza degli avvolgimenti, non si ha smorzamento, ma ciò non toglie importanza pratica alle formole trovate dato che per ciò che riguarda il primo semiperiodo, che è quello che più interessa, non si è lontani dalla realtà. Molti altri esempi del genere ed alcuni calcoli numerici sono riportati nell'Appendice di una memoria dell'Ing. Bellaschi [28] (il lettore correggerà facilmente alcuni errori di stampa). Sviluppi più completi si trovano in alcune delle memorie citate in appendice.

Come si è visto anche in questo esempio, l'impostazione del problema non presenta maggiori difficoltà di quelle che si hanno nel caso delle correnti alternate sinusoidali, e l'interpretazione è quasi immediata. (*continua*).

PROVE FOTOMETRICHE COMPARATIVE SU APPARECCHI CATA-DIOTTRICI PER SEGNALAZIONI LUMINOSE

G. PERI

È paragonato il comportamento di diversi apparecchi catarifrangenti per segnalazioni luminose stradali, sia per quanto riguarda l'emissione di luce (riflessione nelle varie direzioni) sia l'angolo di obliquità (limite di obliquità del fascio incidente, per cui l'apparecchio è capace di funzionare).

Il principio e lo scopo di questi apparecchi, alcuni dei quali sono noti, secondo il brevetto originario, col nome di *cataphote*, sono stati già descritti in questo giornale (1). Trattasi in sostanza di sistemi ottici catarifrangenti, in cui le proprietà di rifrazione e di riflessione del vetro e di uno strato metallico che lo ricopre su di una faccia, sono utilizzate per rinviare un fascio di luce, che colpisca il cristallo argentato, approssimativamente nella stessa direzione da cui proveniene. Chiunque pertanto guidi un veicolo con i fanali di testa accesi, è posto in grado dalla luce stessa dei fanali rinviata dal dispositivo, di scorgere a distanza segnali di avvertimento, di allarme o di pericolo.

In questi ultimi due anni sia le Case fabbricanti detti apparecchi sia le varietà degli apparecchi stessi sono andate aumentando molto di numero; abbiamo vetrerie costrutte in Italia, a Fidenza, ad Altare, od altrove, e vetrerie provenienti dall'estero, specie dalla Boemia; al brevetto degli elementi sezionali (2) proprio del Cataphote, se ne sono aggiunti altri per elementi bifocali o plurifocali (fig. 1), e per dischi a elementi misti (fig. 2).

La fig. 1 rappresenta un monoelemento a 4 fuochi; le superfici sferiche *a*, *b*, *c*, *d* hanno raggi successivamente crescenti; in un monoelemento del tipo comune o monofocale la superficie riflettente sarebbe una sola, *a a'*. Un elemento di questo ultimo tipo per presentare un *grande angolo di obliquità* (150 gradi) (3) dovrebbe essere a semisfera riflettente completa, come in *a a' a''*. Questa grande obliquità non è tuttavia necessaria nei casi pratici, e gli elementi hanno forme tronche, più o meno ridotte e meno ingombranti.

In un elemento a forma tronca, come quello della fig. 1, supposto monofocale, l'obliquità potrà essere ad es. di 60°; ciò significa che per obliquità della luce incidente maggiore di 30° l'elemento cessa di obbedire al suo principio fondamentale (rinviare la luce nella stessa direzione da cui proviene). È facile comprendere che la sostituzione della superficie *b* alla *a*, della *c* alla *b*, ecc., ha per effetto di riavvicinare, per salti, alla direzione della luce incidente i raggi riflessi, che coll'aumentare dell'obliquità della luce incidente, se ne sarebbero altrimenti allontanati; e quindi di rialzare, per salti, la luce riflessa eppertanto l'angolo di obliquità del sistema.

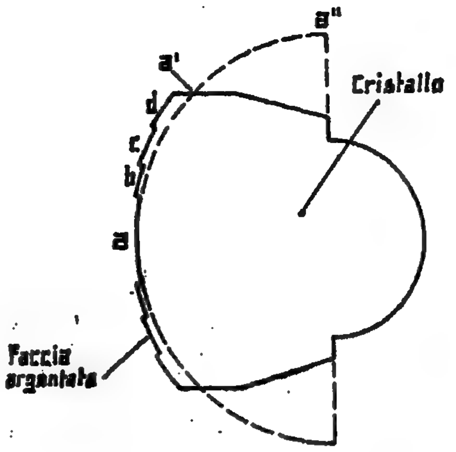


Fig. 1. — Elemento plurifocale catarifrangente semplice.

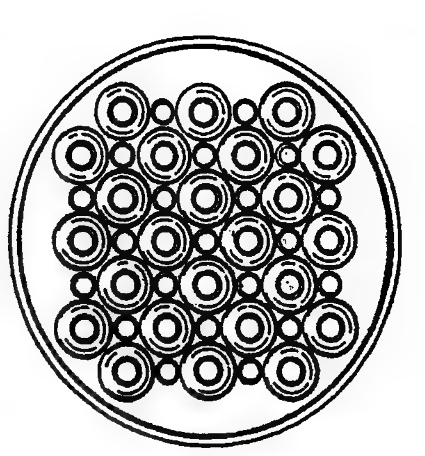


Fig. 2. — Disco plurifocale catarifrangente (parte posteriore, argentata). Gli elementi minori sono monofocali; l'impiego di elementi minori ha lo scopo di aumentare l'effetto luminoso pur con piccolo diametro del disco.

L'elemento plurifocale viene anche chiamato *pulsante*, appunto perchè col variare dell'obliquità del raggio incidente, la luce riflessa appare come pulsante (fig. 3 curva 6, fig. 4 curva 12, fig. 5 curva 16).

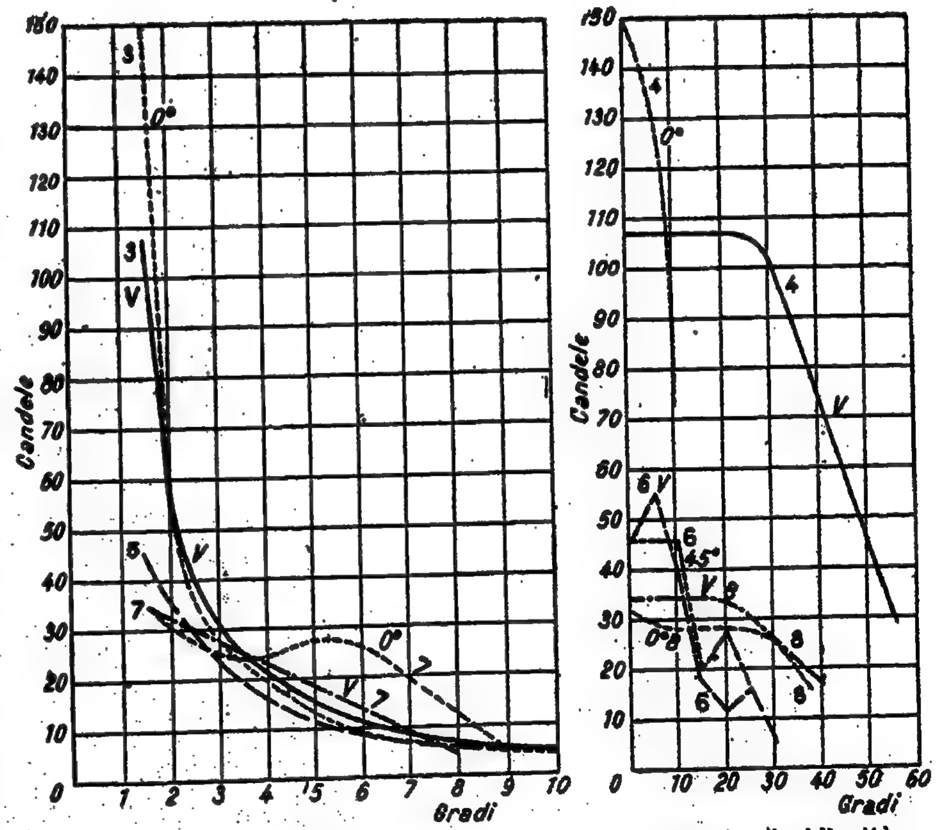


Fig. 3. — 1ª serie di misure.

Curva 3 - Emissione del disco A (mm 90)
» 4 - Angolo di obliquità del disco A (mm 90)
» 5 - Emissione del disco B (mm 80)
» 6 - Angolo di obliquità del disco B (mm 80)
» 7 - Emissione del disco C (mm 90)
» 8 - Angolo di obliquità del disco C (mm 90)

Data la varietà delle marche e dei tipi di segnalatori catarifrangenti esistenti sul mercato, è sembrato interessante compiere esperienze comparative di laboratorio su dischi a elementi multipli, allo scopo di accertare le caratteristiche dei diversi tipi. Si sono provati campioni di tre Case costruttrici o venditrici, le quali indicheremo colle lettere A, B, C, scegliendo per le singole marche tipi il più possibile corrispondenti come dimensioni, come applicazione e come prezzo.

I tipi provati sono indicati nella tabella che segue. Per tutta la durata delle misure, la sorgente primaria (un piccolo proiettore delle minori dimensioni che fu possibile trovare, affinchè il tubo collimatore del fotometro facesse il minor angolo possibile con l'asse del proiettore) fu mantenuta a intensità costante.

(1) *L'Elettrotecnica*, 25 novembre 1932.
(2) *L'Elettrotecnica*, 25 novembre 1932, fig. 2, pag. 816.
(3) *L'Elettrotecnica*, art. cit. fig. 18, pag. 818.
Si dice *angolo di obliquità* la deviazione massima che può avere la luce incidente rispetto all'asse del sistema ottico, per la quale i raggi riflessi siano ancora paralleli a quelli incidenti.

Misure comparative	Marca A	Marca B	Marca C
1ª	disco da mm. 90 elementi 61 (2)	disco da mm. 80 elem. 45 (24 bifocali+21 ausiliari) vedi fig. 2	disco da mm. 90 elementi 37
2ª	disco da mm. 75 elementi 37 (2)	disco da mm. 75 elem. 45 (21 bifocali+24 ausi..)	—
3ª	disco da mm. 55 elementi radiali simmetrici (4)	disco da mm. 55 elem. 21 (12 bifocali+9 ausiliari)	disco da mm. 55 elementi 37
4ª	disco da mm. 30 elementi 4	—	disco da mm. 30 elementi 4

Si sono eseguiti due ordini di misure: 1º) intensità luminosa emessa dai dischi nelle varie direzioni, essendo in ogni caso perpendicolare (obliquità 0º) la direzione della luce incidente, e 2º) intensità luminosa emessa nella direzione della luce incidente (precisamente, per necessità pratiche di misura, la direzione in cui era

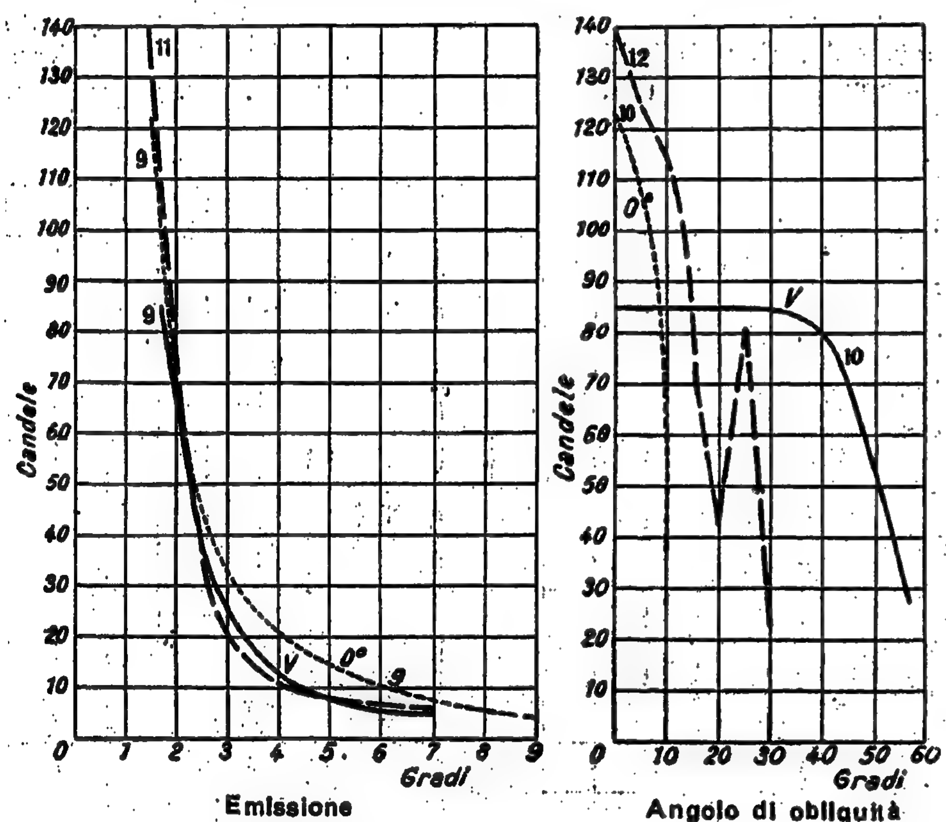


Fig. 4. — 2ª serie di misure.

Curva 9 - Emissione del disco A (mm 75)
» 10 - Angolo di obliquità del disco A (mm 75)
» 11 - Emissione del disco B (mm 75)
» 12 - Angolo di obliquità del disco A (mm 75)

misurata la luce riflessa faceva un angolo costante di 1º,5 con quella della luce incidente) per obliquità della luce incidente variabile da 0º all'angolo massimo per cui l'intensità della luce riflessa era ancora misurabile. La prima misura la chiameremo di *emissione* (si intende per luce incidente perpendicolare); la seconda misura è diretta a determinare quello che fu chiamato l'*angolo di obliquità* del sistema.

I risultati delle misure sono riportate nei diagrammi delle figure 3 a 6, comprendenti curve, o spezzate, dal n. 3 al n. 22.

Le curve da 3 a 8 (fig. 3) si riferiscono alla 1ª serie di misure, quella su dischi di mm 90 od 80 di diametro. Appare evidente che delle tre marche è preferibile la A, e che il campione B, pur essendo di soli 80 mm, è largamente preferibile al C, di 90 mm.

I segni *o*, *v* applicati alle curve di obliquità corrispondono a due posizioni diverse del disco in prova, ruotate di 90º (1); i segni *v*, 45º applicati alle curve della marca B corrispondono a due posizioni diverse del disco, ruotate di 45º (per questi ultimi dischi una rotazione di 90º riporterebbe alla condizione originaria).

Le curve 9 a 12 (fig. 4) riproducono i risultati della 2ª serie di misure, su dischi di mm 75. Le marche A e B praticamente si corrispondono; il campione B ha il vantaggio di una leggera maggior emissione assiale (la misura più vicina all'asse, per l'ingombro degli apparecchi fu potuta eseguire ad 1º,5), ed il campione A (collocato nella posizione giusta, cioè con tacca sulla verticale) ha il vantaggio di un maggior angolo di obliquità (curve 10, 12).

Le curve 13 a 18 (fig. 5) illustrano la 3ª serie di misure, su dischi di mm 54. Il prodotto della marca A appare superiore alla B, specie per quanto riguarda l'angolo di obliquità; si deduce di qui che il ripiego della bifocalità, per accrescere l'angolo di obbliquità è meno

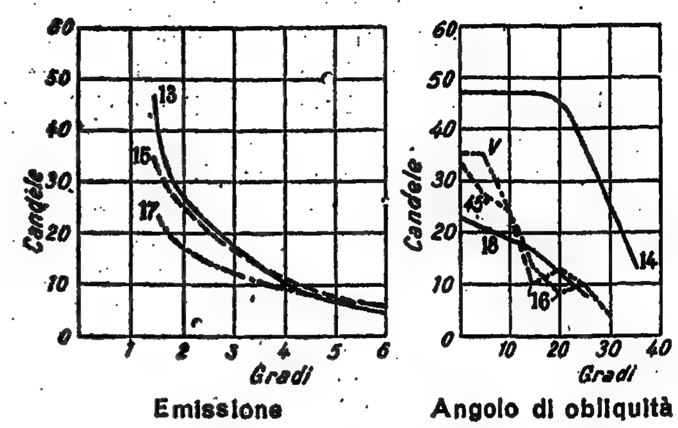


Fig. 5. — 3ª serie di misure.

Curva 13 - Emissione del disco A (mm 55)
» 14 - Angolo di obliquità del disco A (mm 55)
» 15 - Emissione del disco B (mm 55)
» 16 - Angolo di obliquità del disco B (mm 55)
» 17 - Emissione del disco C (mm 55)
» 18 - Angolo di obliquità del disco C (mm 55)

efficace a questo semplice effetto dell'impiego di sezioni o fette di elementi (3) (4); rimane per converso il maggiore richiamo che sull'attenzione del guidatore può esercitare la fluttuazione della luce che lo colpisce; dove però il distacco è rimarchevolissimo è tra i campioni A o B e il campione C, quest'ultimo avendo caratteristiche assolutamente deficienti.

Le curve 6, 12, 16 dimostrano la *pulsazione* della luce dipendente dalla bifocalità degli elementi.

Infine le curve 19 a 22 (fig. 6) sono relative alla 4ª ed ultima serie di misure, su dischi da mm 30. La superiorità della marca A è evidente; la marca C dà luogo a dispersioni laterali di luce, che si

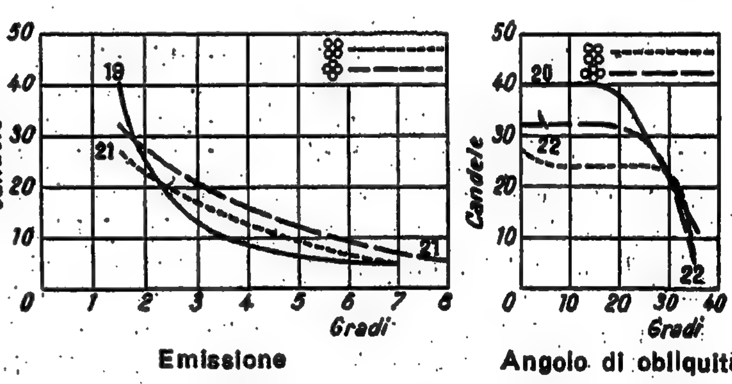


Fig. 6. — 4ª serie di misure.

Curva 19 - Emissione del disco A (mm 30)
» 20 - Angolo di obliquità del disco A (mm 30)
» 21 - Emissione del disco C (mm 30)
» 22 - Angolo di obliquità del disco C (mm 30)

traducono in una minore intensità lungo la normale (precisamente curve 19, 21, per l'angolo di 1º,5, 27 o 32 cand. contro 40); per i campioni C si è riscontrato che ruotando di 90º la disposizione del dischetto, si avevano letture diverse (curve a tratto pieno e punteggiato).

Le misure, riassunte nei diagrammi qui riportati, hanno dimostrato quanto era prevedibile *a priori*, che se la varietà dei segnalatori oggi disponibile è grande, non tutti rispondono allo scopo cui vorrebbero essere applicati, alcuni rispondono meglio in certe circostanze, altri in altre, epperciò è consigliabile una scelta basata su sicuri dati di fatto.

(4) *L'Elettrotecnica*, art. cit., fig. 4, pag. 816.

LETTERE ALLA REDAZIONE

A proposito di metodi da non seguire.

Riceviamo:

Nel leggere la lettera alla Redazione sul n. 5 del 10 corrente, mi andavo eccitando a formulare una replica aggressiva, quando vidi in fine il nome caro e stimato del collega Rebora, ed allora pensai che avrà certamente avuto qualche ragione, che a me sfugge, per scrivere la sua nota.

Con chi l'ha? Col metodo sperimentale, gloria di Galileo, di cui le statistiche sono il risultato? Che forse noi italiani dovremmo astenerci dal rilevare statisticamente la frequenza di certi fenomeni quando concorrono certe condizioni?

Io mi sono rallegrato assai che recentemente la Clinica Oculistica di Firenze, per invito dell'O. N. B., abbia finalmente fatto in Italia un primo rilievo, rigorosamente scientifico, dell'ametropia su 12.000 scolari delle Scuole Medie di Firenze, ottenendo dati statistici assai vicini a quelli ottenuti oltre oceano.

O forse inquietano il Rebora le frazioni decimali delle percentuali? Teme forse che, essendo risultato che nelle prime classi ginnasiali il 4,5 % di scolari sono miopi — percentuale che sale all'impressionante cifra di 39,2 nella terza classe di Liceo, — qualcuno possa pensare che le frazioni decimali siano dovute ad una crudele vivisezione di qualche scolaro o di qualche occhio? O vuole forse che i risultati di prove scientifiche restino confinati negli archivi dei laboratori, celati al pubblico, e crede che sia male avvisare i genitori, che i ragazzi che lavorano in condizioni inadeguate di illuminazione, corrono il rischio grave di avere gli occhi danneggiati per tutta la vita? O forse gli pare una contaminazione dell'austerità della scienza usare dei suoi trovati a vantaggio materiale, e forse finanziario, dei concittadini?

Quanto poi alla bella Rivista «L'Elettrotecnica», che non è «Elettroscienza», gli pare che debba solo trattare di elettroni, orestoni, neutroni, protoni, deutoni, ecc., od infilare pagine di sviluppi matematici e rifiutare argomenti più tecnici, cioè più aderenti alla pratica giornaliera ed agli interessi degli elettrotecnici?

Insomma, caro Rebora, ed anche l'egregio Redattore che s'è schierato con lui, spiegatemi meglio cosa trovate di pericoloso e da evitare in certi sistemi purtroppo venuti da lontano, per ragioni ovvie, e che a me non sembrano punto deprecabili.

Infatti, spesso mi hanno fatto rimpiangere di non aver avuto a disposizione i larghi mezzi occorrenti per ripetere e controllare le decine di migliaia di esperienze che in quel lontano Paese hanno potuto condurre a termine per spremerne poi le poche cifre statistiche che vi hanno dato sui nervi.

Chissà che le vostre spiegazioni non riescano a convincere me pure.

Con tutta stima Ing. CARLO CLERICI.

Milano, 22 marzo 1935.

*

In risposta alla lettera precedente, il Prof. Rebora ci comunica quanto segue:

Mi spiace di avere colle mie osservazioni messo in allarme l'amico Clerici, al quale par di vedere nelle mie note addirittura un attentato al metodo sperimentale!

Non si tratta di questo, e non potrebbe essere altrimenti.

Vecchio e convinto sperimentatore, appassionato dei dati statistici, ho voluto rettificare una posizione, e segnalare qualche fatto che proprio sta ad indicare una deviazione dal sano metodo sperimentale, fonte di ogni nostro sapere.

La statistica, i risultati sperimentali, sono mezzi preziosi ma se qualcuno li adopera male va a mio avviso riprovato e non imitato. E su questo punto credo di avere tutti consenzienti, compreso l'amico Carlo Clerici.

GINO REBORA.

Milano, 25 marzo 1935.

*

Noi riteniamo che la divergenza di opinioni che traspare dalle lettere dei due egregi Colleghi sia più che altro dovuta ad una imperfetta reciproca comprensione, in quanto le critiche mosse dal Prof. Rebora nella sua lettera, non vogliono certamente infirmare l'utilità del metodo sperimentale o dei rilievi statistici, ma si rivolgono soltanto alla impostazione imperfetta dei metodi stessi nei casi particolari citati e ad una evidente mancanza di senso critico nella interpretazione dei risultati. E sotto questo aspetto la Redazione non ha esitato ad associarsi alle deplorazioni del Prof. Rebora.

Noi siamo ad esempio sicuri che anche l'Ing. Clerici è con noi nel ritenere che non sia serio pretendere di valutare fino ai decimali le variazioni del profitto di una scolaresca, o la «forza attrattiva» di una mostra. Ma anche senza soffermarci su questo dettaglio, osserviamo che tutto il procedimento usato nei due casi a cui abbiamo fatto cenno è fondamentalmente sbagliato.

Non bisognava infatti fermarsi ad *una* classe, di *una* scuola, di *una* città, e nemmeno ad *una* vetrina, ma occorreva estendere le esperienze a molte classi, di molte scuole diverse, di parecchie città; o, nel secondo caso, a un grande numero di vetrine in diverse località e di diverso tipo e in diversi tempi. Solo così i risultati avrebbero avuto significato e avrebbero espresso qualche cosa di attendibile e di apprezzabile, fino ad un certo punto, anche quantitativamente. E anche allora ci sembra che sarebbe stato più serio e più scientifico limitarsi ad un apprezzamento generico evitando di tradurre in cifre fenomeni che, come il profitto degli studenti, per natura loro sono inadatti ad essere valutati matematicamente (perfino nelle scuole, dove pure una valutazione è indispensabile, si tende ad eliminare le votazioni numeriche sostituendole con apprezzamenti: buono, sufficiente, ecc.).

Questione dunque di cattiva impostazione di metodo e di mancanza di spirito critico nell'interpretazione dei risultati.

Altrettanto e forse più potrebbe dirsi riguardo all'altro esempio citato dal Prof. Rebora. La produzione di uno stabilimento industriale dipende da tanti e tali fattori facilmente variabili ed imperfettamente valutabili, che volerne attribuire l'incremento, fino ai decimali, ad una sola causa, non può non rivelare ancora una volta una deplorevole mancanza di senso critico.

Il Prof. Rebora dice che tali metodi sono in contrasto colla nostra solida mentalità equilibrata, e l'Ing. Clerici ce ne offre una brillante dimostrazione. Quando a Firenze si è voluto fare una ricerca circa l'influenza dello studio sulla vista degli scolari, l'innato nostro buon senso latino non ha permesso che ci si fermasse ad una classe ma ha indotto ad estendere la ricerca a 12.000 scolari! Vi è senza dubbio una differenza di metodo e di impostazione

Quanto all'allegro commento che argutamente l'Ing. Clerici fa seguire, osserviamo che se il 4,5 % e il 39,2 % si interpretano soltanto come risultato dell'operazione numerica fra il numero degli scolari miopi e quello totale degli scolari, tali dati possono andare; ma che se si volessero considerare come rappresentativi del fenomeno, sarebbe scientificamente assai più corretto dire «circa il 5 %» o «circa il 40 %» perchè se le statistiche si rifacessero in altri luoghi o a qualche distanza di tempo, i risultati sarebbero certamente alquanto diversi.

Abbiamo voluto con queste righe chiarire all'egregio Ing. Clerici, sempre tanto buono e gradito amico dell'A. E. I. e del nostro giornale, perchè ed in qual senso la Redazione ha creduto di doversi associare alla lettera del Prof. Rebora. E crediamo superfluo affermare che non vi è nessuna intenzione di menomare la importanza della tecnica dell'illuminazione e degli studi relativi!

Dopo questi chiarimenti noi riteniamo, come già abbiamo detto, di avere con noi consenzienti entrambi gli interessati; come siamo certi di averli con noi quando auspichiamo: che possano anche da noi moltiplicarsi «su larga scala» le esperienze relative alla illuminazione, che esse siano eseguite con quella serietà di metodo e di critica caratteristiche dei nostri studiosi, e che i risultati di esse trovino posto sul nostro giornale che non vuole affatto perdere la sua natura di organo essenzialmente tecnico. (*N. d. R*).

NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE

Movimento delle Società Elettriche

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Edison — Milano — Capitale L. 1.620.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 137.676.944 che consente il dividendo di L. 48 alle azioni ordinarie e L. 30 alle postergate.

Società per l'Industria e l'Elettricità — Terni — Capitale L. 500.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 32.938.154 che permette il dividendo di L. 12 per azione.

Soc. Elettr. della Venezia Giulia — Trieste — Cap. L. 30.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 2.433.875 che permette il dividendo di 7,50 %, cioè di L. 30 per ogni azione da L. 400.

Imprese Elettriche Sarde — Cagliari — Capitale L. 1.000.000 (versate L. 754.400).

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 58.186 col dividendo di L. 5,20 per azione da L. 120 e L. 4,50 per ciascuna azione da L. 100.

Soc. Tiberina di Elettricità — Roma — Capitale L. 100.000.000. Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 7.436.805 che permette il dividendo di L. 7 per azione di L. 100.

Soc. Lombarda per distribuzione d'energia elettrica — Milano — Capitale L. 400.000.00.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 21.065.626 che consente il dividendo di L. 20 per azione.

Società Forze Idrauliche Alto Cadore — Venezia — Capitale L. 48.000.000.

Chiude il bilancio con la perdita di L. 2.205.681.

Italo Radio, Soc. Ital. per i servizi radioelettrici — Roma — Capitale L. 15.000.000.

Chiude il bilancio con l'eccedenza passiva di L. 224.147 mandata a conto nuovo in aggiunta alla precedente di L. 187.460.

Soc. Elettrica ed Elettrochimica del Caffaro — Milano — Capitale L. 21.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 1.867.164 col dividendo di L. 20 per azione.

Soc. Jesina di Elettricità — Roma — Capitale L. 18.000.000.

Chiude il bilancio con la perdita di L. 9.000.000 comprese le perdite precedenti.

Società Emiliana di Esercizi Elettricità — Parma — Capitale L. 91.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 6.785.574 che ammette il dividendo di L. 24 per azione di L. 350 (L. 2,40 per le azioni da L. 25).

Soc. Elettrica Istriana — Pola — Capitale L. 4.500.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 386.244 che permise il dividendo di L. 7,50 per ogni azione da L. 100.

Soc. Elettrica Ligure Piemontese — Genova — Cap. L. 15.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 1.500.021 che permise il dividendo di L. 45 per ogni azione da L. 500.

Officine Elettriche Genovesi — Genova — Capitale L. 100.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 8.603.802 col dividendo di L. 20 per azione da L. 250.

Piemonte Centrale di Elettricità — Torino — Cap. L. 56.250.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 3.812.796 che permise il dividendo di L. 4,75 per ogni azione di L. 75.

Elettricità Alta Italia — Torino — Capitale L. 100.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 5.492.884 col dividendo di L. 5 per ogni azione da L. 100.

Società Varesina per Imprese Elettriche — Varese — Capitale L. 30.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 2.043.712.

Soc. An. Ghiaccio, Forza, Luce. — Lodi. — Capitale L. 1.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 277.937 che permise il dividendo di L. 20 per azione da L. 100.

Soc. Generale Italiana Trasporti Autoelettrici — Milano — Capitale L. 3.000.000.

Il bilancio si è chiuso con l'utile netto di L. 223.052 col dividendo di L. 6 per ciascuna azione da L. 100.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. An. Siciliana di Eletricità — Roma.

Aumenta il capitale da L. 2.000.000 a L. 3.000.0000 ed emette 4000 obbligazioni ipotecarie di L. 500 ciascuna, interesse 5 %.

S. A. Bellunese per l'Industria Elettrica — Venezia.

Aumenta il capitale da L. 4.000.000 a L. 5.000.000 coll'emissione di 10.000 azioni da L. 100 ciascuna.

Elettrica Industriale S. A. — Treviso.

Aumenta il capitale da L. 6000 a L. 250.000 mediante emissione di 244 azioni da L. 1000 ciascuna. Subentra alla Soc. An. Bartolo Lazzar's ed assume la nuova denominazione Elettrica Lazzar's Società Anonima.

COSTITUZIONE E SCIOGLIMENTO DI SOCIETÀ.

Soc. Idroelettrica Alto Silla — Bologna.

Si è costituita la detta Società col capitale di L. 50.000 in azioni da L. 10.

* *

Rassegna economica del mese di marzo.

Il colpo di scena del dichiarato riarmo germanico ha messo lo scompiglio negli ambienti politici europei.

La mossa se non riesce del tutto inattesa nella sostanza, ha fortemente colpito come manifestazione di una tendenza tedesca ad una autonomia di manovra e ad una infatuazione imperialistica che diventa implicitamente minacciosa per la pace europea.

La reazione è stata unanime ma ha assunto aspetti assai diversi nelle diverse nazioni europee. Mentre l'Italia pur riaffermando la sua decisa volontà di pace prendeva immediate misure precauzionali richiamando alle armi una intera classe, la Francia seguiva più a rilento, per ragioni di politica interna, la stessa strada sospendendo il congedo delle classi sotto le armi e provvedendo al dislocamento delle truppe ai confini. L'Inghilterra si dibatte invece in un curioso imbarazzo; allarmatissima indubbiamente per l'azione tedesca, è d'altra parte restia ad assumere esplicitamente impegni che possano a priori immischiarla in un conflitto sul continente, dal quale del resto sa benissimo che non potrebbe praticamente sottrarsi. Così si sono avuti i curiosi viaggi di «informazione» dei ministri inglesi a Berlino, a Varsavia e a Mosca, i quali naturalmente non hanno servito se non a mettere in chiaro ciò che già si sapeva.

Mentre scriviamo queste righe gli occhi di tutto il mondo sono rivolti a Stresa dove Mussolini, Flandin e Mac Donald si sono radunati a consultarsi sulla difficile situazione presente. Il momento è certamente drammatico non potendosi prevedere fin dove la eccitazione nazista e imperialistica che attualmente domina la Germania possa spingere l'azione dei suoi governanti.

Tutta la situazione europea dipende in questo momento da una quantità di fattori incontrollabili; è sperabile che la ferma azione degli uomini di governo di tutti i Paesi sinceramente amanti della pace valga a distogliere dall'Europa la catastrofe colossale e forse definitiva di una nuova guerra.

Un episodio significante è stato anche quello delle elezioni di Danzica dove il nazismo aveva tentato ogni sforzo per acquistare la maggioranza assoluta, preludio ad una modifica della costituzione e al tentativo di ritorno alla Germania. La mossa però è fallita grazie alla opposizione di larghissime correnti dell'opinione pubblica locale. L'episodio è stato, sotto due ben diversi aspetti, ammonitore per il nazismo da una parte e per la Polonia dall'altra.

Mentre da certe parti si tenta di mettere a soqquadro l'Europa, l'Italia ha dato una nuova prova della sua volontà di pace, coll'effettivo riavvicinamento alla Jugoslavia. Questo fatto costituisce una logica conseguenza del riavvicinamento franco-italiano, e, mentre non fa che proseguire una tendenza mai rinnegata dall'Italia, costituisce un fattore certo non disprezzabile per una pacificazione dell'oriente europeo.

All'agitazione politica del nostro vecchio continente non mancano di aggiungersi ogni tanto altri turbamenti di ordine economico e monetario.

Ora è la volta del Belgio nel quale si è ormai compiuta la evoluzione che si andava preparando da tempo pur tra tenaci resistenze e che ha condotto alla svalutazione della moneta. Dopo una crisi ministeriale, il nuovo Gabinetto si è presentato alla Camera imperniando il suo programma su due punti principali: ristabilimento della relazione colla U. R. S. S. e svalutazione del 28 % pel belga. Si è tuttavia riaffermata la fedeltà di principio alla stabilità sulla nuova base raggiunta. Sebbene con leggera maggioranza, le proposte sono state approvate.

L'andamento dei cambi in questi ultimi anni è quanto mai significativo. I diagrammi che riproduciamo in figura 1 hanno nelle loro irregolarità una certa tragica eloquenza! Nonostante la caduta del belga, l'Italia e la Francia hanno riaffermato il proposito di mantenere energicamente l'attuale parità aurea.

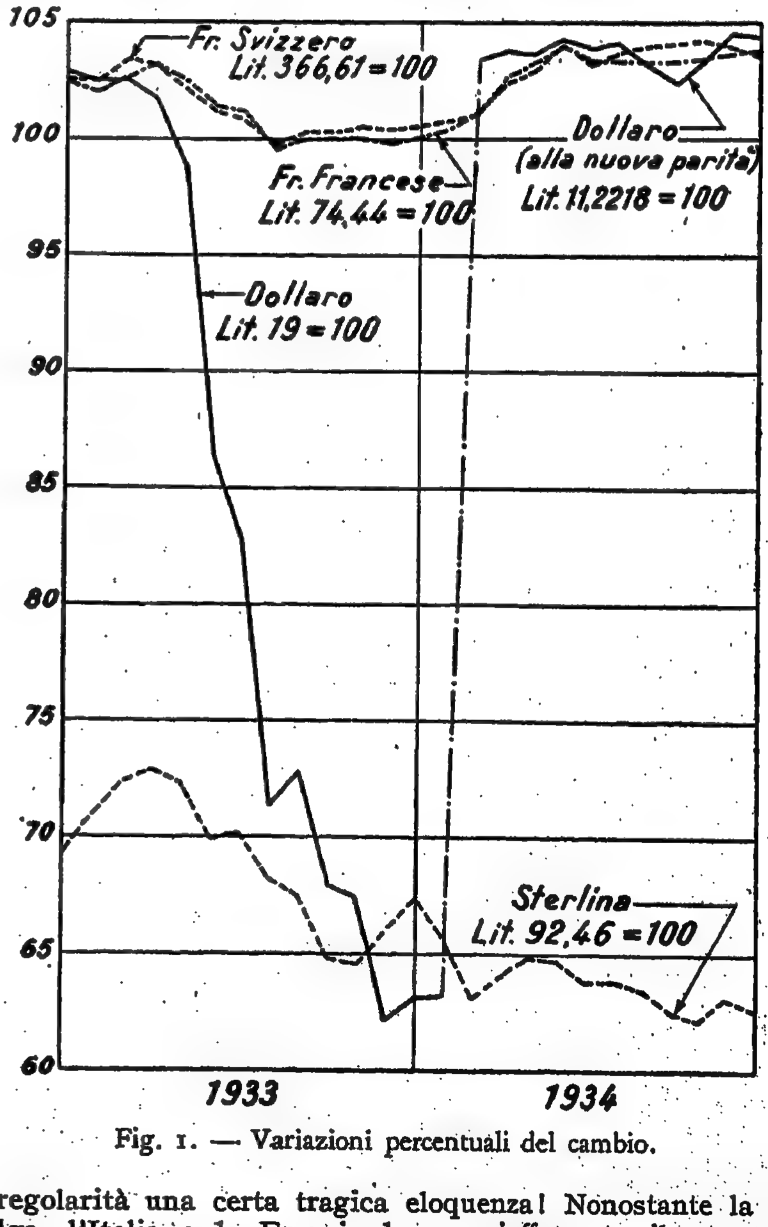


Fig. 1. — Variazioni percentuali del cambio.

Un fatto di una certa importanza, ma passato quasi inavvertito nel trambusto del momento, è costituito dall'effettivo ritiro del Giappone dalla Società delle Nazioni, essendo scaduto il prescritto termine preavviso. L'impero orientale riacquista così la sua piena libertà d'azione.

*

L'effetto delle misure draconiane presa a protezione della nostra bilancia commerciale non ha tardato a farsi sentire. Sebbene siano state concesse tutte le possibili facilitazioni alle industrie na

zionali per quanto riguarda il rifornimento delle materie prime, pur tuttavia il regime di accurato controllo e di limitazioni iniziato coi noti Decreti sui contingentamenti, secondo il sistema provvisoriamente adottato, ha permesso di raggiungere fin da principio vantaggi non trascurabili nell'equilibrio degli scambi coll'estero.

È naturalmente troppo presto per poter valutare esattamente l'importanza effettiva delle misure adottate. E d'altra parte ciò non avrebbe che un interesse relativo. Infatti il regime attuale non ha, come è noto, carattere di continuità, ma è inteso soltanto a mettere in grado il nostro Governo di negoziare con efficacia la sistemazione degli scambi coi singoli Paesi dell'estero sulla base di un migliore bilanciamento delle importazioni e delle esportazioni. Le attuali disposizioni restrittive dovranno quindi essere gradatamente sostituite con un regime di accordi bilaterali ed è nell'interesse di tutti che a questa nuova sistemazione si arrivi colla maggiore sollecitudine possibile. Ad ogni modo, pur nel loro carattere di provvisorietà, i nuovi provvedimenti di cui abbiamo fatto cenno nelle Note del mese precedente hanno raggiunto lo scopo di arrestare il movimento di peggioramento che si era andato manifestando nella bilancia commerciale, e anzi hano permesso di invertire il movimento realizzando un certo miglioramento nei riguardi dello scorso anno.

Infatti già nel mese di febbraio, sebbene l'influenza dei nuovi provvedimenti non si sia fatta sentire che per pochi giorni, i risultati della bilancia commerciale sono stati meno sfavorevoli che nello stesso mese del 1934.

Dalle statistiche ufficiali risulta che nel febbraio decorso il valore delle importazioni è stato di 627 milioni di lire, mentre nel febbraio 1934 esse erano salite a 686 milioni di lire; abbiamo dunque avuto un alleggerimento di circa 60 milioni di lire. Di fronte ad esso sta però una contrazione anche nel movimento di esportazione, passato da 410 milioni di lire nel febbraio 1934 a 391 milioni di lire nel febbraio di quest'anno. Così il miglioramento effettivo risultante pel mese di febbraio resta limitato a circa 40 milioni di lire.

Questo miglioramento compensa il piccolo peggioramento di circa 5 milioni di lire che si era verificato in gennaio cosichè complessivamente la bilancia commerciale del primo bimestre si presenta un poco alleggerita. Di fronte a 1328 milioni di lire di importazioni e 816 milioni di esportazioni nel primo bimestre del 1934, troviamo quest'anno 1247 milioni di lire di importazione e 768 milioni di esportazioni, cosicchè il deficit risultante che era stato di 513 milioni di lire pel primo bimestre 1934 si trova ridotto quest'anno a 480 milioni con un alleggerimento di circa 34 milioni di lire.

Sebbene non si tratti di grandi cifre tuttavia tale risultato merita di essere segnalato come sintomo di una tendenza migliore e indice di una reale efficacia dei provvedimenti protettivi adottati.

Per quanto riguarda l'andamento delle singole voci di esportazione, qualche notizia analitica può essere interessante nel momento attuale.

Nel gennaio hanno presentato aumenti sia in volume che in valore, fra i prodotti industriali i seguenti: filati di canapa, seta greggia, fibre artificiali e cascami, minerali di zinco, alluminio e sue legre, autoveicoli, marmo, zolfo, cappelli di feltro e di paglia, pelli crude ecc. In qualche caso l'aumento percentuale è stato cospicuo come per filati di canapa (28 % in quantità e 18 % in valore), per la seta (70 % in quantità e 26 % in valore), per l'alluminio (2700 % e 698 %), gli autoveicoli (94 % e 5,3 %) ecc. Fra i prodotti agricoli sono stati in aumento le esportazioni di formaggi (25 % e 16 %), ortaggi freschi (47 % e 9 %), olio d'oliva (50 % e 45 %), canapa greggia e pettinata (8 % e 16 %), ecc.

Altri prodotti pur avendo aumentato in quantità hanno segnato una diminuzione in valore, come è avvenuto fra i prodotti industriali, per le esportazioni di cascami di cotone (+ 4 % e — 1.2 %), tessuti di lana (+ 7,8 % e — 6 %) ecc. e fra i prodotti agricoli per le esportazioni di riso (+ 17 % e — 15 %), aranci e mandarini (+ 18 % e — 1 %), ecc.

Numerose altre voci di esportazione si sono ridotte così in quantità come in valore. Fra esse troviamo, nei prodotti industriali, i lavori di alluminio, il solfato di rame, i tulli e crespi di seta, i filati e tessuti di cotone, i tessuti di fibre artificiali e misti, gli pneumatici, ecc.; e tra i prodotti agricoli, le carni vive a macellate, lo zucchero e le marmellate, le paste, i limoni, la frutta fresca, ecc.

*

Dopo l'entrata in vigore delle disposizioni per le restrizioni e il controllo delle importazioni, numerosi Paesi importatori in Italia hanno già iniziato o chiesto di iniziare trattative per giungere ad accordi sul nuovo regime da stabilire. Qualche accordo di massima si è anzi già raggiunto e ciò lascia sperare che soddisfacenti risultati possano essere ottenuti per il bilanciamento delle nostre correnti di scambi coll'estero.

Queste sistemazioni non mancheranno di avere anche benefici effetti sulla situazione generale dei pagamenti all'estero e quindi sull'andamento delle riverse auree della Banca d'Italia e sulla difesa della lira.

Come è noto nello scorso anno si era andata manifestando una tendenza ad un lento ma progressivo attenuarsi delle riserve stesse che, nel periodo precedente erano invece andate sensibilmente incrementandosi. Il movimento non era tale da essere subito pericoloso per la stabilità della lira, sia perchè limitato nella sua entità assoluta, sia perchè contemporaneamente ad esso preseguiva la saggia politica di contrazione della circolazione bancaria e della massa totale dei debiti a vista.

Tuttavia poichè il movimento di esodo dell'oro manteneva una certa continuità, la vigile sorveglianza del Governo è intervenuta colle note misure di controllo del movimento delle valute estere

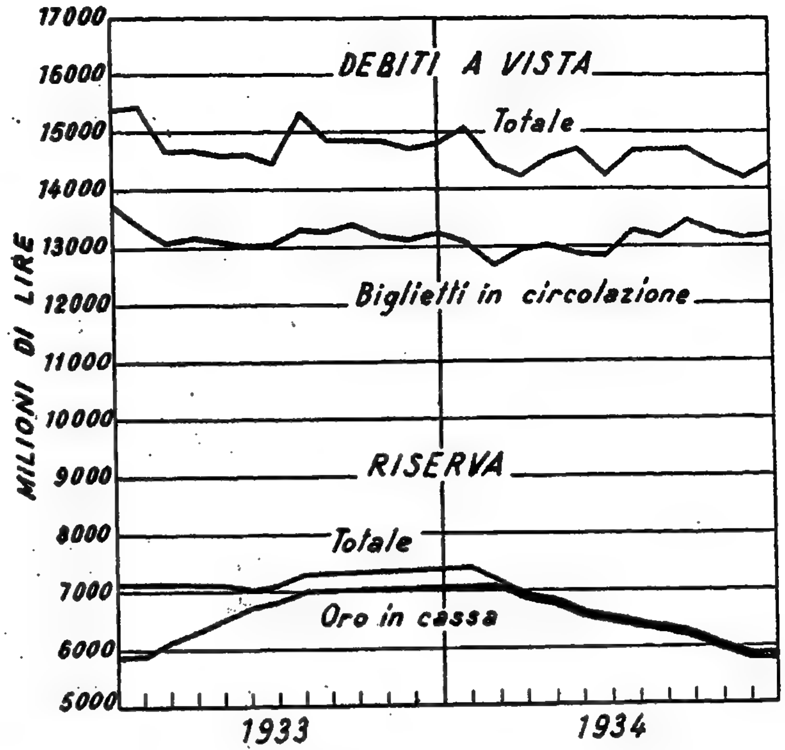


Fig. 2. — Situazione della Banca d'Italia.

e gli effetti di tali provvedimenti si sono subito fatti sentire beneficamente. Da qualche mese oramai il movimento di contrazione delle riserve si è arrestato tende anzi lentamente ad invertirsi: le situazioni decadali della Banca d'Italia rivelano infatti costantemente, da qualche mese a questa parte, un lento riprendere dell'accumularsi delle riserve d'oro.

Ma il provvedimento del controllo delle valute era, più che un rimedio, un palliativo e non avrebbe potuto continuare a lungo la sua efficacia se la bilancia commerciale avesse continuato a mani-

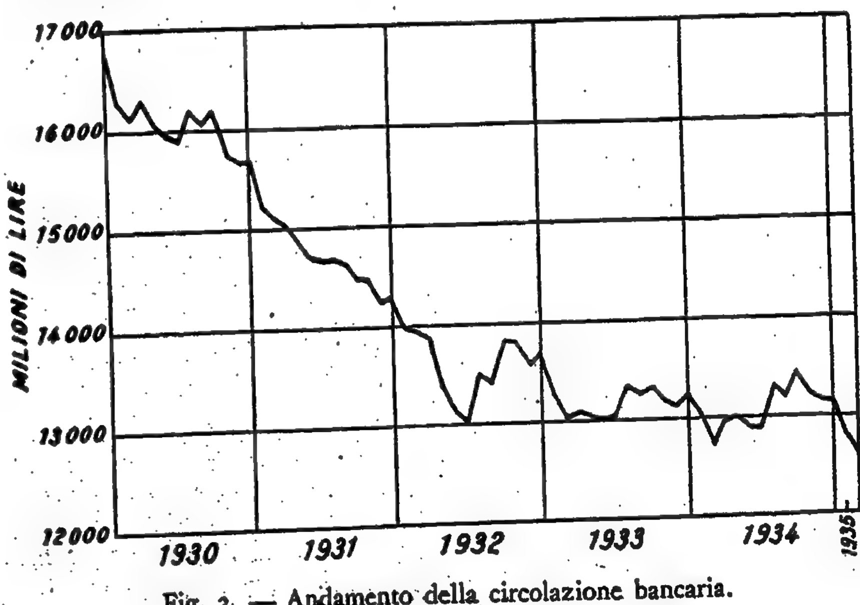


Fig. 3. — Andamento della circolazione bancaria.

festare i fortissimi squilibri dello scorso anno. La nuova politica degli scambi bilanciati tende invece a guarire il male alle radici risanando le correnti dei pagamenti all'estero. Se nessun nuovo fenomeno perturbatore interverrà ad alterare il corso naturale dei fenomeni, è lecito quindi aspettarsi che la marcia ascendente delle riserve auree, presidio della nostra valuta, abbia a riprendere decisamente.

Abbiamo creduto interessante, dato il momento caratteristico, illustrare graficamente l'andamento dei fenomeni a cui abbiamo accennato, nelle figure 2 e 3 che hanno carattere ufficiale essendo estratte dalla Relazione annuale della Banca d'Italia. La fig. 2 documenta la tenace politica di deflazione perseguita in questi anni e che ha permesso di ridurre la circolazione da 22 miliardi di lire toccati alla fine del 1920 fino al valore attuale di meno di 13 miliardi di lire. La contrazione della circolazione, rapida nei primi tempi, si è poi andata facendo naturalmente sempre più lenta tanto che la situazione si è quasi stabilizzata, tenuto conto delle inevitabili oscillazioni temporanee del fenomeno, negli ultimi anni. Tuttavia la tendenza ad una diminuzione permane ed anche nello scorso anno si è verificato nel complesso una diminuzione di circa 100 milioni di lire.

Nel Conto del Tesoro del mese di febbraio sono state intro-

dotte esplicitamente le spese relative alle speciali esigenze militari delle Colonie dell'Africa orientale; è un esempio di sincerità e di chiarezza contabile che va senz'altro lodato. Di tale fattore va però tenuto conto nel valutare quello che è l'andamento naturale del bilancio statale.

Nel mese di febbraio gli acertamenti di entrata sono stati di 1515 milioni di lire, mentre gli impegni di spese, compresi quelli eccezionali suddetti, arrivarono a 1752 milioni di lire. Si ebbe così, nel mese, un disavanzo di circa 237 milioni di lire per effetto del quale il deficit totale dell'esercizio in corso arriva a 1410 milioni di lire. Se però si depurano le voci di spese da quelle relative all'Africa orientale, il deficit mensile si ridurrebbe a soli 185 milioni di lire e quello totale del bilancio, nella parte effettiva, si ridurrebbe alla fine dell'ottavo mese di esercizio, a 1207 milioni di lire.

La situazione è in ogni caso, anche tenendo conto delle spese eccezionali, sensibilmente migliore di quella corrispondente del precedente esercizio; infatti nel febbraio 1934 si era verificato un deficit, nella parte effettiva, di ben 385 milioni di lire, e il disavanzo totale dell'esercizio al 28 febbraio 1934 arrivava a 2927 milioni di lire.

È interessante rilevare il graduale incremento delle entrate dello Stato. Il movimento che già abbiamo segnalato altra volta è continuato anche durante il mese di febbraio. Infatti di contro ai 1685 milioni di lire accertati in entrata nel febbraio 1935, si erano avuti soltanto 1564 milioni di lire nello stesso mese del 1934. Complessivamente nei primi 8 mesi dell'esercizio finanziario in corso le entrate effettive accertate sono state di 11.095 milioni di lire, di contro a 10.456 milioni nello stesso periodo dell'esercizio precedente, si è dunque avuto un incremento di 640 milioni circa nelle entrate, pari a 80 milioni in media al mese. Particolarmente significativo è l'aumento verificatosi nello tassa scambi. E non va poi dimenticato che in molti Paesi, come in Francia, le entrate si vanno invece gradatamente riducendo.

Estendendo le considerazioni anche alla categoria del movimento capitali, si avrebbe una eccedenza passiva di 48 milioni per la quale il deficit complessivo per le due categorie arriverebbe a 1458 milioni di lire che a loro volta si cambiano in una eccedenza attiva di 316 milioni di lire quando si voglia tener conto dell'operazione straordinaria dell'ultima emissione di Buoni novennali.

Il fondo di cassa, al 28 febbraio 1935, ammontava a 1766 milioni di lire. immediatamente spendibili, di cui 1580 milioni in conto corrente presso la Banca d'Italia. Alla stessa data il totale dei debiti pubblici era di 105.175 milioni di lire e la circolazione bancaria, di 12.634 milioni di lire.

Un provvedimento finanziario di qualche importanza è stato emesso alla fine del mese di marzo. Il Ministro delle Finanze ha ritenuto opportuno procedere al rimborso di alcune passività gravanti su aziende patrimoniali dello Stato. A tale scopo si è deliberato di procedere alla emissione di obbligazioni ammortizzabili in 20 anni, del valore nominale di L. 500 ciascuna, e fruttanti l'interesse annuo del 4,5 %. Il limite massimo dell'emissione è fissato in 148 milioni di capitale nominale; il prezzo di emissione è di L. 98 per ogni 100 lire di capitale nominale. Le obbligazioni saranno collocate di preferenza presso Istituti che vantino dei crediti verso le aziende patrimoniali dello Stato, in conversione dei loro crediti o per eventuali ulteriori disponibilità presso gli Istituti medesimi.

A proposito di Aziende dello Stato merita di essere rilevato l'ottimo andamento di quelle post-telegrafoniche, quale risulta dalle Relazioni ufficiali per l'esercizio 1933-34. Infatti le Poste e Telegrafi, di fronte ad una previsione di un avanzo di 20 milioni di lire, ne hanno dato uno di oltre 95 milioni superando sensibilmente i risultati dell'esercizio precedente. Per l'azienda telefonica di Stato si è avuto un avanzo di oltre 14 milioni di lire. Detratti stanziamenti vari, le due aziende hanno così potuto versare complessivamente al Tesoro oltre 106 milioni di lire che costituiscono pel bilancio dello Stato una entrata netta.

❋

La produzione industriale ha segnato nel mese di febbraio un andamento che può definirsi soddisfacente nel suo complesso.

L'indice generale compilato dal Ministero delle Corporazioni, riferito al valore 100 per l'anno 1928, ha ottenuto un valore del 97,13. Tale indice supera in maniera cospicua, e cioè del 26 %, quello segnato nel febbraio 1934; esso supera anche del 30 % l'indice del febbraio 1933 e ancora del 26 % quello del febbraio 1932 e del 9 % quello del febbraio 1930.

Tutte le categorie di industrie hanno contribuito all'aumento dell'indice generale, ed anche questo è un aspetto molto favorevole del fenomeno. In particolare rispetto all'indice segnato nel febbraio 1934, l'aumento è stato del 37 % per l'industria delle costruzioni, del 32 % per l'industria tessile, del 19 % per l'industria metallurgica, dell'8 % per quella cartaria, e del 4 % per le industrie produttrici di energia, calore e illuminazione.

Il mese di febbraio ha portato una notevolissima diminuzione nel numero dei disoccupati che da 1.011.710 all'inizio del mese sono passati a 955.533 unità alla fine di esso, con una riduzione di oltre 148.000 unità; in confronto alla fine di febbraio dello scorso anno, la diminuzione è stata di oltre 150.000 unità. Nelle industrie il maggior riassorbimento di mano d'opera si è verificato nelle industrie meccaniche, metallurgiche, in quelle cotoniere, nei cantieri navali.

Quanto all'andamento delle singole industrie troviamo anzitutto in aumento la produzione delle industrie siderurgiche. La produzione dei laminati è stata, nel gennaio 1935, di 123.739 tonnellate di contro a 108.300 tonnellate del gennaio 1934. La ghisa è rimasta invece stazionaria con 38.810 tonnellate nel febbraio di quest'anno e 38.770 tonnellate nell'anno precedente. La produzione dell'acciaio è passata da 138.967 tonnellate nel fabbraio 1934 a 143.000 tonnellate nel febbraio 1935.

L'energia elettrica prodotta nel gennaio di quest'anno è arrivata a oltre 1006 milioni di kWh superando di oltre 65 milioni di kWh quella del gennaio dell'anno precedente, che si limitò a 941 milioni di kWh.

Nel complesso nel primo bimestre dell'anno in corso sono state pure in aumento le produzioni del piombo (3,7 %), del mercurio (183 %), dell'antimonio (33 %), ecc.; risulta invece in notevole diminuzione la produzione di alluminio (circa — 43 %).

Il traffico ferroviario per conto dei privati continua a mantenersi di poco inferiore a quello dell'anno precedente. Infatti nel febbraio ora decorso le merci caricate sulle Ferrovie dello Stato per conto dei privati sono ammontate a 2.495.283 tonnellate mentre erano arrivate a 2.632.605 tonnellate nel febbraio del 1934.

Invece il movimento nei porti si mantiene più attivo. Nello stesso mese di febbraio ora decorso, il complesso delle merci caricate nei nostri porti è stato di circa 2.793.000 tonnellate, superando, sia pure non in larga misura, quello del febbraio 1934 che furono di 2.790.000 tonnellate circa.

In diminuzione si presenta il numero dei fallimenti e dei protesti cambiari.

In questi ultimi tempi si è molto parlato dei progressi fatti nella ricerca dei mezzi per svincolare quanto più possibile la vita economica del Paese dalla soggezione della importazione delle materie prime per le industrie dall'estero. Risultati sensibili si sono già avuti e altri senza dubbio sarà possibile raggiungere proseguendo energicamente l'opera iniziata.

Un campo in cui l'attività in questo senso è attualmente assai viva è quello delle fibre tessili. L'importanza di queste categorie di materie prime è grandissima: basta ricordare che la media dell'ultimo quinquennio segnala in oltre 200 milioni di chilogrammi il nostro fabbisogno annuo medio di cotone, e in 80 milioni di chilogrammi quello di lana. La quasi totalità di questa massa di materie prima proviene dall'estero, con una spesa annua media di circa 1500 milioni di lire!

Una conveniente sitemazione di alcuni territori coloniali potrà probabilmente in parte migliorare la situazione. D'altra parte la massima attenzione va posta, come si è cominciato a fare, ad altre fibre tessili di produzione nazionale, fra le quali principalmente la canapa. Un impiego assai più esteso di questa fibra tessile suscettibile di ottimi sfruttamenti arrecherebbe vantaggi notevolissimi a molte plaghe delle industrie agricole italiane, mentre potrebbe sensibilmente alleggerire la bilancia commerciale internazionale dell'Italia. Gli studi e le ricerche che sono state attivamente iniziati a questo scopo e che hanno già portato a risultati promettenti devono quindi essere in ogni modo approvati e sostenuti.

Anche per le fibre artificiali noi importiamo materia prima, cellulosa per circa 40-45 milioni di lire annue; essa può essere prodotta in Italia, sia pure di qualità un poco inferiore. Si può così assicurare una buona autonomia a questa industria che occupa attualmente oltre 20.000 operai.

Fervono pure gli studi per svincolare il nostro Paese dall'altra gravissima soggezione dall'estero, quella pei carburanti. La ricerca di un carburante nazionale, di estrema importanza pratica, economica e politica, sembra ormai arrivata a una soluzione concreta, se pure non integrale. Anche questa porterebbe notevoli vantaggi alle industrie agricole, basandosi su un intensificazione su larga scala della coltivazione della barbabietola. Nello stesso ordine di idee è da ricordare l'iniziativa presa in accordo fra la Società aeronautica italiana e il Consorzio degli agricoltori tripolitani per creare in Libia una organizzazione agricola e industriale per la produzione degli oli lubrificanti per motori di aviazione e di autoveicoli. È prevista la immediata costruzione di uno stabilimento che potrà iniziare le lavorazioni nel prossimo mese di ottobre, per fornire le prime consegne di lubrificanti, in colonia e in Italia, già entro l'anno corrente.

❋

Il mercato borsistico durante il mese di marzo ha avuto un andamento molto sostenuto e, in molte occasioni, veramente brillante. Come caratteristica generale si nota una tendenza al ritorno verso i titoli di carattere industriale mentre quelli a reddito fisso, e quindi anche quelli di Stato, restano alquanto trascurati e meno favoriti.

Specialmente nell'ultima ottava il mercato si è fatto vivacissimo con una inusitata intensità di scambi e un ottimo orientamento delle quotazioni.

Anche i titoli di Stato, sebbene in misura meno accentuata degli altri titoli, risentono delle buone tendenze del mercato, cosicchè troviamo in chiusura sia la Rendita che il Convertito in netto progresso.

In ottimo comportamento i titoli tessili.

Anche i titoli meccanici e metallurgici sono stati in buona vista e favoriti dalla speculazione. Altrettanto può dirsi degli alimentari e dei bancari, sebbene in minore misura.

Tutti gli elettrici si presentano in netto a spesso cospicuo progresso.

R. San Nicolò.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di marzo.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	550	708,—	705,50	725,25
Lombarda	400	384,50	363,50	385,—
Bresciana	200	243,50	242,50	244,—
Gen. Elettrica Cisalpina priv.	125	126,50	125,—	127,25
» » » ord.	125	70,—	78,50	87,50
Unione Esercizi Elettrici	10	11,30	11,60	12,05
Elettricità Alta Italia	100	98,50	102,—	101,—
Adriatica	100	148,—	152,—	163,—
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	200	280,50	284,50	289,—
Officine Elettriche Genovesi	250	307,50	310,—	318,—
Generale Elettrica della Sicilia	100	82,50	85,25	86,25
Soc. Elettrica Piacentina	150	185,—	185,—	185,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	380,—	380,50	394,—
Forze Idrauliche Crespi	375	368,—	372,—	382,—
Elettriche Valdarno	100	141,—	146,50	151,—
Tirso	250	63,—	65,—	71,—
Terni	250	216,50	211,—	230,—
Meridionali d'Elettricità	250	248,—	252,—	261,50
Idroelettriche Piemontesi	50	44,50	44,25	46,50
Dinamo	200	258,—	259,—	262,—
Soc. Romana d'Elettricità	280	336,—	339,50	345,50

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di marzo.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:				
Cardiff primario	L. 139,—	a	L. 141,—	alla tonn.
Americano	» —,—	»	» —,—	»
Slesia	» 125,—	»	» 127,—	»
Sarre	» —,—	»	» —,—	»
Antraciti:				
Inglese primaria (in pezzatura)	» 185,—	»	» 220,—	»
Tedesca (in pezzatura)	» —,—	»	» —,—	»
Coke:				
Coke da gas nazionale	» 169,—	»	» 172,—	»
» » » inglese	» —,—	»	» —,—	»
» metallurgico nazionale	» 150,—	»	» 155,—	»
Petrolio	» 215,35	»	» —,—	al Q.le
Nafta:				
Per Diesel	» 540,—	»	» 555,—	alla tonn.
Per caldaie	» 210,—	»	» 225,—	»
Benzina in fusti	» 278,60	»	» 318,60	al Q.le

METALLI

Ghisa:				
Engliton N. 1	L. 450,—	a	L. 460,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	» 405,—	»	» 420,—	»
Ematite	» 425,—	»	» 440,—	»
Lussemburgo-Lorena	» 375,—	»	» 390,—	»
Ferro:				
Laminato omogeneo	» 76,50	»	» 80,50	al Q.le
Poutrelles	» 74,50	»	» —,—	»
Lamiere da 44 mm. in più	» 91,50	»	» —,—	»
Acciaio:				
Rapido per utensili	» 300,—	»	» 3000,—	al Q.le
Martin Resist. 50-70	» 85,—	»	» 125,—	»
Tubi trafilati	» —,—	»	» —,—	»
Rame elettrolitico	» 275,—	»	» 295,—	»
» in fogli comuni	» 490,—	»	» 540,—	»
» in barre tonde e quadre	» 485,—	»	» 545,—	»
Stagno in pani	» 2200,—	»	» 2300,—	»
Zinco in pani la fusione	» 175,—	»	» 190,—	»
Piombo in pani la fusione	» 150,—	»	» 160,—	»
Antimonio	» 575,—	»	» 650,—	»
Ottone in barre	» 390,—	»	» 410,—	»
Alluminio in pani	» 875,—	»	» 920,—	»

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Servizi telegrafici e radioelettrici di Stato. — Dalla Relazione della Direzione Generale delle Poste e dei Telegrafi per l'esercizio 1933-34, togliamo le seguenti notizie.

Traffico telegrafico. — Il traffico telegrafico nell'esercizio 1933-1934 ha subìto una nuova contrazione, inferiore però a quella verificatasi nell'esercizio 1932-33 rispetto all'esercizio 1931-32, come risulta dal seguente prospetto:

	Esercizio 1933-34	Esercizio 1932-33	Differenza percentuale fra 1933-34 e 1932-33	Esercizio 1931-32	Differenza percentuale fra 1932-33 e 1931-32
Telegrammi accettati per l'interno	22.187.235	22.849.519	— 2.897	23.694.969	— 3.568
Telegrammi accettati per l'estero	1.580.218	1.703.405	— 7.222	1.899.374	— 10.317
Telegrammi recapitati proven. dall'estero	1.516.511	1.590.327	— 4.641	1.829.123	— 13.055
Telegrammi dall'estero per l'estero	175.853	173.828	+ 1.164	205.518	— 15.419
Lavoro totale degli uffici governativi	133.151.422	135.164.666	— 1.489	140.474.968	— 3.78

Di fronte alla diminuzione del traffico telegrafico, si è avuto il contemporaneo notevolissimo sviluppo del telefonico in conversazioni interurbane e commissioni. Ciò è dimostrato dalle seguenti cifre:

Esercizio	1928-29	1920-30	1930-31	1931-32	1932-33	1933-34
Numero telegr. interni	28.928.292	28.738.787	27.222.662	24.727.548	23.905.736	23.284.685
Percentuale	—	— 6,05	— 5,27	— 9,16	— 3,32	— 2,59
Numero conversazioni telefon. interurbane:						
Stato	4.422.801	4.542.153	4.734.835	5.260.061	5.556.923	5.880.737
Concessionari	19.965.642	21.391.238	22.633.474	23.684.726	24.323.155	23.975.957
Percentuale	—	+ 5,95	+ 5,23	+ 5,44	+ 3,23	— 1,11
Numero commissioni telefon.	38.007	56.273	198.230	452.550	1.112.024	1.904.975
Percentuale	—	+ 48,05	+ 252,26	+ 128,29	+ 145,72	+ 71,30

Impianti interni. — Nuovi impianti di batterie di pile a grande capacità, tipo « A D » sono stati eseguiti negli uffici di Benevento, Caltanissetta, Cremona, Lagonegro, Massa, Pescara, Rieti e Savona, mentre impianti del genere sono in corso negli uffici di Agrigento, Aosta, Biella, Castrovillari, Cuneo, Foligno, Imperia, Ivrea, Lucca, Paola, Perugia, Reggio Emilia, Sulmona, Terni, Vibo Valentia e Vicenza.

Una importante innovazione è stata introdotta nell'Ufficio telegrafico centrale di Roma, dove sono in corso i lavori per l'impianto di un moderno commutatore generale a jack e di un permutatore di tipo telefonico.

Impianti interni di posta pneumatica e di trasportatori meccanici. — È stato attivato l'impianto di posta pneumatica interna negli uffici telegrafici di Biella, Bolzano, Brindisi, Caltanissetta, La Spezia, Massa, Savona e Trento, e sono in corso lavori per l'esecuzione di impianti simili nei nuovi edifici di Agrigento, Imperia, Lecce, Novara, Palermo, Rieti e Taranto.

È pure in corso l'ampliamento degli impianti medesimi negli uffici di Bologna, Milano e Torino, mentre è stato ultimato quello dell'ufficio di Firenze.

Sono stati iniziati i lavori per l'impianto di trasportatori a nastro nell'ufficio di Palermo e sono allo studio gl'impianti di trasportatori a pinze e a nastro negli uffici di Milano, in quello del nuovo edificio di Napoli e in quello di Bologna.

Comunicazioni telegrafiche interne. — Sono state attivate, con buon risultato, una comunicazione Baudot in supercombinato fra Bologna ed Ancona, sul cavo telefonico sotterrato della « Timo » e una comunicazione in infracustica fra Roma e Sassari dal cavo telefonico sottomarino dell'Azienda dei Telefoni.

Sono state pure attivate a Baudot, su circuiti del cavo telefonico nazionale, le comunicazioni telegrafiche in supercombinato Roma-Milano (8 settori), Roma-Firenze (4 settori) e Napoli-Firenze (4 settori). Con lo stesso sistema sono in corso di attivazione le comunicazioni telegrafiche Roma-Genova, Milano-Trieste, Milano-Firenze, Milano-Napoli, Napoli-Genova e Napoli-Torino.

È stata attivata una comunicazione a Baudot scaglionata Roma-Trento-Bolzano, che in un secondo tempo passerà nel cavo telefonico, nel tratto Trento-Bolzano.

Sono state pure attivate una comunicazione a Baudot scaglionata Palermo-Cagliari-Sassari dal cavo sottomarino Palermo-Ca-

gliari ed una comunicazione diretta ad Hughes fra Torino e Sestrières.

Si è provveduto altresì ad un più razionale riordinamento degli impianti Baudot attivi sui circuiti supercombinati e sono state attivate, con apparati aritmici le comunicazioni: Roma-Formia (Morkrum), Roma-Foggia (Creed), Bari-Messina (Creed) e Roma-Littoria (Morkrum).

La comunicazione Roma-Nodica, già attivata ad Hughes, è stata attivata a dupla Baudot ottenendo così un più rapido corso dei marconigrammi transitanti da detta stazione.

Un notevole perfezionamento è stato introdotto nella rete Wheatstone con l'impianto di gruppi ripetitori negli uffici di Aquila, Ascoli, Parma, Pola, Rovigo ed Udine, impianto che ha reso possibile un sensibile aumento della velocità di trasmissione.

Costruzioni telegrafiche e telefoniche. — Durante l'esercizio 1933-34 oltre alla istituzione di nuovi uffici e del servizio telegrafico in preesistenti uffici postali, furono eseguiti numerosi trasferimenti di vecchi uffici in nuovi locali con relativi lavori di sistemazione della rete telegrafica.

In dipendenza della elettrificazione ferroviaria furono eseguiti i seguenti lavori di linea:

Palificazioni costruite	km	670.500
Palificazioni assestate	»	303.103
Palificazioni raddoppiate	»	41.600
Nuovi fili di ferro posati	»	2.142.536
Nuovi fili di bronzo posati	»	2.683.403
Palificazioni demolite	»	101.589
Circuiti con fili di bronzo demoliti	»	1.357.000
Circuiti con fili di ferro demoliti	»	1.406.856

Furono posati km 0,500 di cavo aereo con km 26 di conduttori e km 13,600 di cavo sotterrato con uno sviluppo di km 1105 di conduttori, furono costruite due cabine di raccordo della capacità di 224 linee.

Per il servizio dei cavi sottomarini furono eseguite tre campagne con le R. Navi « Città di Milano » e « Giasone » della complessiva durata di 103 giorni, nel corso delle quali furono riparati 28 cavi e posati sette.

Fu disposta la costruzione di cinque casotti di approdo dei cavi sottomarini e costruito a Messina un grande e moderno fabbricato ad uso cisterne per deposito di cavi.

Radiocomunicazioni. — Il traffico svolto da Coltano Radio con navi mercantili nazionali ed estere continua a mantenersi in graduale e promettente aumento.

Il servizio delle conversazioni a grande distanza con le navi « Rex », « Conte di Savoia », « Conte Verde », « Conte Rosso », « Duilio » e « Giulio Cesare » si è andato sempre più affermando.

Attualmente il servizio delle conversazioni telefoniche è svolto utilizzando gli stessi trasmettitori da 14 kW adibiti anche alla trasmissione dei marconigrammi e dei Bollettini Stampa, ma è già in corso di montamento un nuovo impianto autonomo, per mezzo del quale risulterà possibile svolgere una conversazione r.t.f. con nave mentre gli altri due strasmettitori da 14 kW sono impegnati in telegrafia, oppure usarlo in r. t. mentre uno dei trasmettitori da 14 kW è impegnato in telefonia.

Il nuovo trasmettitore avrà potenza antenna variabile dai 40 ai 56 kW in telegrafia, a seconda delle onde di trasmissione.

Radiocollegamenti fra punti fissi. — Nel campo dei collegamenti interni, sono state attivate due stazioni radiotelegrafiche, in ausilio al cavo, nelle isole di Capraia e Gorgona e sono in corso impianti analoghi anche nelle isola di Alicudi, Filicudi, Vulcano e Panarea. Con gli impianti già attivati nelle isole Stromboli, Lipari e Salina, risulterà così completa la rete delle s. r. t. delle isole Eolie. Tutte le stazioni sono collegate con quella centrale di Messina, della quale è in corso un radicale riordinamento, provvedendola di impianto ad onde corte di tipo moderno. È altresì in corso di costruzione il radiocollegamento Como-Campione d'Italia, impiegando apparecchi ad onde corte.

Inoltre è progettato di assegnare una piccola stazione r. t. a tutte le isole minori che dispongono di ricevitoria p. t.

Radiodiffusioni. — L'attività dell'E.I.A.R. è stata rivolta, oltre alla parte programmi ed esercizio, anche al graduale miglioramento dei relais, utilizzando i cavi telefonici nazionali all'uopo concessi. Sono state messe a punto ed aperte al servizio le nuove stazioni di Torino II, Milano II e Roma III, che permettono agli abbonati di tali città di usufruire di un doppio programma radiofonico. Il numero degli abbonati è salito gradualmente alla cifra di 400.000 circa, e per darvi ancora un maggior incremento è stato riveduto il sistema delle tasse, e sono stati invitati i costruttori a realizzare apparecchi di tipo popolare, di costo accessibile alle classi meno abbienti.

È stato migliorato il servizio di trasmissione di notizie e di musica italiana ai paesi lontani valendosi delle emissioni della stazione ad onde corte di Roma-Prato Smeraldo. E perchè i programmi di tale stazione possano essere ricevuti abbastanza chiaramente nelle nostre colonie e presso le numerose comunità italiane all'estero, si è sentita la necessità di aumentare adeguatamente la potenza dell'impianto, portandola da 10 a 20 kW, con la possibilità di funzionamento simultaneo con quattro diverse onde. Analogo aumento di potenza sarà apportato alla stazione ad onda media di Roma-Santa Palomba, elevandola a 100 kW ed accanto a questa stazione ne sarà costruita un'altra di potenza 100 kW operante su di una lunghezza d'onda diversa, in modo, cioè, da poter emettere due programmi simultanei. Nel nuovo programma di costruzioni ed ampliamenti è compresa anche la costruzione di una stazione da 50 kW a Bologna e l'aumento di potenza da 1 a 10 kW della stazione di Bolzano.

Industria e commercio della radio. — In questo momento esistono in Italia circa 180 fabbriche di materiali radioelettrici, di cui 50 nella sola Lombardia, ma salvo poche ditte principali di vecchia data, la quasi totalità di esse è adibita alla produzione del solo materiale radiofonico. Inoltre, solo un'ottantina possiedono la licenza di tipo illimitato, mentre le rimanenti si occupano specialmente delle riparazioni e della piccola produzione.

Una buona parte delle ditte che si occupano di costruzioni radio è costituita da officine artigiane, che pur non dando, per mancanza di brevetti, un'impronta originale alla produzione, hanno in parte contribuito alla riduzione dei prezzi unitari, sia degli apparecchi completi che delle parti staccate, riduzione che però non è ancora quella che si vorrebbe raggiungere per mettere la radiofonia a portata di tutto il popolo italiano.

Il numero delle licenze per vendita di materiali radio ammonta annualmente a circa 2400.

Attualmente la produzione di apparecchi radiofonici completi si avvicina rapidamente al numero di 100.000 per anno, col concorso di circa 4000 operai (con poco meno di 8.000.000 di ore di lavoro) e varie centinaia di ingegneri e tecnici specializzati, con un impiego di capitali di parecchie diecine di milioni.

Anche la fabbricazione delle valvole termoioniche, iniziata la prima volta in Italia nel 1929 presso le Officine Marconi di Genova, è stata in questi ultimi anni assai incoraggiata e protetta mediante opportune disposizioni di principio e tariffe doganali adeguate.

Vari impianti statali, (ad esempio, il Centro di Coltano) impiegano da due anni in totalità valvole di produzione italiana. Anche negli apparecchi di radioaudizione le valvole nazionali vanno acquistando sempre maggior credito. Tuttavia, per l'accresciuto numero dei radioutenti, l'importazione annuale di valvole estere è ancora abbastanza alta: 800.000 valvole circa, per un valore complessivo non inferiore ai 25.000.000 di lire italiane.

Invece, nel campo degli apparecchi radiofonici completi, la produzione si va decisamente imponendo, cosicchè l'importazione dall'estero si riduce praticamente a soli apparecchi campioni ed a qualche apparecchio di tipo speciale non ancora costruito dalla nostra industria.

❋

Concorso a premio. — È prorogata al 31 marzo 1936-XIV la scadenza del concorso a premio già bandito dal Comitato per l'Astronomia, la Matematica Applicata e la Fisica del Consiglio Nazionale delle Ricerche sul seguente tema:

« *Applicazione concreta di metodi matematici ai fenomeni fisici ed alle attuazioni tecniche in cui entrano in gioco fenomeni di ereditarietà e di isteresi* ».

Possono concorrere a detto premio cittadini italiani (d'ambo i sessi) con un lavoro stampato o dattilografato, in lingua italiana, da inviarsi entro il 31 marzo 1936-XIV alla Segreteria Generale del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Ministero dell'Educazione Nazionale - Viale del Re, Roma).

❋

Congresso internazionale di ingegneria chimica. — Sotto gli auspici della World Power Conference, sarà tenuto a Londra, dal 22 al 27 giugno del prossimo anno 1936, un congresso internazionale degli ingegneri chimici. Il programma tecnico comprende 6 sezioni: Progetti di impianti di chimica industriale — Costruzione di stabilimenti chimici — Combustibili, calore, problemi generali di chimica industriale — Amministrazione e organizzazione dei lavori nell'industria chimica — Tendenze negli sviluppi della chimica industriale — Aspetti generali.

Le relazioni, di non più di 7500 parole, devono essere inedite e dovranno pervenire alla Segreteria del Congresso non oltre il 1 gennaio 1936.

Per uteriori informazioni rivolgersi a: World Power Conference - Office of International Secretary - 36 Kingsway, London W. C. 2.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Gruppo convertitore di frequenza da 7100 kW

La Compagnia Generale di Elettricità ha costruito per la centrale del Marzocco di Livorno della Spett. Società Elettrica Litoranea Toscana un gruppo convertitore di frequenza per il collegamento tra la rete a frequenza industriale e quella a frequenza ferroviaria.

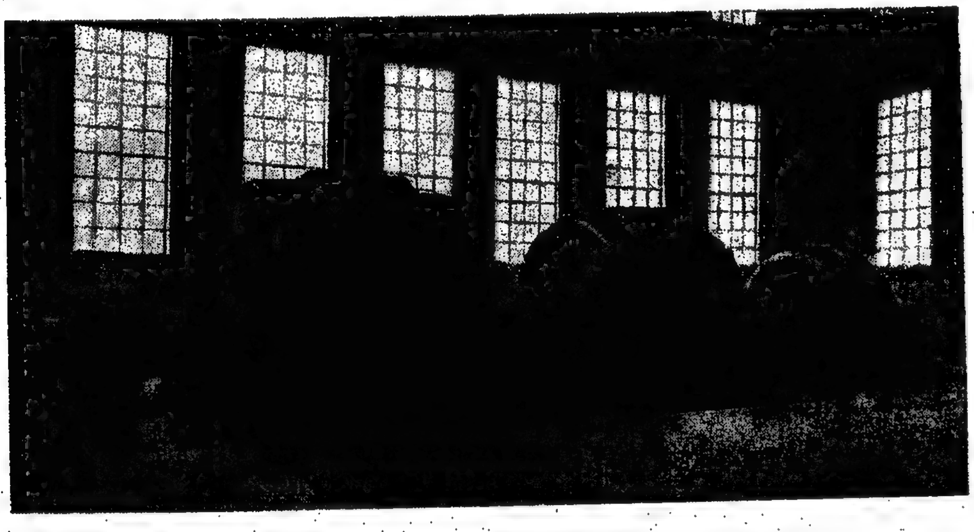
Il gruppo comprende una macchina sincrona da 9500 kVA ai morsetti, una macchina asincrona da 7100 kW al giunto, una macchina ausiliaria a collettore tipo Scherbius da 740 kVA per l'eccitazione della macchina asincrona alla frequenza di scorrimento, una macchina ausiliaria a collettore da 20 kVA per l'eccitazione della macchina tipo Scherbius, un'eccitatrice principale da 100 kW per il sincrono e un'eccitatrice ausiliaria da 4 kW.

Queste sei macchine sono tutte coassiali e costituiscono un complesso unico montato su basamento unico.

Il funzionamento del gruppo è reversibile, cioè l'energia può fluire nel senso rete industriale-rete di trazione o nel senso opposto.

La macchina sincrona, a quattro poli, è prevista per una potenza di 9500 kVA per fattore di potenza variabile tra zero in regime sovraeccitato e 0,75 in regime sottoeccitato. Le sue caratteristiche sono le seguenti: tensione: 3650/4200 volt; frequenza: 16/17 periodi/sec; velocità 480/510 giri al 1'.

La costruzione è eseguita con carcassa in lamiera in forma chiusa autoventilata; l'avvolgimento dell'indotto è a doppio strato con isolamento in mica; le cave sono del tipo aperto; il rotore è in ac-



Gruppo convertitore di frequenza da 7100 kW.

ciaio fucinato con poli lamellati ed è munito di un abbondante avvolgimento ammorzatore; l'avvolgimento induttore è a bobine doppie con intercapedine per l'aria di raffreddamento.

La macchina asincrona a 12 poli può fornire una potenza normale di 7100 kW al giunto, corrispondente, nel funzionamento come motore, ad una potenza di 8100 kVA circa ai morsetti per fattore di potenza pari a 0,91. Le caratteristiche sono: tensione: 5200 V $\pm$ 6 %; frequenza: 48/51 per/sec; velocità di sincronismo a 50 per/sec: 500 giri al 1'. La costruzione è pure in carcassa di lamiera, in forma chiusa autoventilata con avvolgimento dello statore del tipo a doppio strato per cave aperte. Il rotore, ad anelli di regolazione, possiede un avvolgimento a sbarre; vi è la possibilità di montare sul rotore un secondo avvolgimento a 10 poli per funzionare con lo stesso gruppo in collegamento con una rete a 42 per/sec. In tal caso l'avvolgimeno statore rimane lo stesso, però devono essere ricollegati mediante coltelli sezionatori i capi dei vari circuiti (che sono portati all'esterno nella fossa di fondazione) in modo da formare un avvolgimento a 10 poli.

Il gruppo può essere regolato per funzionamento a potenza costante: cioè, mediante una semplice registrazione a mano degli organi di regolazione, la potenza del gruppo passante in un senso o nell'altro può venire mantenuta indipendentemente dalla variazione di frequenza nei due sistemi. Si può invece ottenere anche che il gruppo funzioni con regolazione automatica della potenza in funzione delle frequenza ferroviaria indipendentemente dalla variazione della frequenza industriale.

Una terza condizione di funzionamento può essere realizzata quando l'alternatore alimenta la rete ferroviaria da solo e cioè non vi sono altri generatori in parallelo con esso. In tal caso la frequenza della rete può essere mantenuta costante ad un valore qualsiasi entro i limiti sopraindicati.

Il gruppo può essere avviato anche dal lato frequenza ferroviaria e la macchina sincrona può funzionare come condensatore sincrono con una potenza di 9500 kVA in anticipo.

Tutte le regolazioni previste vengono ottenute in modo molto semplice agendo su opportuni volantini al quadro, mediante i quali si varia l'eccitazione di due piccoli sincroni, di cui uno presiede alla regolazione dei giri o della potenza attiva e l'altro alla regolazione del fattore di potenza o della potenza reattiva. Un complesso di regolatori di tensione Tirrill wattmetrici mantiene la corrente di eccitazione dei due piccoli sincroni al giusto valore richiesto; dai due piccoli sincroni viene ricavata la corrente di eccitazione che, dopo un'opportuna conversione di frequenza, serve ad eccitare la macchina a collettore tipo Scherbius.

SUNTI E SOMMARI (*)

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

Considerazioni sulle valvole di sicurezza a fusibile. (Ill. R., novembre 1934, pag. 204-209, con 6 fig.). **3 e**

Gli organi di protezione dei circuiti a bassa tensione, specialmente i fusibili, sono spesso insufficienti o costruiti in modo empirico. La questione ha formato l'oggetto di una numerosa serie di prove sperimentali su differenti fusibili dei tipi commerciali cosicchè, in base alle constatazioni ed ai rilievi oscillografici fatti, è stato possibile determinare le qualità che i fusibili devono possedere per costituire una protezione efficace. Queste qualità e cioè: quelle inerenti al riscaldamento in servizio normale, quelle inerenti alle condizioni di fusione, e quelle inerenti alla capacità di rottura, sono esposte dettagliatamente nell'articolo. *G. Co.*

A. E. Anderson — **Dispositivo a mercurio per la richiusura automatica degli interruttori.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1934, pag. 462-467). **3 b**

L'apparecchio ha il pregio di richiedere un minimo di connessioni elettriche; la sua parte essenziale è costituita da un elemento a contatto differito, consistente in un tubetto d'acciaio, contenente una certa quantità di mercurio, suddiviso in due camere fra loro comunicanti attraverso due orifizi. L'apertura o la chiusura dell'interruttore provocano la rotazione dell'elemento a mercurio, il quale si dispone rispetttivamente nella posizione di richiusura o in quella di riposo. Quando il dispositivo è nella posizione verticale di riposo, corrispondente all'interruttore chiuso, il mercurio è raccolto in un apposito magazzino; quando l'interruttore scatta, il dispositivo si ribalta ed il mercurio, fluendo attraverso un foro nella camera di contatto, stabilisce, dopo un certo tempo, un contatto elettrico, il quale provoca la richiusura dell'interruttore. L'efflusso del mercurio dal magazzino alla camera di contatto dipende dall'apertura del foro e dal battente di mercurio. Quando l'interruttore si richiude, il mercurio ritorna nel magazzino attraverso un altro foro ed anche in questo caso l'entità del suo efflusso dipende dall'ampiezza di questo foro e dal battente di mercurio. Se però l'interruttore, appena dopo chiuso, scatta immediatamente di nuovo, il dispositivo torna in posizione verticale, ma quella parte di mercurio, che era precedentemente passata nella camera di contatto, viene imprigionata esternamente a questa e non partecipa più ai successivi cicli di richiusura. La quantità di mercurio ancora contenuta nel magazzino fluisce adesso nella camera di contatto e provoca dopo alcuni istanti una nuova richiusura. Il ciclo si ripete fino a che la quantità di mercurio ancora in gioco non è più sufficiente a stabilire il contatto elettrico per la richiusura dell'interruttore. In tal caso l'interruttore resta definitivamente aperto e può essere richiuso soltanto a mano, dopo di che il dispositivo di richiusura automatica ritorna automaticamente in posizione di riposo. Se invece l'interruttore resta chiuso dopo uno qualunque dei cicli per un tempo sufficiente, tutto il mercurio ritorna nel magazzino. *C. G. E.* (*)

APPLICAZIONI TERMICHE.

M. Brunetti — **Moderni impianti di riscaldamento elettrico e valorizzazione di eccedenze di energia.** (L'Elettrot., 15 settembre 1934, pagine 586-590 e 25 settembre, pag. 618-624, con 27 fig.). **5 d**

Esposte alcune considerazioni riguardo all'impiego dell'energia elettrica per scopi di riscaldamento, vengono illustrati alcuni impianti di notevole importanza eseguiti dall'Azienda Elettrica di Torino in edifici scolastici o pubblici di vario genere. Gli impianti di diversi tipi presentano caratteristiche particolari, che vengono per i singoli casi esposte ed illustrate, riferendo anche sui risultati ottenuti. *Ri.*

APPLICAZIONI VARIE.

Escavatore da 7 m³ a comando elettrico. (Engin., 31 agosto 1934, pagine 221-224, con 13 fig.). **6 c**

Si tratta di uno dei più grandi escavatori esistenti in Europa e può essere condotto da un solo operaio; l'altezza massima di in-

(*) Per i titoli delle Riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

nalzamento della benna è di 24 m; il suo massimo raggio di azione di 33 m; il suo peso di 600 t; esso è scorrevole su rotaie. Il comando elettrico è del tipo Ward-Leonard, con alimentazione mediante cavo trifase a 3300 V; l'energia viene in parte ridotta a 440 V mediante un trasformatore da 50 kW, e utilizzata per gli ausiliari, e in parte invece alimenta direttamente un motore sincrono da 435 kVA che comanda un gruppo convertitore. Quest'ultimo comprende una generatrice da 275 kW alimentante il motore di comando sollevamento, una da 75 kW per quelli di rotazione, una pure da 75 kW per quello di trazione, nonchè una eccitatrice da 20 kW a 125 V.

I motori sono a ventilazione forzata e previsti di frenatura, mediante ricupero. *E. R.*

R. BAUDER, H. MACKH — **Il comando elettrico di macchine per la prova dei materiali.** (E. u. M., N. 36, 9 settembre 1934, pag. 423-425, con 2 fig.). **6 b**

Si tratta del comando delle macchine per la verifica della resistenza dei materiali sotoposti a vibrazioni, la cui sollecitazione complessiva dipende dalla durata della sollecitazione, dal numero di vibrazioni al secondo, dalle dimensioni del provino e dall'ampiezza dell'oscillazione. La sollecitazione può essere realizzata in modo razionale col comando elettromagnetico: sottoponendo cioè l'estremo libero del provino all'azione di due elettromagneti affacciati ed opposti rispetto al provino stesso. A seconda del controllo della corrente che circola negli avvolgimenti dei magneti, il comando può essere automatico od a distanza. Nel primo caso, le vibrazioni del provino stabiliscono la frequenza della corrente; nel secondo caso, la frequenza è indipendente dalla vibrazione e può essere regolata variando la velocità del generatore. Il controllo automatico della sollecitazione alternata presenta ovvi vantaggi e può essere realizzato con comando meccanico o, meglio, con comando elettrico. In questo secondo caso, l'impiego di tubi ionici a controllo di griglia offre soluzioni di particolare interesse. Due di esse sono illustrate nei loro schemi e nelle caratteristiche più notevoli. *V. D. Ma.*

H. W. PUTTICK — **Gli impianti elettrici usati per la costruzione del ponte di Willington a Calcutta.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 455, novembre 1934, pag. 661-669). **6 c**

La possibilità di ottenere ingenti quantità di energia elettrica da impianti già esistenti ha consigliato di eseguire molte operazioni necessarie per la costruzione del ponte a mezzo di motori elettrici anzichè a vapore. Il ponte ha uno sviluppo di 750 m con sette arcate su otto piloni ed è previsto per portare due linee ferroviarie al centro e due linee carrozzabili ai lati della larghezza di otto m a sbalzo. Alle due testate vennero installate due cabine di 400 kVA di potenza ciascuna; dai trasformatori si possono ricavare le tensioni di 430 e 215 volt a volontà. L'energia viene portata alle macchine operatrici situate sui piloni a mezzo di cavi completamente isolati in gomma (compreso il rivestimento esterno), semplicemente appoggiati sul fondo del fiume; i cavi prima della posa sono stati sottoposti a prove meccaniche ed elettriche molto severe in modo da avvicinarsi il più possibile alle condizioni reali del servizio. Le trasmissioni in cavo hanno soddisfatto pienamente sia per la facilità della posa sia per la durata (complessivamente di sei anni). Il rivestimento di gomma si è dimostrato resistente non soltanto alla corrosione dell'acqua ma anche all'azione di animali (teredo navalis) che normalmente intaccano i pali di legno immersi nell'acqua. Il carico medio è stato di 100 kW, con punte di 350 kVA; il consumo di energia è stato di 14,5 kWh per ogni m^3 di fondazione gettata e di 72,2 kWh per tonn. di ferro messo in opera. L'A. dà ampie notizie sui sistemi costruttivi seguiti per mettere in opera il ponte. *I. L.*

Le macchine utensili per la lavorazione dei metalli. (La Technique Moderne, 15 novembre 1934, pag. 742-751, con 25 fig.). **6 c**

La nota tratta delle macchine utensili illustrando in modo particolare la sviluppo ed i progressi realizzati dal comando elettrico, il quale attualmente viene incorporato nella stessa incastellatura meccanica formando con la macchina principale un assieme quasi compatto. A seconda dei casi la trasmissione avviene per cinghia o ad ingranaggi con diverse e varie disposizioni. Fra i vari tipi di macchine considerate nei loro sviluppi dal lato elettrico, vanno considerate: le fresatrici di cui si illustrano diversi esemplari, per i quali si indicano le potenze assorbite, ecc., con le caratteristiche fondamentali; le alesatrici, con indicazioni di diverse disposizioni dei motori di comando, i quali possono essere in alcuni casi del tipo reversibile, a velocità costante o variabile; le affilatrici, le smerigliatrici, molatrici, rettificatrici. Un paragrafo è pure destinato alle macchine destinate ad accelerare le operazioni di finitura, con uno o più motorini a seconda delle esigenze di lavorazione e di funzionamento. *E. R.*

P. WODEY — **Progressi e perfezionamenti apportati alle applicazioni della elettricità nell'industria tessile.** (La Technique Moderne, 15 novembre 1934, pag. 733-741, con 18 fig.). **6 c**

La generalizzazione del comando elettrico singolo delle macchine utilizzate nella industria tessile tende a divenire completa. Le condizioni di funzionamento alle quali devono rispondere gli equipaggiamenti elettrici per tali applicazioni sono complessi. Si hanno equipaggiamenti a velocità fissa, equipaggiamenti a velocità variabile, regolabile a volontà, od a diverse velocità. Dal punto di vista dell'avviamento poi, alcune macchine richiedono messe in marcia graduali, altre invece vogliono essere avviate d'un colpo solo. Ciò premesso l'Autore fa una disamina delle diverse applicazioni concrete, le più importanti delle quali sono: *a*) macchine di preparazione per la filatura del cotone, come i battitoi, le carde, banchi a fusi, ecc.; macchine continue, a filare, comandate in genere da motorini asincroni a due velocità, ed a velocità regolabile; macchine per tessitura, come orditoi, che richiedono attenta cura nelle diverse manovre di comando, ecc. Il massimo rendimento è realizato col portare al massimo le velocità dei diversi organi della macchina attraverso i sistemi di trasmissione del comando elettrico; per i fusi si è arrivati intorno ai 20.000 giri al 1', ciò che è stato possibile appunto coll'estensione del comando individuale. *E. R.*

CONDUTTURE.

F. HAAS — **Il meccanismo della distruzione dell'isolamento delle linee e dei cavi isolati in gomma a causa di fenomeni di effluvio.** (E. u. M., N. 37, 16 settembre 1934, pag. 429-434, con 6 fig.). **9 d**

Un'indagine approfondita dell'A. porta alla conclusione che l'invecchiamento degli isolanti che rivestono i conduttori è in larga misura influenzato dai fenomeni di effluvio nello spazio circostante i conduttori medesimi. I fattori che concorrono alla distruzione dell'isolante sono essenzialmente due: le scariche per effluvio attraverso gli strati d'aria che si formano sempre col tempo, e la ripartizione del potenziale nell'isolante la quale fa sì che dei due condensatori in serie, quello con costante dielettrica minore, ossia l'aria, sia sottoposto alla maggior sollecitazione. Naturalmente, in pratica il fenomeno è complicato dall'intervento di altri fattori — elevata temperatura, umidità, agenti chimici e meccanici — che concorrono ad aggravare la stabilità dielettrica degli isolanti. L'influenza di questi ultimi non può essere valutata che caso per caso. *V. D. Ma.*

J. HAK — **La catenaria in coordinate logaritmiche.** (E. u. M., N. 32, 12 agosto 1934, pag. 373-375, con 3 fig.). **9 c**

La supposizione che la curva funicolare dei fili pesanti sia una parabola non è notoriamente ammissibile quando si tratti del calcolo meccanico di linee elettriche a grandi campate. Una approssimazione soddisfacente implica la considerazione della catenaria: tavole numeriche e grafici sono stati proposti alla scopo di rendere meno laboriosi i calcoli. L'A. dimostra che tutti i problemi inerenti al calcolo meccanico delle linee aeree possano essere risolti in modo relativamente semplice rappresentando la catenaria in un sistema di coordinate logaritmiche. Tale rappresentazione si presta tanto per i calcoli preliminari quanto per i calcoli esatti: in questo secondo caso, è però necessaria la scelta di una scala sufficientemente ampia. Due esempi numerici chiariscono i particolari del metodo proposto. *V. D. Ma.*

E. ALESSANDRI — **Influenza dell'umidità dell'aria sulla tensione critica degli isolatori.** (L'Elettrot., 5 agosto 1934, pag. 506-507, con 10 fig.). **9 e**

L'A. illustra i principi seguiti in una serie di esperienze sulla tensione di scarica di isolatori e riporta in parecchi diagrammi i risultati numerici raggiunti, i quali dimostrano che la tensione critica di scarica a secco aumenta colla umidità assoluta dell'aria secondo una legge lineare, in cui il coefficiente di proporzionalità varia col tipo dell'isolatore. Nel caso di tensioni critiche determinate in condizioni ambienti diverse dalle normali viene proposto di apportare particolari correzioni percentuali. *Ri.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

W. G. THOMPSON — **L'applicazione dell'arco raffreddato ad aria alla conversione della corrente con particolare riguardo al raddrizzatore di Marx.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 455, novembre 1934, pagine 603-617 e discuss. fino a pag. 630, con 22 fig.). **10 d**

Il raddrizzatore in aria per alta tensione è costituito da due elettrodi fra i quali viene applicata la tensione alternata che si vuole raddrizzare; al principio di ogni semionda positiva si adesca la scarica fra gli elettrodi a mezzo di un impulso elettrico prodotto dalla scarica di un condensatore. Lo spegnimento dell'arco alla fine del semiperiodo è assicurato da un getto d'aria sotto pressione che provenendo da una camera esterna si scarica lungo l'asse dei due elettrodi cavi. L'arco è in continua rotazione lungo il bordo degli elettrodi per effetto di un campo magnetico molto intenso creato da una bobina sistemata nell'interno dei medesimi. L'adescamento dell'arco può essere realizzato meccanicamente mettendo in corto circuito gli elettrodi a mezzo di un contatto rotante comandato da un motore sincrono. Gli elettrodi si consumano per due cause: ossidazione e fusione superficiale; in una prova di dieci ore a carico continuo con 100 ampere e 380 volt il consumo di rame è stato di 1,81 gr sull'anodo e di 0,76 gr sul catodo. Il raffreddamento degli elettrodi è ottenuto con acqua circolante in un serpentino sistemato nella zona più battuta dall'arco. Alla pressione atmosferica la caduta di ten-

sione nell'arco è di 30 volt/cm quando la corrente sia compresa fra 50 e 1000 ampere; in qualche caso la caduta di tensione è scesa a 12 volt/cm. Le prove eseguite hanno dimostrato la possibilità di realizzare unità di grande potenza con perdite molto ridotte, valutabili a circa il 0,2 % nell'arco. È stata dimostrata la possibilità di trasformare una corrente continua ad elevato potenziale in una corrente alternata di forma prossimamente sinusoidale. Sembra che i raddrizzatori ad aria si possano usare utilmente anche per la conversione di una corrente a 1500 volt (servizio trazione). L'A. riporta alcuni schemi relativi a raddrizzatori in aria per circuiti polifasi.

Discussione. — Il raddrizzatore di Marx richiede alcuni servizi ausiliari: pompa d'aria, pompa d'acqua, generatore degli impulsi, alimentazione del solenoide di soffiamento con corrente continua e si presenta quindi di difficile manutenzione ed esercizio. I raddrizzatori a vapore di mercuio sono già stati costruiti fino a 700 kV; i raddrizzatori di Marx potrebbero anche andar oltre sebbene la massima tensione finora realizzata con unità sperimentali si aggiri sullo stesso valore. Negli ultimi tipi perfezionati il solenoide di soffiamento è stato sostituito con un magnete permanente. *I. L.*

P. Glebow — **Conversione della corrente monofase in trifase e viceversa.** (E. T. Z., N. 21, del 24 maggio 1934, pag. 513-516, con 10 fig.). **10 b**

L'A. mostra come con mezzi molto semplici si possa realizzare da un sistema monofase un sistema trifase completamente simmetrico. Se, per esempio, si inserisce un motore a induzione trifase con collegamento a triangolo su di una linea monofase, alimentando il motore per due vertici del triangolo, basta inserire un'induttanza e una capacità in parallelo rispettivamente cogli avvolgimenti che fanno capo al vertice del triangolo non connesso alla linea per ottenere un funzionamento del motore come trifase su linea monofase, col vantaggio che si può avere un avviamento completamente automatico del motore stesso. Bisogna però che il carico non vari troppo fortemente, altrimenti col carico dovrebbero variare i valori dell'induttanza e della capacità inserita. Inversamente il motore trifase può anche funzionare da generatore asincrono monofase. *Tt.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

A. Eigermann — **Le reazioni elastiche e le sollecitazioni elettrodinamiche nei sistemi meccanici.** (R. G. E., 19 maggio 1934, pag. 677-88).

Nella valutazione delle deformazioni dei sistemi meccanici per opera delle azioni elettrodinamiche, intervengono le forze interne (reazioni elastiche) che si manifestano con oscillazioni del sistema le quali si sovrappongono con l'azione semplice.

In base a queste considerazioni l'A. risolve l'equazione generale di equilibrio col metodo simbolico di Heaviside e giunge a stabilire per il calcolo dell'effetto dell'azione elettrodinamica una serie di coefficienti che si traducono in diagrammi. L'A. sviluppa un esempio per il caso di due conduttori paralleli e valuta pure le sollecitazioni di dilatazione termica originate dalle sovracorrenti ricordando che il montaggio con giunti di dilatazione complica il problema dando luogo a oscillazioni libere o frenate. Se si vuole operare a vantaggio della stabilità è necessario riferirsi al caso di risonanza tra l'azione elettrodinamica e le oscillazioni del sistema meccanico; in regime transitorio si contemplerà separatamente la risonanza tra ciascuna delle componenti armoniche dell'effetto elettrodinamico e l'oscillazione propria del conduttore. *G. Cc.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

Z. Ollano — **Studio di contatori di fotoni per la regione visibile e ultravioletta.** (N. Cimento, novembre 1934, pag. 603-620, con 11 fig.). **14 c**

L'effetto fotoelettrico dei metalli ha permesso di realizzare dispositivi fotometrici di grande sensibilità nel campo visibile ed anche nell'ultravioletto e nella prima regione dell'ultrarosso. La sensibilità di tali dispositivi può essere spinta così avanti da contare i quanti di radiazione luminosa. Più opportuni però si presentano a questo riguardo dispositivi che usano come misuratore di luce il contatore a filo di Geiger e Müller. Come è noto esso consiste in un cilindro metallico chiuso da due tappi di ebanite; lungo l'asse del cilindro è teso un filo metallico e la pressione interna è mantenuta a qualche centimetro di mercurio. Portando il cilindro a un potenziale negativo di qualche migliaio di volt, e collegando il filo a terra attraverso una elevata resistenza, il contatore segnala i quanti di radiazione di grande energia, ognuno dei quali infatti libera elettroni capaci di ionizzare il gas fino a far avvenire la scarica. Un fenomeno analogo avviene se praticando una finestra nel cilindro si permette che la luce arrivi sulla parete interna, nel qual caso i quanti luminosi producono le stesse conseguenze dei quanti di grande energia.

Si ottiene così un contatore di fotoni di facile costruzione e grandissima sensibilità. Il dispositivo di conteggio usato pei quanti di grande energia serve anche per i quanti di luce. L'A. discute il funzionamento dell'apparecchio mettendo in evidenza che i fattori che maggiormente vi influiscono sono il diametro del cilindro e la pressione del gas contenuto. Vengono descritte numerose esperienze eseguite con contatori di fotoni costruiti con materiali diversi e ne sono riportati i risultati. Il contatore a pareti di alluminio ha sensibilità quasi costante fra 7590 e 2500 A°; con pareti d'ottone ricoperto di amalgama di mercurio e sodio la sensibilità aumenta rapidamente in modo lineare col diminuire della lunghezza d'onda. Per il violetto e l'ultravioletto la massima sensibilità si ottiene con amalgama di mercurio e sodio. I contatori ad ossidulo e ossido di rame sono molti sensibili anche nella regione giallo verde, dove le misure di intensità luminosa sono più frequenti e difficili da eseguire *Ri.*

A. Rostagni — **Ricerche sui raggi positivi e neutrali. Ionizzazione per urto di atomi.** (N. Cimento, novembre 1934, pag. 621-634, con 10 fig.). **14 b**

Esperienze eseguite in passato sui raggi canali hanno dimostrato che atomi o molecole veloci, con energia dell'ordine di 10.000 volt-elettroni, nel passare attraverso ad un gas si ionizzano; se ne può indurre che anche il gas venga ionizzato. Il fenomeno è in generale studiato insieme a quello di neutralizzazione ed è trattato come l'inverso di questo. L'A. descrive un metodo usato per determinare l'andamento delle sezioni efficaci per la ionizzazione dell'argon e dell'elio da parte dei rispettivi atomi con energie comprese fra 50 e 720 V per il primo gas e fra 60 e 460 V per il secondo. Il dispositivo consta di una camera, in cui viene generato il fascio di ioni primari; una camera in cui ha luogo la neutralizzazione parziale degli ioni ed infine una camera nella quale vengono compiute le misure relative al fascio di atomi ed alla ionizzazione da essi prodotta. Gli ioni deviati da un condensatore pervengono attraverso una serie di diaframmi ad un collettore mobile col quale se ne può determinare l'intensità residua vera, cioè esente da elettroni secondari. Un altro condensatore permette di deviare gli ioni residui, lasciando pervenire sul collettore soltanto gli atomi neutralizzati, cosicchè si misura allora l'intensità dell'emissione elettronica secondaria. L'A. descrive dettagliatamente la tecnica del metodo seguito e le precauzioni da usarsi nelle esperienze. Raccoglie poi in un diagramma l'andamento dei valori delle sezioni efficaci in funzione dell'energia degli atomi. Le sezioni efficaci dell'argon sono, nel campo studiato, oltre dieci volte più grandi di quelle dell'elio a pari velocità. La curva dell'elio presenta un flesso abbastanza marcato fra 130 e 160 V. Entrambe le curve sembrano tendere ad un valore costante verso le energie elevate. Lo stesso andamento generale hanno le curve di ionizzazione dei gas nobili da parte di ioni dei metalli alcalini. *Ri.*

G. Grobe — **Espressione analitica della curva dei cicli di isteresi.** (E.T.Z., N. 23, del 7 giugno 1934, pag. 559-561, con 5 fig.). **14 h**

L'A. dimostra che si può ottenere una rigorosa espressione analitica della curva dei cicli d'isteresi quando si rappresentino le coordinate di un singolo punto delle curve come funzioni di una terza variabile indipendente, in modo che l'induzione B sia una funzione del cos della pulsazione ω della corrente; allora la relativa intensità del campo magnetizzante H si rappresenta con una serie di Fourier:

$$B = b \cos \omega t$$
$$H = h \left[\cos (\omega t + \gamma_1) + \eta_3 \cos (3 \omega t + \gamma_3) + \eta_5 \cos (5 \omega t + \gamma_5) + \ldots\right].$$

Da questa coppia di equazioni si possono calcolare le perdite per isteresi e la permeabilità complessa. L'A. dà poi i dati fino alla 9ª armonica per una serie di curve di isteresi con induzioni massime crescenti.

L'ampiezza dell'onda fondamentale del campo magnetizzante cresce all'incirca secondo una parabola, mentre i coefficienti delle armoniche superiori al di là della saturazione aumentano all'incirca linearmente coll'induzione. Questa relazione consente di calcolare rapidamente le armoniche superiori del campo per diverse induzioni massime, quando siano noti da dati di misura i relativi valori delle armoniche per due induzioni. Il procedimento descritto nell'articolo costituisce un mezzo per paragonare le proprietà magnetiche di diverse qualità di ferro o di altri materiali magnetici. *Tt.*

A. Sellerio — **Ricerche sulla fonometria per confronto.** (N. Cimento, novembre 1934, pag. 587-602, con 13 fig.). **14 d**

Secondo l'A. il mezzo migliore per semplificare e rendere di maggior precisione le misure acustiche è quello di sostituire alle misure assolute quelle relative o di confronto dalle quali si può poi risalire alle misure assolute, quando il campione abbia intensità nota. Per un confronto efficace l'orecchio deve sentire prima un suono e poi subito l'altro; perciò si presenta opportuna la fonometria per alternanze. L'A. descrive in proposito un dispositivo che comprende un microfono a carbone, con un trasformatore, una resistenza regolabile, un inversore e due capsule telefoniche.

Sul dispositivo possono essere inseriti due microfoni che raccolgono i due suoni e che sono collegati ciascuno a due parti simmetriche dell'apparecchio. L'inversore è formato da due lamiere metalliche cilindriche, isolate fra loro e sulle quali strisciano tre spazzolini fissi. In tal modo alternativamente i due suoni vengono comunicati agli orecchi dell'ascoltatore. L'A. espone la teoria del metodo e la tecnica dell'impiego dell'apparecchio. Come velocità

dell'inversore l'A. consiglia quella di 150 giri al minuto. Come campioni di suoni l'A., dopo avere discusso quelli di vario tipo proposti da altri, consiglia i dispositivi a linguetta libera che sono di semplice costruzione e offrono la possibilità di regolare a piacere intensità ed altezze. Viene in proposito descritto un apparecchio che si è dimostrato particolarmente utile. L'A. descrive poi un dispositivo a galvanometro con permutatore girevole che permette il confronto e quindi la misura di debolissime correnti alternate mediante galvanometro con l'aiuto di un cristallino raddrizzatore. Qualora si vogliano confrontare due suoni senza trasformazione di energia acustica in altre forme è proposto l'uso di uno speciale inversore meccanico graduabile. Sono esposte alcune considerazioni su fenomeni di isteresi acustica. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

H. LINGENFELSER — **Modo di funzionamento e impiego della lampada a vapore di sodio.** (E. T. Z., N. 24, del 14 giugno 1934, pag. 577-582, con 13 fig.). **19 d**

Viene messa in evidenza la superiorità del sistema di illuminazione con lampada a scarica luminescente rispetto a quello con lampade a incandescenza dal punto di vista economico e viene poi descritta la lampada a vapore di sodio sia nei suoi particolari costruttivi sia nel suo funzionamento. Essa è costituita da un tubo con due elettrodi contenente neon e un po' di sodio. La scarica dapprima avviene nel neon e perciò in principio queste lampade emettono luce rossa. L'emissione luminosa è di 50 lumen per watt per lampade di 70 o 120 watt. Queste lampade sono particolarmente indicate per l'illuminazione di strade e di piazzali all'aperto: in Germania è stata di recente illuminata con questo sistema l'autostrada Colonia-Bonn per un tratto di 1,5 km con lampade da 70 watt poste a 10 metri dal suolo e distanziate fra loro di 25 m. Altri numerosi esempi di illuminazioni eseguite con queste lampade sono citati nell'artcolo. *Tt.*

F. BENFORD — **Un riflettometro per tutti i tipi di superficie riflettenti.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1934, pag. 457-459). **19 f**

Un apparechio recentemente realizzato e che è adatto a superfici tanto speculari quanto scabre, è costruito come un fotometro a visione diretta e consta essenzialmente di due sfere cave di carbonato di magnesio, in cui sono praticate tre aperture. Da una di esse sul fondo entra il raggio luminoso di una lampada, che cade interamente su un vetro in cui è stata posta la superficie da sperimentare; da un'altra si può avere la visione di una sezione equatoriale della sfera; la sorgente luminosa, che è una delle lampade del fotometro, può essere spostata in modo da variare la quantità di luce che entra onde potere usare il tratto della scala del fotometro che si desidera. Per la taratura due sono i campioni che possono essere usati con sicurezza: un blocco di carbonato di magnesio che presenta un potere riflettente medio di 0,98; e un pezzo cavo di metallo fornito di apertura e costituito in modo che solo una piccola parte della luce che vi entra torni al di fuori per effetto della riflessione, e il cui potere riflettente è praticamente zero. Un altro campione ausiliario è dato dalla carta nera usata per avvolgere le negative fotografiche. Poichè raramente l'angolo di riflessione supera i 60°, gli angoli superiori sono stati esclusi dal calcolo e poichè sperimentalmente è stato dimostrato che per angoli inferiori il coefficiente corrisponde a quello per una superficie a 45°, il riflettometro è stato costruito in modo da dare un coefficiente corrispondente appunto a tale angolo. *C. G. E.*

R. HIECKE — **La suddivisione degli apparecchi d'illuminazione a seconda della distribuzione di luce cui danno luogo.** (Lichttech., 24 giugno 1934, pag. 9-12, con 4 fig.). **19 v**

Dati i diversi metodi di suddivisione usati nelle diverse Nazioni, nella sua ultima riunione di Cambridge la Commissione Internazionale dell'Illuminazione aveva incaricato il Comitato dell'Illuminazione austriaco di studiare la questione. In questo articolo l'A. confronta alcuni dei metodi proposti e ne indica uno col quale la distribuzione di luce cui danno luogo gli apparecchi di illuminazione viene ad essere individuata da una frazione con tre cifre al numeratore e tre al denominatore. Ciascuna delle cifre del numeratore, rispettivamente del denominatore, è proporzionale al flusso luminoso emesso attraverso ciascuna delle tre parti, di angolo solido uguale, in cui s'immagina suddiviso l'emisfero superiore, rispettivamente l'emisfero inferiore. Tale metodo non è esente da pecche, ma si può rimediare secondo quanto suggerisce l'A. che, infine, indica la via da seguire nel caso di apparecchi d'illuminazione asimmetrici. *G. Co.*

H. SCHOBER — **Sulla visione con luce colorata.** (Lichttech., 5 agosto 1934 pag. 17-19). **19 a**

L'articolo contiene una discussione di questo problema fatta in base a quanto è stato pubblicato fino ad oggi sull'argomento e sulla scorta dei risultati ottenuti nelle esperienze effettuate presso l'Istituto di Fisica del Politecnico di Vienna. In sostanza, secondo l'A., nei confronti dell'illuminazione dovuta alle ordinarie lampade, l'illuminazione fornita da sorgenti di luce colorata — quale quella emessa dalle lampade a vapori di sodio e dalle lampade a vapori di mercurio ad alta pressione — mentre presenta svantaggi dal punto di vista psicologico possiede importantissimi pregi dal punto di vista fisiologico. Per quel che riguarda i campi più favorevoli per l'applicazione delle lampade accennate, l'A. conclude con lo indicare l'illuminazione delle strade di traffico e l'illuminazione dei locali di lavoro delle industrie, come quei campi in cui si può trarre il maggior profitto e della grande efficienza di queste lampade e della grande acuità visiva da esse consentita. *G. Co.*

P. SELENYI — **Sulla pratica della fotometria obiettiva delle lampade ad incandescenza.** (Lichttech., 5 agosto 1934, pag. 19-22, con 5 fig.).

Si descrive un fotometro integratore obiettivo, utilizzante una cella fotoelettrica al sodio nel vuoto a superficie sensibile ossidata per estendere il suo campo di sensibilità fino all'estremo rosso dello spettro visibile e, come strumento di misura, un elettrometro a quadranti di Lindemann. Tale apparecchio, che è stato usato per diversi anni nel laboratorio della Tungsram per la taratura corrente delle lampade ad incandescenza, è stato recentemente perfezionato e reso più semplice. Come cella viene infatti usata una cella fotovoltaica al selenio di cui nell'articolo si descrivono le caratteristiche più importanti, che è collegata ad un galvanometro a destra e a sinistra del quale è una sfera di Ulbricht (una di queste sfere, che ha 1 m di diametro, serve per la taratura delle lampade di maggior potenza; l'altra sfera, diametro 0,5 m, per le lampade di piccola potenza). Infine è descritto un fotometro fotoelettrico portatile per il confronto delle lampade dello stesso tipo ma di marca diversa, che è stato ideato a scopo di propaganda. *G. Co.*

J. S. PRESTON e L. H. MCDERMOTT — **La fotometria fotoelettrica e le sue limitazioni.** (J. G. Light, agosto 1934, pag. 245-250, con 3 fig.). **19 f**

L'articolo è suddiviso in tre parti: nella prima si tratta per sommi capi dei fondamenti della fotometria soggettiva, nella seconda si indicano le proprietà che devono possedere le celle fotoelettriche che si vogliono utilizzare come occhi artificiali fotometrici, e nella terza sono messe in evidenza la natura e la portata degli errori commessi coi metodi fotometrici obiettivi basati sull'uso delle celle fotoelettriche nel vuoto tipo Elster-Geitel. Secondo gli AA., mentre i metodi della fotometria fotoelettrica facilitano grandemente la pratica delle misure industriali, serie difficoltà s'incontrano qualora, con questi metodi, si voglia raggiungere lo stesso grado di precisione ottenibile con quelli della fotometria ordinaria. Gli è che, oltre che numerose, le cause dei probabili errori sono in parte imputabili alle stesse celle fotoelettriche (non proporzionalità fra corrente fotoelettrica ed illuminazione, curva di sensibilità con andamento diverso da quello della curva di visibilità, variazione della sensibilità col tempo, ecc.) e in parte agli apparecchi associati alle celle (coefficiente di temperatura dei filtri di colore, sensibilità fotoelettrica delle valvole termoioniche, ecc.) sicchè, talvolta, volendo eliminare una causa di errore se ne introduce un'altra. Tuttavia, le celle fotoelettriche possono rendersi utilissime in molti casi, specie in quelli in cui si devono confrontare luci di composizione praticamente identica. *G. Co.*

M. RICHTER — **La tecnica colorimetrica.** (Licht, giugno e luglio 1934, pagine 101-105, e 125-127, con 2 fig.). **19 j**

Dopo aver indicato i requisiti ai quali devono soddisfare i metodi di misura dei colori per essere sufficientemente esatti, l'A. descrive partitamente ciascuno dei più importanti di questi metodi, confrontandone i pregi ed i difetti. Accenna pure ai principî su cui sono basati diversi tipi di colorimetri, alla rappresentazione grafica cosidetta del triangolo dei colori, ed alla possibilità di utilizzare le celle fotoelettriche in qualcuno dei metodi descritti. Copioso è il riferimento bibliografico. *G. Co.*

L. SCHNEIDER — **Del vedere con luce colorata.** (Licht, luglio e agosto 1934, pag. 122-125 e 143-145). **19 a**

L'introduzione nella pratica dell'illuminazione di due nuove sorgenti di luce colorata (la lampada a vapori di sodio e la lampada a vapori di mercurio ad alta pressione) ha dato luogo a numerose ricerche comparative (l'A. ricorda quelle di Arndt, di Arndt e Dresler, di Klein, e di Luckiesh e Moss) fra le condizioni di visione realizzabili con queste nuovi sorgenti luminose e quelle ottenute con le ordinarie lampade ad incandescenza. Dall'esame dei risultati ottenuti in queste ricerche l'A. trae alcune conclusioni assai interessanti nei riguardi delle seguenti proprietà fondamentali dell'occhio: 1°) sensibilità di percezione delle differenze di luminosità; 2°) sensibilità di percezione della forma degli oggetti; 3°) velocità di percezione. Per quel che concerne il punto 1°), non c'è nessuna differenza fra il caso dell'illuminazione artificiale ordinaria e quello dell'illuminazione con luci colorate. Invece la sensibilità di percezione della forma degli oggetti è maggiore (al 10 al 20 %) in quest'ultimo caso: ciò si spiega, in parte, col fatto che con la luce delle citate lampade a vapori metallici il difetto di aberrazione cromatica dell'occhio risulta eliminato o fortemente attenuato e, in parte, perchè concorrono altre cause che non sono state ancora ben individuate. Nei riguardi del punto 3°), mentre la velocità di percezione delle differenze di luminosità non muta, la velocità di percezione della

forma degli oggetti è più grande nel caso d'impiego di luci colorate, anzi la differenza percentuale è maggiore (da 2 a 4 volte) di quella accertata per la proprietà di cui al punto 2°). Alla luce di queste conclusioni l'A. fa rilevare che, per quanto riguarda il loro impiego a scopo d'illuminazione stradale, le lampade a vapori metallici sono da preferire tutte le volte in cui non interessa se gli oggetti appaiono o meno con lo stesso colore che hanno alla luce del giorno. Invero, le condizioni di sicurezza del traffico risultano, a parità d'intensità d'illuminazione, assai migliorate, anche perchè con le lampade a vapori metallici si aumenta la visibilità nei casi di foschia o di nebbia e si ha minor pericolo di abbagliamento, essendo lo splendore di queste lampade notevolmente più piccolo di quello delle lampade ad incandescenza di pari potenza.
G. Co.

H. J. Helwig — **Sulle misure fotometriche con l'ausilio dei corpi cavi.** (Licht, giugno, luglio e agosto 1934, pag. 115-118, 135-140 e 156-159, con 5 fig. e 1 tab.). **19 f**

Nella prima parte dell'articolo l'A. sviluppa la teoria della misura del flusso luminoso a mezzo dei fotometri integratori, indicando poi le modalità e gli accorgimenti pratici da seguire per ottenere risultati sufficientemente esatti e la causa e la portata degli errori che possono intervenire, con particolar riguardo a quelli dipendenti dai cosidetti corpi estranei al fotometro. Nella seconda parte parla di nuove possibilità d'impiego dei fotometri integratori, possibilità che discendono dalla determinazione del prodotto αS (α coefficiente di assorbimento per incidenza delle luce da tutte le parti, S area della superficie) di un corpo disposto nell'interno del fotometro. Fra queste possibilità sono da notare: quella della determinazione del rapporto dei flussi luminosi di due radiatori di luce portati alla stessa temperatura, quella della determinazione dell'area di una superficie comunque conformata e di coefficiente di assorbimento, inteso come sopra detto, noto, ecc.
G. Co.

F. Born — **L'illuminazione fornita dai fari delle automobili sulle autostrade.** (Licht, agosto 1934, pag. 141-143, con 3 fig.). **19 b**

In Germania, recentemente, sono state emanate precise disposizioni in materia, sia per quel che riguarda le condizioni minime di visibilità su strada libera, sia per quel che concerne i mezzi per evitare l'abbagliamento agli incroci. L'A. indica quali sono le caratteristiche che dovrebbero possedere i fari delle automobili per soddisfare a queste disposizioni e, in particolare, descrive due singolari dispositivi antiabbaglianti.
G. Co.

Su una cella fotovoltaica per la misura della luminosità spaziale. (Licht, agosto 1934, pag. 155-156, con 1 fig.). **19 f**

Per caratterizzare l'illuminazione di un ambiente è stato introdotto da Arndt, qualche anno fa, il concetto di luminosità spaziale il cui valore, in ogni determinato punto dell'ambiente, è dato dalla risultante delle intensità d'illuminazione di un punto pensato come appartenente agli infiniti piani passanti per esso. Per la misura di una tale grandezza occorre ricorrere a luxmetri provvisti di finestra fotometrica sferica la quale, nel caso degli ordinari luxmetri, può essere costituita da una sferetta in vetro opalino; nel caso dei luxmetri obiettivi, e specialmente di quelli che utilizzano le celle fotovoltaiche, la costruzione di una siffatta finestra offre difficoltà. Tuttavia, si ottengono buoni risultati formando con tante celle uguali a superficie piana un elemento fotosensibile poliedrico, quale è quello dodecaedrico descritto nell'articolo.
G. Co.

W. Dziobek — **L'effetto Stiles-Crawford e la sua importanza per la fotometria.** (Licht, agosto 1934, pag. 150-152, con 7 fig.). **19 f**

Nel corso di ricerche fatte allo scopo di determinare la legge di variazione dell'apertura della pupilla in funzione della luminosità ambiente, Stiles e Crawford notarono delle discrepanze nei risultati ottenuti. Istituite apposite esperienze, hanno poi assodato che ciò era dovuto al fatto che l'intensità di sensazione dell'occhio è dipendente, a parità di altre condizioni, dalla posizione del punto della pupilla per il quale penetra la luce. Tale effetto è dovuto a cause che non sono state ancora perfettamente individuate; comunque, può essere osservato in diversi modi. Quel che importa è l'influenza che, come accennato nell'articolo, questo effetto può esercitare sulle misure fotometriche.
C. Co.

IMPIANTI.

J. Sihler — **Rilievi sugli impianti di sezionamento.** (E. u. M., N. 34, 26 agosto 1934, pag. 393-397, con 8 fig.). **20 e**

Fino al 1930, la sistemazione delle apparecchiature negli impianti elettrici mirava in primo luogo a rendere il meno possibile gravi le conseguenze di eventuali esplosioni e di incendi. La situazione è radicalmente cambiata dopo l'introduzione degli interruttori, dei riduttori di misura, dei terminali senza olio, la quale ha permesso di orientare il problema verso la realizzazione di impianti immuni dal pericolo di incendi e di esplosioni. Al tempo stesso, gli accorgimenti per garantire la sicurezza per il personale e per facilitare l'esercizio degli impianti sono andati perfezionandosi, di guisa chè, come ritiene l'A., i moderni impianti di sezionamento sono appena suscettibili di qualche ulteriore miglioria. Più che dai costruttori, la spinta per i nuovi miglioramenti dovrebbe venire dalla pratica dell'esercizio.
V. D. Ma.

W. Kissling — **Le centrali idroelettriche automatiche del Municipio di Samaden (Svizzera).** (Revue B. B., N. 8, agosto 1934, pag. 156). **20 h**

Si tratta di un breve cenno descrittivo della nuova centrale di Samaden, inaugurata nel dicembre 1933. L'impianto è equipaggiato con due unità idroelettriche trifasi, una da 180 e l'altra da 60 kVA, a funzionamento automatico. Normalmente, il gruppo da 60 kVA, comandato da una turbina senza regolatore di velocità, funziona a carico costante, mentre il carico del gruppo da 180 kVA segue le richieste della rete. Se la potenza erogata dal gruppo da 180 kVA raggiunge il massimo ammissibile, avviene la segnalazione al posto di controllo, dal quale può essere effettuata la messa in parallelo della centrale con la rete delle forze motrici dei Grigioni. Questa messa in parallelo viene effettuata modificando, a distanza la velocità del gruppo da 180 kVA. Anche la manovra degli interruttori ad alta tensione della sottostazione, necessaria per la messa in parallelo, è realizzabile a distanza.
V. D. Ma.

H. Schulze — **Metodi principali per coprire le richieste di energia di punta e di riserva per mezzo di centrali a vapore.** (E. T. Z., N. 23, del 7 giugno 1934, pag. 557-558, con 3 fig.). **20 f**

Anche durante quest'epoca di crisi le società elettriche non hanno potuto far a meno di sviluppare le centrali a vapore per far fronte a richieste di energia in periodi di punta e come riserva. Fra i diversi metodi adottati, se ne possono indicare tre come fondamentali da tenere presenti per ulteriore sviluppo di impianti di questo genere:

a) Processo cosiddetto di Stettino per il collegamento tra caldaie e turbine: l'impianto in questo caso comprende unità di base, che lavorano sempre a pieno carico e altre unità di punta o riserva che debbono poter essere avviate nel minimo tempo possibile.

b) Impianti di caldaie Benson fatte funzionare a pressione variabile: le case costruttrici hanno ideato ciascuna un proprio tipo di caldaia a rapida messa in servizio: fra queste l'A. descrive il tipo Benson della Siemens: in questa installazione viene fatta variare la pressione della caldaia pur mantenendo costante il volume di vapore: questo sistema corrisponde elettricamente al sistema di trasmissione Thury in serie a corrente continua, in cui viene fatta variare la tensione tenendo costante la corrente.

c) Centrali ad alta pressione con doppio impianto di accumulazione per mezzo di accumulatori di vapore Ruths e di gruppi motore-pompa: allo scopo di abbassare le spese di esercizio di centrali che attuano l'accumulazione idraulica in zone servite da centrali a vapore conviene dotare le centrali termiche stesse di accumulatori Ruths per attenuare lo svantaggio del basso rendimento che spesso hanno tali centrali.
Tt.

W. Weingaertner — **Valutazione pratica del fattore di utilizzazione del tempo di esercizio.** (E. T. Z., N. 24, del 14 giugno 1934, pag. 576-577 con 1 fig.). **20 g**

L'A. definisce il fattore di utilizzazione del tempo di esercizio: esso è il rapporto fra l'energia prodotta in un certo tempo e quella che sarebbe invece stata prodotta se le macchine avessero funzionato per lo stesso tempo alla loro potenza nominale. Da esperienze fatte sulla rete della BEWAG l'A. ha potuto constatare che questo coefficiente è utile per calcolare l'energia termica assorbita da centrali termiche; così egli ha potuto raccogliere i risultati dei suoi studî sotto forma di curva che dà le variazioni del fattore di utilizzazione del tempo di esercizio in base all'energia termica consumata.
Tt.

La marcia in parallelo e la regolazione automatica della potenza nelle piccole centrali. (Bull. Oerlikon, agosto 1934, pag. 873-876, con 4 fig.). **20 a**

Le obbiezioni che si sollevavano contro l'accoppiamento in parallelo di piccole centrali elettriche private su grandi reti di distribuzione tendono gradatamente a perdere valore perchè con una disposizione appropriata dell'installazione è possibile soddisfare completamente a tutte le condizioni tecniche imposte. Se gli apparecchi e gli istrumenti sono ben disposti e se le macchine motrici hanno una regolazione stabile, l'accoppiamento in parallelo può essere effettuato senza difficoltà. Per determinare la concordanza di fase viene raccomandato un voltmetro a zero. Per prevenire un ritorno intempestivo della tensione dell'alternatore della piccola centrale sulla rete, o viceversa, vengono consigliati i seguenti dispositivi: scatto a tensione nulla dell'interruttore di accoppiamento; blocco a tensione minima dello stesso interruttore, il quale, dopo rimesso l'alternatore in servizio, può essere chiuso soltanto se la rete esterna è sotto tensione; relais di frequenza che fa scattare l'interruttore di accoppiamento qualora durante il servizio in parallelo venga a mancare la tensione sulla rete esterna. Per quanto riguarda il fattore di potenza, che non deve in generale scendere sotto un certo valore, si può provvedere dimensionando largamente l'alternatore e prevedendo una eccitazione conveniente, oppure ricorrendo a condensa-

tori statici. In alcuni casi si deve anche provvedere ad una ripartizione, secondo schema prestabilito, dei carichi fra l'alternatore locale e la rete esterna; servono a tale scopo dispositivi che vengono citati. Sono poi descritte brevemente due installazioni di questo genere; una fabbrica di mobili ha una locomobile da 75 kW con alternatore trifase da 75 kVA, 500 V con eccitatrice coassiale il quale funziona in parallelo con una rete esterna di distribuzione: in una fabbrica di calce vi è un gruppo turbina idraulica-alternatore da 150 kVA, 2100 V che funziona pure in parallelo con una rete esterna a 8000 volt. *Ri.*

MATERIALI.

G. REBORA — **La rigidità dielettrica della porcellana immersa in olio. (L'Elettrot., 25 settembre 1934, pag. 613-618, con 14 fig.). 26 f**

Sono riportati i risultati numerici di prove di perforazione di isolatori o di campioni di porcellana immersi in olio isolante. Si mette in evidenza che la tensione di perforazione varia colla qualità dell'olio ed è maggiore con oli di minore resistività. Anche le caratteristiche della scarica e il punto di perforazione cambiano colla qualità dell'olio, secondo particolarità che vengono illustrate dall'autore. *Ri.*

R. BREDNER — **Rigidità dielettrica di olii isolanti per diverse distanze di scarica. (E. T. Z., N. 23, del 7 giugno 1934, pag. 556, con 1 fig.). 26 f**

Secondo le norme del V. D. E. furono sottoposti oli isolanti di diversa purezza a prove della rigidità dielettrica per diverse distanze fra gli elettrodi: si è potuto constatare che la rigidità è più elevata per distanze di scarica inferiori a 2,5 mm ed è tanto maggiore quanto maggiore è la purezza dell'olio. *Tt.*

R. VIEWEG — **Materiali isolanti elettrici. (E. T. Z., N. 24, del 14 giugno 1934, pag. 573-576, con 2 fig.). 26 f**

Dopo uno sguardo ai requisiti che oggi si richiedono agli isolanti elettrici nei riguardi elettrici, termici, meccanici e ottici, l'A. esamina i gruppi principali di isolanti naturali e artificiali, organici e inorganici. Viene poi fatto cenno dei prodotti recentemente ottenuti aventi perdite bassissime e costanti dielettriche molto elevate. È consigliabile l'impiego nelle sostanze impregnanti di naftalina clorurata per ottenere isolanti a costante dielettrica elevata. Da due tabelle riprodotte nell'articolo si possono dedurre le caratteristiche di molti nuovi prodotti isolanti. Tra questi vengono citati il plexigum, il trolitul impiegati in radiotecnica, il condensa e il kerafar, a base di steatite, che presentano un angolo di perdite dielettriche molto piccolo. *Tt.*

L. HARTSHORN — **Le proprietà dielettriche della tela verniciata sottoposta ad un elevato gradiente di potenziale. (J. I. E. E. Londra, LXXV, 455, novembre 1934, pag. 631-642, con 10 fig.). 26 f**

L'A. ha eseguito una serie di misure su campioni di tela verniciata per stabilire il modo di variare della costante dielettrica e del fattore di potenza dielettrico con tensioni alternative di frequenza comprese fra 5 e 800 per/sec sollecitando l'isolante fino a 9 kV per mm di spessore. Fino a 2 kV non si osserva nessuna variazione delle due grandezze suddette. In una prova di tensione prolungata si osservano variazioni nella costante dielettrica e nel fattore di potenza dal principio alla fine della prova per l'effetto termico delle correnti parassite nell'isolante (specialmente sensibili alle frequenze più elevate); nelle prove bisogna tener conto di questa causa d'errore e della temperatura ambiente. La conduttanza G_g dell'isolante è rappresentabile con la formula: $G_g = G_0\,(1 + p\,V^\gamma)$ dove G_0 è la conduttanza misurata con un gradiente di 2 kV/mm, $\gamma = 2{,}9 \div 5{,}0$, V è la tensione in kV/mm, p è una costante da stabilire in base al valore scelto per γ. Anche per la capacità sussiste una formula analoga: $C_g = C_0\,(1 + q\,V^\eta)$ dove $\eta = 3{,}7$ a $6{,}3$ e q viene stabilito in base ad η. Per la tela nera gli esponenti prendono valori più alti mentre per la tela grigia scendono il minimo; con un'umidità del 26 % gli esponenti sono inferiori a quelli che si ricavano asciugando il campione fino a ridurre l'umidità al 6 %.

Il campione di tela durante le prove veniva sistemato fra due eletrodi di mercurio con o senza anello di guardia a seconda che la tensione applicata era continua oppure alternata. In serie col campione veniva posta una resistenza di protezione di circa 50 megaohm. L'aumento percentuale della conduttanza in relazione col gradiente di potenziale applicato è molto superiore con corrente continua che con corrente alternata. *I. L.*

MECCANICA.

W. SPAETH — **Esame della questione dell'equilibramento delle masse rotanti. (E. T. Z., N. 16, del 19 aprile 1934, pag. 394-396, con 1 fig.). 27**

L'A. esamina i principî teorici dell'equilibramento delle masse rotanti: in questa operazione si ha quasi sempre un effetto di risonanza che amplifica le oscillazioni e favorisce la determinazione dello squilibrio esistente. Di solito l'equilibramento si fa a velocità superiore alla normale; l'A. ha studiato però un sistema meno preciso, ma più semplice, che consente di non far superare al rotore, durante l'operazione, la velocità normale. Viene prima determinata la velocità critica angolare del dispositivo di equilibramento e, una volta che se ne conosca la costante, basta far ruotare il rotore da provare a velocità normale per determinare l'ampiezza dell'oscillazione dovuta ad eventuale massa squilibrante: una volta conosciuti questi dati e, stabilita con mezzo ottico, pure ideato dall'A., la eccentricità dello squilibrio, si può facilmente determinare la massa, poichè questa è proporzionale all'ampiezza dell'oscillazione e inversamente proporzionale all'eccentricità e al quadrato della velocità critica angolare. *Tt.*

MISURE.

T. E. ALLIBONE, W. G. HAWLEY, F. R. PERRY — **Ricerche sulle onde ad impulso con l'oscillografo a raggi catodici. (J. I. E. E., Londra, LXXV, 455, novembre 1934, pag. 670-688, con 26 fig.). 28 b**

Il rilievo diretto della forma d'onda di un impulso elettrico ad alta tensione con l'oscillografo è l'unico modo di stabilire come varia la tensione di scarica fra gli elettrodi di uno spinterometro in funzione della forma e della durata dell'impulso. L'oscillografo viene unito in parallelo con lo spinterometro attraverso un riduttore potenziometrico costituito da un tubo pieno d'acqua lungo 3 m e da una resistenza regolabile, in serie; le piastre deviatrici dell'oscillografo sono collegate agli estremi di questa resistenza per mezzo di un cavo isolato con aria lungo 100 m allo scopo di produrre un ritardo nella registrazione dell'impulso a tutto vantaggio della nitidezza del diagramma. Gli AA. hanno eseguito una serie di prove per determinare la rigidità dielettrica dell'aria e dell'olio con impulsi elettrici fino a 1000 kV di valore massimo e un fronte d'onda di 1 microsecondo; la durata dell'impulso poteva essere ridotta da 580, a 50, a 5 microsecondi con adatte resistenze in parallelo. La rigidità dielettrica dell'aria è maggiore per gli impulsi negativi che per quelli positivi, però mentre nel secondo caso la rigidità cresce linearmente con la distanza delle sfere, nel primo caso la legge di variazione è meno regolare. Diverso è il ritardo fra l'istante in cui si applica l'impulso allo spinterometro e l'istante in cui la scarica si manifesta, sia che si consideri la scarica fra un elettrodo a punta ed un piatto oppure fra due sfere.

A risultati analoghi si arriva considerando la scarica fra elettrodi immersi in olio. La scarica ad impulso su catene di isolatori a secco e sott'acqua si verifica con tensioni massime poco diverse, mentre a frequenza industriale la differenza è notevole. Le esperienze hanno dimostrato nel loro complesso la superiorità dello spinterometro a sfere come strumento di misura delle onde ad impulso ad elevato potenziale benchè poco noti siano ancora i fattori di correzione da applicare per tener conto dell'umidità dell'aria. *I. L.*

A. A. EMMERLING — **Equipaggiamento per la prova precisa di motori a induzione. (Gen. Elec. Rev., ottobre 1934, pag. 471-476). 28 b**

Nella sala prove della G. E. Co. si ha a disposizione un generatore a c. c. la cui tensione viene mantenuta costante entro ± 0,4 ‰; esso serve per l'alimentazione di tutti i campi e di tutti gli indotti a c. c. delle macchine che servono per la prova. La tensione alternata per l'alimentazione del motore in prova è fornita da un generatore a forma d'onda praticamente sinusoidale, che si mantiene tale anche a carico con basso fattore di potenza.

La misura della coppia di spunto viene eseguita montando sull'albero del motore una puleggia, alla quale è fissata ed avvolta per qualche giro una funicella, il cui estremo libero, con l'interposizione di un dinamometro a molla, è attaccato a un tamburo messo in rotazione da un motorino a c. c. a velocità costante ad esso accoppiato mediante riduttore. Durante la rotazione della puleggia si può osservare come varia la coppia. L'osservazione va fatta sia per rotazione concorde a quella del motore, sia per rotazione contraria.

Per la misura della coppia in velocità è invece usato, accoppiato direttamente al motore, un freno dinamometrico del tipo a generatore corrente continua equilibrato. Per la misura delle velocità si usa un tachimetro elettrico, quando si è distanti dalla velocità di sincronismo, mentre in sua prossimità si rileva direttamente lo scorrimento con uno strumento speciale.

Un notevole miglioramento nella sensibilità del freno dinamometrico si è ottenuto diminuendo l'attrito di spunto dei cuscinetti di sospensione della carcassa, usando cuscinetti a doppio ordine di sfere; fra i due ordini di sfere è interposto un anello tenuto in costante movimento rotatorio di verso alterno, in modo che, essendo sempre le sfere in movimento, è annullato l'attrito di spunto. Si è ottenuto così di poter fare misure di potenza resa con l'approssimazione del 2 ‰, eguale a quella con cui si misura la potenza assorbita. Il rendimento può così venire determinato direttamente con l'approssimazione del 3 ‰. *C. G. E.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

W. Schnisky — **Avviatori simmetrici ed asimmetrici per motori trifasi ad induzione.** (E. u. M., N. 35, 2 settembre 1934, pag. 406-410, con 6 fig.). **29 c**

L'avviatore asimmetrico per motori ad induzione differisce da quello simmetrico per il diverso valore ohmico delle resistenze di ciascuna fase. Le singole sezioni del reostato vengono escluse alternativamente da ciascuna fase, di guisa che, in alcune posizioni delle spazzole, il motore ha resistenze diverse inserite nelle tre fasi. Il reostato d'avviamento asimmetrico è quindi di costruzione più semplice, comporta un minor ingombro di resistenze ed ha un numero di tacche molto ridotto. Come per il reostato simmetrico, il minimo numero di posizioni può essere calcolato tenendo presente che, a causa del diverso valore ohmico delle resistenze delle tre fasi, in alcune posizioni anche il sistema delle correnti rotoriche è asimmetrico. Quest'ultimo può però essere scomposto in due sistemi simmetrici: diretto ed inverso. Dalla considerazione di questi due sistemi, l'A. deduce un metodo semplice di calcolo del reostato e discute i pregi e gli inconvenienti del medesimo, fissando i limiti entro i quali dev'essere ristretto il campo di applicazione dell'avviatore asimmetrico. *V. D. Ma.*

K. Kocourek — **Perdite addizionali provocate dai canali aperti nelle macchine ad induzione.** (E. u. M., N. 36, 9 settembre 1934, pag. 417-422, con 7 figure). **29 a**

I canali aperti nello statore delle macchine elettriche presentano ovvi vantaggi di indole costruttiva; essi provocano per contro pulsazioni del flusso che penetra nei denti del rotore e, conseguentemente, perdite addizionali nel ferro e, nelle macchine con rotore in corto circuito, anche perdite nel rame. L'entità di queste perdite addizionali, che può pregiudicare talvolta il rendimento della macchine, può essere calcolata con un metodo proposto dell'A., basato sulla supposizione che il flusso vari con legge sinoidale lungo un semipasso. Si dimostra che le perdite addizionali nel ferro e nel rame dipendono dal rapporto fra il numero di canali dello statore e del rotore e dal rapporto fra la larghezza dei canali e dei denti dello statore. Le perdite nel rame del rotore possono essere evitate totalmente adottando canali inclinati per il rotore o lo statore ed isolando i conduttori del rotore. Le stesse considerazioni sono valide anche per le macchine sincrone con smorzatori ed altre macchine con canali nel rotore e nello statore. *V. D. Ma.*

MOTORI PRIMI.

V. Mouravieff — **Sulla definizione del rendimento delle turbine a vapore.** (Chaleur et Industrie, agosto 1934, pag. 175-178, con 1 fig.). **30 d**

Viene discussa la definizione del rendimento delle turbine a vapore partendo dal potenziale termodinamico, e confrontato col vapore del rendimento interno definito dal secondo principio di Carnot. Nel caso delle turbine a contropressione, l'Autore, sotto il nome di rendimento energetico, definisce il rapporto fra il lavoro prodotto, e la quantità di energia asportata dal vapore all'uscita dalla turbina, ciò che equivale alla differenza di energia potenziale fra lo stato iniziale e quello finale del vapore. Egli mostra altresì che il significato fisico del rendimento energetico è molto più astratto di quello del rendimento interno e che esso non consente di giungere al calcolo del consumo di vapore. Per le turbine a condensazione il rendimento energetico ed il rendimento interno si identificano a condizione però che l'espansione del vapore abbia termine nella zona del vapore saturo. Passando poi al caso delle turbine a prese intermedie, l'Autore mostra che il rendimento energetico non porta ad una nuova definizione del rendimento di tale tipo di macchina, il quale si può calcolare con gli altri metodi. *E. R.*

W. R. Sectorov — **Il primo impianto elettrico trifase aerodinamico a Balaklawa.** (L'Elettrot., 15-25 agosto 1934, pag. 538-542, con 11 figl). **30 c**

Dopo alcune considerazioni sulle caratteristiche dei motori aerodinamici viene descritto il primo impianto da 100 kW costruito in Crimea in via sperimentale. Sono illustrate le diverse parti costituenti l'impianto mettendo in evidenza l'opportunità di usare generatori asincroni che permettono grande facilità di inserzione dell'impianto aerodinamico in parallelo con altri impianti esistenti. *Ri.*

RADIOTECNICA.

J. L. Langton e E. Bradshaw — **Radiointerferenze prodotte dalle scariche su gli isolatori per alta tensione.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 455, novembre 1934, pag. 643-652, con 12 fig.). **34 v**

Gli isolatori di porcellana per linee ad alta tensione sono una fonte di disturbi per le radiocomunicazioni; la causa va cercata nella presenza di strati d'aria fra le parti metalliche e la porcellana, nei quali si stabilisce un gradiente di potenziale più elevato che nella porcellana in conseguenza della minore costante dielettrica dell'aria .Gli AA. hanno potuto apprezzare l'effetto delle scariche ora descritte su isolatori di vario tipo con un apparecchio a valvola accoppiato induttivamente col circuito di terra dell'isolatore; ogni precauzione è stata presa per eliminare l'influenza di cause estranee. I disturbi diminuiscono notevolmente quando si migliora il contatto fra la superficie dell'isolatore e quella del filo ad alta tensione o del perno di sostegno. Gli isolatori esposti alla pioggia danno infatti meno disturbi perchè l'acqua riempie i vani liberi fra il conduttore e la porcellana. Anche i depositi salini o comunque conduttori producono lo stesso effetto. Fanno eccezione a questa regola gli isolatori metallizzati nella zona destinata a sostenere il filo di linea; si osserva infatti un aumento dei disturbi sotto la pioggia od in seguito ad un deposito salino sulla superficie isolante. Analoghi risultati sono stati ottenuti con un apparecchio radioricevente di maggiore amplificazione munito di antenna verticale, sistemato a distanze diverse da una linea elettrica ad alta tensione. *I. L.*

W. Nestel — **Un nuovo radioricevitore di tipo popolare con pile a secco.** (E. T. Z., N. 25, del 21 giugno 1934, pag. 601-602, con 3 fig.). **34 d**

L'A. descrive un nuovo radioricevitore di tipo popolare con pile a secco che presenta notevoli miglioramenti rispetto ai precedenti dal punto di vista sia della batteria, sia delle valvole, sia del circuito. La batteria è del tipo a secco, con notevole capacità di 250 Ah; le valvole in numero di tre sono pure di nuovo tipo e determinano un consumo di soli 0,3 A a 2 V.

Nel circuito dell'altoparlante è poi compreso un dispositivo costituito da un raddrizzatore a secco che consente di ridurre la corrente anodica e di aumentare perciò l'autonomia dell'apparecchio. *Tt.*

J. J. Farrell — **La stazione di radiodiffusione Koa.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1934, pag. 442-451). **34 c**

È entrata in servizio recentemente a Denver, con 50 kW antenna. Il trasmettitore, a 830 kc/sec presenta una stabilità di frequenza di $\pm$ 2,5 cicli. Mediante l'adozione di un filtro d'entrata e di un opportuno circuito terminale sulla linea di alimentazione, collegante il trasmettitore coll'aereo, il rapporto medio fra l'intensità di campo di qualunque armonica e quella dell'onda fondamentale è stato mantenuto inferiore al 0,05 %; in corrispondenza alla potenza di 50 kW dell'onda portante, la massima potenza di armonica irradiata raggiunge infatti appena 0,09 watt. Per aumentare i limiti della zona interessata dal raggio diretto, è stato necessario limitare per quanto possibile l'energia assorbita sotto forma di radiazione indiretta e per questo si è ricorso ad un'antenna verticale del tipo a semionda, nella quale la funzione radiante è affidata ad una torre in acciaio alta 141 m e avente alla base ed in sommità le sezioni rispettivamente di 3,2 e 0,18 m². Con questa soluzione è stato possibile aumentare l'intensità di campo della radiazione diretta del 30 % circa rispetto ai sistemi di aereo impiegati in precedenza. *C. G. E.*

Eppen e Sontag — **Prove per la eliminazione dei disturbi nelle ricezioni radio a Baden-Baden.** (E. T. Z., N. 21, del 24 maggio 1934, pag. 509-512). **34 v**

Allo scopo di raccogliere elementi per stabilire delle norme per l'eliminazione dei disturbi nelle ricezioni radio furono fatte a Baden-Baden delle prove in larga scala per liberare tutta la città dai disturbi stessi, in vista anche del fatto che in tale località di cura esistono molti gabinetti con apparecchi elettromedicali, alimentati a corrente continua, i quali sono fonte di notevoli disturbi. Si dovettero prima fare accurate indagini per individuare esattamente l'origine dei disturbi: fuorono applicati poi in generale condensatori agli apparecchi disturbatori e si potè constatare che il provvedimento apportava notevole beneficio. *Tt.*

STATISTICA.

A. Petri e X. Mayer — **La produzione di energia elettrica in Pomerania.** (E. T. Z., N. 25, del 21 giugno 1934, pag. 605-608, con 6 fig.). **36**

La Provincia di Pomerania in Germania è servita da una Società elettrica che possiede centrali termiche ed idrauliche; la rete funziona in parallelo con quella contigua del Brandeburgo, il che ha consentito un miglioramento di tariffa. La città di Stettino è poi servita da un apposita società che possiede due centrali termiche per complessivi 73.700 kW. La rete cittadina è pure interconnessa colla rete della Pomerania. *Tt.*

J. E. Borresen — **La produzione di energia elettrica in Danimarca nel 1932.** (E. T. Z., N. 20 del 17 maggio 1934, pag. 489-491, con 1 fig.). **36**

La produzione di energia elettrica in Danimarca nel 1932 è stata di 414 milioni di kWh: inoltre sono stati importati 48 milioni di kWh dalla Svezia. Le centrali idroelettriche costituiscono il 33 % di tutta la potenza installata che ammonta a 43.000 kW. È stato studiato un progetto di interconnessione di tutte le centrali esistenti con linee a 50 kV. Il consumo di energia è stato di 100 kWh per abitante nel 1932, ivi compreso il consumo per forza motrice. *Tt.*

TARIFFICAZIONE E VENDITA.

C. VIANSINO — **Impianti elettrici nell'industria marmifera.** (L'Organizzazione Scientifica del lavoro, ottobre 1934, pag. 425-431). **37**

L'Autore espone le attuali condizioni delle installazioni elettriche nell'industria marmifera, con riguardo ai sistemi di misura e di tariffìcazione usati: il tutto inteso ad ottenere il miglioramento degli impianti e dei metodi di fatturazione per realizzare una sensibile riduzione dell'incidenza del prezzo dell'energia elettrica sul costo di produzione del marmo. La formula di tariffìcazione che si tende a divulgare è la nota formula binomia, $y = a + b x$, in base alla quale l'utente paga una quota fissa per kW impegnato, più un tanto per kWh consumato. La formula può dare origine ad altre adatte a casi particolari, in cui per esempio il prezzo dei kWh va diminuendo col crescere della utilizzazione annua mensile, col passare dalla utilizzazione nelle ore notturne alla utilizzazione nelle altre ore, ecc. *E. R.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

T. S. SKILLMANN — **Perfezionamenti nei sistemi di collegamento telefonico su grande distanza.** (J. I. E. E. Londra, novembre 1934, pag. 545-587 e discuss. fino a pag. 602, con 35 fig.). **38 d**

L'A. esamina i diversi metodi attualmente in uso per le comunicazioni su grande distanza con sistemi manuali, automatici e misti. Il sistema automatico, che attraverso alla manovra del disco combinatore permette di chiamare un abbonato senza alcun intermediario, può essere causa di perditempo quando l'abbonato chiamato non risponde subito, in questo caso la linea resta occupata a danno degli altri richiedenti. Appositi registratori permettono di abbreviare questi perditempi: essi trattengono il numero trasmesso col disco fino a che si è liberata la linea. I sistemi di segnalazione hanno un'importanza notevole negli impianti automatici perchè devono sostituire la parola degli operatori intermedi nel dare l'avviso al richiedente che la linea è pronta; si usano dei segnali convenzionali ottenuti con corrente alternata a frequenza sonora (da 500 a 900 hertz). I relais adibiti alle segnalazioni non devono essere influenzati dalle correnti microfoniche che circolano nei fili durante il periodo dela conversazione; si usano dei relais ad azione ritardata da 0,2 a 0,4 secondi. Bisogna prevedere dei sistemi di segnalazione per mantenere la durata delle comunicazioni entro i limiti regolamentari dei tre minuti.

Anche senza entrare nella descrizione dei dettagli costruttivi la relazione attraverso a numerosi schemi riesce a dare un'idea abbastanza completa della complessità di un impianto per telecomunicazione.

Discussione. — È dubbio se un sistema completamente automatico di collegamento telefonico fra centri lontani possa realmente convenire data la maggior complicazione dell'impianto e la difficoltà di realizzare la comunicazione da parte dell'abbonato chiamante, mentre il sistema semiautomatico può essere più adatto per molte ragioni. Applicazioni dei due sistemi sono state fatte con buoni risultati dalla Società Telefonica Tirrena nella Liguria, nella Toscana, nel Lazio e nella Sardegna. *I. L.*

TRASFORMATORI.

G. PETROW — **Ulteriore sviluppo del metodo generale per il calcolo della dispersione dei trasformatori.** (E. u. M., N. 34, 26 agosto 1934, pag. 396-400, con 11 fig.). **39 a**

In un suo precedente lavoro (vedi *L'Elettrotecnica* del 5/3/1934, pag. 151), l'A. aveva esposto un metodo per il calcolo della dispersione dei trasformatori, basato sulla sostituzione ideale delle bobine comunque complesse come una serie di coppie di spire. Tale sostituzione offriva la possibilità di risoluzione del problema in alcuni casi: una risoluzione di carattere generale non era possibile perchè mancava una teoria completa della dispersione di coppie di spire comunque disposte su di un nucleo. Con la nuova pubblicazione, l'A. cerca di completare in questo senso il primitivo studio dando un metodo generale di calcolo della dispersione, atto anche al calcolo delle forze meccaniche che si sviluppano tra bobine. *V. D. Ma.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

M. F. BEAVERS — **Studio di un carico simultaneo monofase e trifase su di un gruppo di trasformatori connesso a stella (con neutro isolato)-triangolo.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1934, pag. 468-471). **40 a**

Il problema esposto ha una notevole importanza nello studio delle reti di distribuzione, perchè la connessione stella-triangolo consente spesso di evitare l'installazione di macchinario addizionale. È bene perciò poter determinare il carico sulle varie unità, senza dover ricorrere a formule eccessivamente complicate. Partendo dalle formule generali di calcolo, che risolvono il problema, l'A. sviluppa una serie di curve, per mezzo delle quali questi problemi di carichi combinati monofasi e trifasi possono venire risolti direttamente con grande semplicità e rapidità senza ricorrere ad un lungo sviluppo di calcolo. L'articolo è chiuso con un esempio di applicazione alla determinazione della potenza monofase massima che si può ricavare da un gruppo di tre trasformatori trifasi alimentanti un dato carico trifase equilibrato senza sovraccaricare nessuna delle tre unità. *C. G. E.*

H. TRAGE — **Bobine d'induzione con piccola capacità tra le spire.** (E.T.Z., N. 24, del 14 giugno 1934, pag. 582-583, con 7 fig.). **40 d**

Nuove misure hanno mostrato che le bobine d'induzione con piccola capacità tra le spire servono meglio ad attenuare le onde migranti che non le bobine a forte capacità. L'A. indica nell'articolo come si possano convertire le bobine a forte capacità in bobine a piccola capacità fra le spire. Da prove fatte si è visto che le bobine così modificate rispondono bene allo scopo, tanto più se vengono usate per proteggere le linee da onde a fronte molto ripido. *Tt.*

O. STRAND — **Eliminazione del sovraccarico dovuto a ghiaccio e a neve dalle linee di trasmissione.** (E. T. Z., N. 20, del 17 maggio 1934, pagine 491-492, con 6 fig.). **40 l**

L'A. descrive un nuovo metodo per l'eliminazione del ghiaccio e della neve dalle linee di trasmissione, basato sullo spostamento sul conduttore di un coltello di lega di alluminio tirato da apposita fune connessa col coltello per mezzo di barra isolata, di guisa che l'operazione può essere eseguita anche colla linea in tensione. L'apparecchio è stato applicato con successo su di una linea a 132 kV in Norvegia. *Tt.*

H. GRUENEWALD — **Misura delle intensità di corrente del fulmine nei parafulmini e nei pali di linee di trasmissione.** (E. T. Z., N. 21, del 24 maggio 1934, pag. 505-508; N. 22, del 31 maggio 1934, pag. 536-539, con 9 fig.). **40 d**

Per poter stabilire in quale misura una linea di trasmissione può essere soggetta al pericolo del fulmine e quali misure di protezione occorra adottare per premunirsi da tale pericolo è necessario conoscere di quale ordine di grandezza sono le intensità di corrente del fulmine. Furono perciò eseguite misure ai parafulmini e ai pali, sottoponendo delle provette d'acciaio all'effetto del fulmine e misurando il loro magnetismo residuo nonchè la intensità di corrente necessaria per rimagnetizzarle. La misura si può ritenere valida con un'approssimazione di $\pm$ 20 % circa. Nel 1933 furono collocate in Germania 10.000 provette su linee di diverse società, sistemandole sia sulle traverse dei pali sia vicino alle corde di terra. La più elevata intensità di corrente riscontrata è stata di 60.000 A: si è potuto stabilire che una corda di terra su una linea a 100 kV può proteggere efficacemente solo quei pali la cui resistenza di terra è inferiore a 100 ohm. Si è potuto constatare anche che le scariche dirette sulle linee sono più frequenti di quello che si possa supporre basandosi sulle interruzioni e sui disturbi che derivano alle linee stesse. Nel 1934 le misure furono proseguite collocando altre 20.000 provette. *Tt.*

A. F. — **Il trasporto di energia a 220 kV dal Massif Central a Parigi.** (E. u. M., N. 35, 2 settembre 1934, pag. 410-412, con 2 fig.). **40 b**

Il trasporto è effettuato con una linea trifase a 220 kV, lunga 422 km e suddivisa nelle tre sezioni: Marèges-Eguzon (142 km), Eguson-Chaingy (168 km, Chaingy-Chevilly (112 km). La linea comporta attualmente una terna capace di trasportare 120 MW (a cos φ = =0.91) misurati a Parigi. Essa trasporta peraltro anche la potenza di 30 MW erogata nella rete a 90 kV che fa capo a ciascuna delle due sottostazioni intermedie di Eguzon e Chaingy. Le caratteristiche meccaniche della prima e della terza sezione di linea sono identiche e differiscono in alcuni particolari da quelle della terza. I conduttori sono di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 355 e 293.8 mm² rispettivamente; l'isolamento nelle campate normali è fatto con una catena di 14 elementi Hewlett. I pali sono in ferri sagomati con fondazioni in beton. Le campate hanno una lunghezza media di 250 m. Il macchinario e l'apparecchiatura delle quattro sottostazioni cui fa capo la linea offrono delle particolarità notevoli sulle quali si afferma particolarmente l'A. *V. D. Ma.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

R. LILYEBLAD — **Il frangighiaccio Ymer del Governo Svedese.** (Asea, novembre 1934, pag. 98-111, con 15 fig.). **41 h**

La nuova nave frangighiaccio costruita dal Governo Svedese è munita di propulsione Diesel-elettrica, che si è dimostrata particolarmente adatta per navi di tale tipo. La nave stazza 4300 tonnellate ed è lunga m 75; è munita di 3 eliche, 2 posteriori ed una anteriore. Ogni elica è comandata da un motore elettrico. L'energia elettrica è fornita da 3 coppie di dinamo connesse in serie e comandate ciascuna da un motore Diesel. Il collegamento fra motori e dinamo è fatto col sistema Ward-Léonard, così che la regolazione della velocità e della coppia motrice si eseguisce variando l'eccitazione delle dinamo. I motori Diesel in numero di 6 sono da 1100 kW a 325 giri al minuto con 6 cilindri da 510 mm di diametro e 600 mm di corsa; il consumo di combustibile a pieno carico è di 0,23 kg per

kWh. Ogni motore Diesel è accoppiato ad una dinamo da 10.050 kW a 440 V, mediante collegamento elastico. Le dinamo sono a 10 poli, con poli di commutazione e avvolgimenti compensatori; esse sono proporzionate largamente e possono sopportare senza danno sovraccarichi del 250 %. L'isolamento è in mica ed amianto. I motori di propulsione sono a doppio indotto coi due induttori riuniti in un medesimo blocco; i due motori posteriori possono sviluppare 2000 kW a 140 giri al minuto e il motore anteriore può dare pure 2000 kW a 150 giri al minuto. Essi sono costruiti per funzionare cogli indotti in serie ad 880 V (440 per indotto); hanno 12 poli, con poli di commutazione ed avvolgimento compensatore; l'isolamento è in mica ed amianto. Ogni falsa manovra di comando è impedita da opportuni sistemi di blocco. Numerosi altri servizi ausiliari sono comandati elettricamente. Parecchi vantaggi importanti si realizzano col comando Diesel-elettrico; aumento della coppia col diminuire della velocità, maggiore manovrabilità, autonomia più estesa per il facile immagazzinamento del combustibile, rapidità di avviamento, risparmio di peso, ecc. La spesa è giudicata non superiore a quella di un corrispondente equipaggiamento a vapore. *Ri.*

A. CHIMIENTI — **Esame dell'influenza delle variazioni di tensione della linea di contatto sul diagramma di marcia dei convogli.** (L'Elettrot., 5 settembre 1934, pag. 561-568, con 7 fig.). **41 a**

Esposti in generale gli effetti di una variazione di tensione sul regime di marcia di un convoglio, viene esaminato in particolare il regime di marcia di un convoglio percorrente rispettivamente una linea alimentata ad una sola estremità oppure alimentata ai due estremi; si passa poi all'esame dell'influenza mutua di più convogli contemporaneamente in linea, mettendo in evidenza come in qualche caso si possano avere notevoli differenze fra il regime di marcia reale e quello previsto trascurando le variazioni di tensione. *Ri.*

M. SEMENZA — **Una moderna ferrovia elettrica.** (L'Elettrot., 5 agosto 1934, pag. 507-516, 15-25 agosto, pag. 525-538 e 5 settembre, pag. 568-575, 15 settembre, pag. 590-598, con 62 fig.). **41 a**

Viene dettagliatamente descritta la elettrificazione della linea Piacenza-Bettola. Vengono anzitutto esposte le direttive generali del progetto di costruzione ed elettrificazione delle ferrovie Piacentine, passando poi ad illustrare successivamente le diverse parti dell'impianto fisso e del materiale mobile della linea suddetta. *Ri.*

R. W. BARRELL, JR. — **Nuovo tipo di locomotori di miniera per una salina in India.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1934, pag. 460-461). **41 g**

I nuovi locomotori a c. c. 250 V, sono equipaggiati con argano elettrico di richiamo e cavo mobile svolgibile. Ogni locomotore pesa, in ordine di marcia, 8200 kg circa. Date le condizioni gravose di funzionamento si sono adottati i seguenti provvedimenti: verniciatura completa esterna ed interna del locomotore ed applicazione all'apparecchiatura di speciali vernici protettive; adozione di materiali metallici non corrodibili; isolamento termico della cabina di manovra; dispositivo speciale di uomo morto; cablaggio tipo speciale, con isolamento tutto in gomma, senza tessili, e sua installazione in guaina metallica flessibile speciale; particolare e straordinaria protezione elettrica delle apparecchiature; trasferimente automatico dell'alimentazione dal trolley al cavo mobile; grande sovraccaricabilità delle resistenze di avviamento. La costruzione della parte meccanica del locomotore non si differenzia gran che dal solito tipo per miniera, solo si è tenuto un interasse ridotto (1168 mm) per poter permettere l'inscrizione in curve di 7,6 m di raggio minimo. I due motori, da 30 kW orari, a 250 volt, sono del tipo completamente chiuso. Il controller è del tipo serie-parallelo, con frenatura reostatica. *C. G. E.*

H. TETZLAFF — **Locomotori con convertitore di fase delle Ferrovie Ungheresi dello Stato.** (E. T. Z., N. 23, del 7 giugno 1934, pag. 552-556; N. 24, del 14 giugno 1934, pag. 583-585, con 9 fig.). **41 e**

Sulla linea Budapest-confine austriaco delle ferrovie Ungheresi è stato adottato il sistema monofase a 15.000 V, 50 per/sec: i locomotori però sono equipaggiati con convertitori di fase sistema Kandó, in modo che l'energia elettrica per l'alimentazione del motore di trazione viene convertita in polifase a bassa tensione e bassa frequenza. Il motore è del tipo a induzione e la regolazione della velocità si ottiene mediante commutazione del numero di poli. Particolarmente interessante è la costruzione del convertitore di fase, che è costituito da un avvolgimento direttamente alimentato dalla linea di contatto e da un altro avvolgimento a bassa tensione che alimenta il primario del motore di trazione: lo statore del convertitore, nel quale è collocato l'avvolgimento alimentato dalla linea di contatto, è contenuto in un cassone pieno d'olio; il rotore è separato dallo statore per mezzo di un tubo in cartone isolante pressato. Il rotore porta anche l'avvolgimento di eccitazione e coassialmente sono montati l'eccitatrice e un motore di lancio. I locomotori viaggiatori 1 D 1 dispongono di quattro velocità: 100, 75, 50 e 25 km/ora. Ogni locomotore è equipaggiato con un motore della potenza continuativa di 1600 kW. Il peso totale del locomotore è di 94 tonnellate: il massimo peso per asse è di 17,8 t: il peso del convertitore di fase ed ausiliari è di 12,7 tonn. *Tt.*

Il "Loch Nevis", battello per passeggeri, a propulsione Diesel-elettrica. (Engin., 6 luglio 1934, pag. 18-20, con 4 fig.). **41 h**

Il « Loch Nevis », che può trasportare 700 passeggeri, è munito di due motori Diesel da 500 kW, a 500 giri. Ogni motore è direttamente accoppiato a due generatrici, di cui una da 425 kW a 500 V, l'altra da 50 kW. I motori Diesel sono del tipo monoblocco, in cui l'alesaggio di ciascuno dei sei cilindri è di 330 mm e la corsa di 400 mm circa. I due generatori, montati in serie, forniscono corrente a due motori di propulsione ad eccitazione separata da 380 kW, a 400 giri al minuto. I comandi dei due motori sono indipendenti dal punto di vista della velocità e del senso di rotazione. Le variazioni della velocità sono ottenute mediante variazioni della resistenza nel circuito di eccitazione, e l'inversione del senso di rotazione dalla variazione delle connessioni. L'indipendenza per il senso di rotazione dà una grande elasticità al battello e permette di farlo girare su se stesso a piena velocità, su una distanza appena superiore alla sua lunghezza. I motori ed i generatori possono sopportare un sovraccarico del 10 %. La velocità al collaudo ha raggiunto i 15, 38 nodi all'ora. *E. R.*

H. SCHMITT — **L'esercizio della S-Bahn di Berlino.** (El. Bahnen, N. 8-9, agosto-settembre 1934, pag. 178-184, 204-208, con 15 fig.). **41 v**

L'A. espone in dettaglio le caratteristiche più salienti del servizio della S. Bahn, che disimpegna il traffico locale nei dintorni di Berlino. L'esercizio a trazione elettrica si svolge dal 1929 ed ha portato ad un sensibile aumento di traffico, non ostante l'acuirsi della crisi economica in Germania. Il miglioramento è messo in evidenza da un preciso prospetto, del quale si espongono qui alcuni dati di confronto:

	1929	1933-34	
Lunghezza dei tronchi elettrificati	220	267	km
Tonnellate-chilometri	$4{,}893 \cdot 10^9$	$5{,}046 \cdot 10^9$	
Treni-chilometri	$62{,}670 \cdot 10^6$	$70{,}234 \cdot 10^6$	
Potenza massima	70.200	73.500	kW

V. D. Ma.

B. WACHSMUTH — **L'impiego dei pattini di carbone sulle automotrici della ferrovia Blankenese-Altona-Amburgo-Poppenbuettel.** (El. Bahnen, N. 8, agosto 1934, pag. 184-187, con 9 fig.). **41 e**

I pattini di carbone sono stati impiegati a titolo sperimentale allo scopo di esaminare l'influenza benefica di essi nell'attenuazione dei disturbi alle radioaudizioni. La linea sulla quale vennero fatti gli esperimenti, lunga 33 km, è elettrificata con corrente monofase a 6,3 kV, 25 Hz. Le prove miravano sopratutto alla ricerca di una soluzione meccanica soddisfacente per la sospensione del del pattino e dell'archetto, compatibilmente con le esigenze di un contatto veramente efficace tra pattino e filo di contatto. Le indagini eseguite e le soluzioni realizzate in base ai risultati di esse sono esposte con larghezza di dettagli dall'A. *V. D. Ma.*

W. KLEINOW — **Il locomotore 1Do1 per i treni rapidi della Reichsbahn.** (El. Bahnen, N. 8, agosto 1934, pag. 169-171, con 2 fig.). **41 e**

I locomotori descritti appartengono ad una serie recente che comprende le motrici più potenti delle ferrovie del Reich. Essi comportano quattro assi motori e due assi portanti: la potenza oraria è di 3180 kW a 15 kV, 122 km/h. La velocità massima è di 140 km/h. La forma della cassa del veicolo tiene conto della opportunità di ridurne la resistenza alla penetrazione in corrispondenza delle alte velocità: la sagoma aerodinamica è peraltro mantenuta in limiti di sobrietà. Come dettagli dell'equipaggiamento elettrico, sono notevoli: il comando con controller, azionato a distanza mediante un servomotore; i pantografi a piccola inerzia e grande velocità di spostamento, foggiati in modo da ridurre la resistenza dell'aria. Il problema del frenamento è stato oggetto di speciali cure: tutti gli assi sono frenati con elevata percentuale di frenatura. I locomotori hanno una lunghezza di 16.920 mm fra i respingenti ed un interasse totale di 7200 mm; il peso totale è di 112 t ed il peso massimo per asse di 20 t. Lo sforzo di trazione allo spunto raggiunge 21.000 kg. *V. D. Ma.*

E. SIEG — **Prese di corrente a pantografo per veicoli veloci.** (El. Bahnen, N. 8, agosto 1934, pag. 188-190, con 8 fig.). **41 e**

Per evitare spostamenti laterali accentuati della presa di corrente quando la motrice su cui è montata si inscrive in curva a grande velocità, il pantografo descritto è provvisto di alberi di rotazione con grande momento d'inerzia, rigidamente fissati ai tubi trasversali del telaio inferiore ma con assi distinti e paralleli a quelli di questi ultimi. Si evita in tal modo che le armature inferiori del pantografo subiscano spostamenti reciproci pregiudizievoli per la stabilità di tutto il sistema. Oltre ai due alberi principali ed ai tubi ad essi paralleli, la base del pantografo comprende due tubi longitudinali rigidamente allegati ai primi. Il telaio poggia su isolatori portanti i cui assi sono paralleli all'asse del veicolo, allo scopo di ridurne la resistenza all'avanzamento. La parte superiore del pantografo, compreso l'archetto, è costituita da tubi di metallo leggero: questi hanno consentito di ridurre di 1/3 la massa del sistema rispetto alla costruzione con

tubi di acciaio. Una particolare esecuzione del comando ad aria compressa e del sistema di reazione con molle ha permesso di evitare sollecitazioni eccessive al tetto ed agli isolatori di sostegno.
V. D. Ma.

BRETSCHNEIDER — **Un carro attrezzi automotore per la manutenzione delle linee di contatto della Reichsbahn.** (El. Bahnen, N. 8, agosto 1934, pag. 171-177, con 15 fig.). **41 v**

Il carro è a due assi (uno solo motore), azionato da un motore da trazione a corrente continua in serie tipo tram da 160 kW, 600 V, 1520 giri/min. L'energia del motore è fornita da un gruppo elettrogeno costituito di un motore a benzina, tipo Maybach a 12 cilindri, da 120 kW nominali; una dinamo da 174 kW orari a 600 V; una eccitatrice, coassiale col motore termico e la generatrice. Il comando e la regolazione della potenza sono realizzati col sistema Brown-Boveri: in corrispondenza di un primo gradino (marcia a vuoto), la potenza del veicolo viene regolata soltanto agendo sul carburatore del motore a benzina; nel secondo gradino (marcia di servizio), la regolazione di potenza, oltre che agendo sul motore termico, è ottenuta anche a mezzo di un regolatore rapido di potenza, le cui bobine di corrente e di tensione sono influenzate mediante reostati azionati dalle due piattaforme. Il carro è capace di sviluppare uno sforzo di trazione continuativo di 1450 kg ed uno sforzo massimo di 3200 kg; la velocità massima è di 75 km/h. In ordine di marcia, il veicolo pesa 24,6 t. *V. D. Ma.*

CRONACA TECNICA

APPLICAZIONI TERMICHE.

5 c **Circa il montaggio delle strutture saldate** sono esposte alcune considerazioni in *Elec. Welding* del giugno 1934, pag. 148. Nel costruire i pezzi staccati di una struttura bisogna tenere presente non solo le ordinarie difficoltà di montaggio, ma anche quelle che possono derivare dagli effetti dei riscaldamenti locali in seguito alla esecuzione delle saldature di giunzione durante il montaggio. Occorre poi tenere presente che tali giunzioni vengano a trovarsi in posizioni in cui sia agevole l'esecuzione delle saldature. Un problema pratico di notevole importanza è quello del collegamento provvisorio dei pezzi che devono poi venire saldati, durante il montaggio. Viene esaminato l'uso di 3 differenti sistemi, cioè collegamento con chiodi o bulloni, collegamento con morsetti o semplice collegamento in base al peso proprio dei pezzi. Dei singoli sistemi vengono esaminati e discussi i vantaggi e le caratteristiche. *Ri.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

15 b **Un metodo di calcolo dei circuiti trifasi squilibrati** a quattro fili è indicato da Mathews in *R. G. E.* (11 agosto 1934, pagg. 189-92) il quale considera il sistema a quattro fili come costituito da tre circuiti separati con tre impedenze proprie e tre impedenze mutue. Tali impedenze sono legate da relazioni che l'A. stabilisce nel corso dell'articolo e possono essere considerate, mediante l'impiego delle coordinate simmetriche di Fortescue, come funzione delle impedenze equivalenti. *G. Cc.*

IDRAULICA.

18 a Uno studio assai ampio sui fenomeni di **erosione nel letto di un fiume a valle di uno sbarramento** è pubblicato in *Eng. N. R.* del 28 giugno 1934, a proposito di parecchi fiumi specialmente americani. Più grande è la quantità di materiale che si deposita nel serbatoio a monte della diga, tanto maggiore sembra essere la erosione che si verifica a valle della diga stessa. L'erosione è facilitata dalla forte pendenza e dall'ampiezza del serbatoio, fattori che a loro volta, insieme alla finezza del materiale trasportato, favoriscono il deposito nel serbatoio. L'erosione va diminuendo quando il serbatoio è completamente interrato. Studi e rilievi sistematici verranno a questo riguardo eseguiti sul fiume Colorado a proposito della diga Boulder, cercando di poter stabilire relazioni quantitative fra il trasporto di materiale solido e gli effetti dinamici del corso d'acqua. Il probema è specialmente importante per fiumi che hanno un trasporto solido assai rilevante come avviene per molti corsi d'acqua dell'America e della Cina. *Ri.*

IMPIANTI.

20 f **Un nuovo gruppo turboalternatore da 110.000 kW** è stato ordinato dalla Ford Motor Co. per raddoppiare la potenza dell'impianto di River Rouge. Sarà installata una caldaia a 100 atm con surriscaldamento del vapore a 480° e capace di produrre 800 tonnellate all'ora di vapore. La nuova turbina sarà del tipo compound verticale con l'unità ad alta pressione e relativo alternatore montati al disopra della turbina a bassa e del relativo alternatore; ogni elemento avrà la potenza di 55.000 kW e 1800 giri al minuto. L'ingombro totale sarà di m 17 × 7 × 6 e il peso approssimato sarà di 1000 tonn. Si prevede un consumo di carbone per kWh minore di 450 grammi. Sebbene la pressione iniziale sia molto elevata, dato il forte surriscaldamento iniziale, non sarà necessario ricorrere ad un nuovo surriscaldamento intermedio (*Power*, settembre 1934, pag. 530). *Ri.*

20 f **Produzione di energia a condizioni favorevolissime si può realizzare in impianti industriali che richiedano grandi quantità di acqua calda.** Si può in tali casi, per turbine di circa 2000 kW od oltre, scendere ad un consumo di 900 calorie per kWh. Può convenire in molti casi di effettuare i riscaldamenti industriali mediante acqua calda anzichè a vapore per aumentare la produzione possibile di energia. In una grande tintoria 2 turbine da 2500 kW funzionano da anni in queste condizioni, scaricando il vapore in un riscaldatore d'acqua a pressione pressochè atmosferica connesso ad un grande serbatoio di acqua calda. Si evita così praticamente ogni spreco di energia termica. In una fabbrica di prodotti tessili una turbina da 4000 kW alimentata con vapore a 28 atm fornisce vapore a 12 atm con una presa intermedia e vapore a circa 1 atm allo scarico. L'acqua viene prima riscaldata col vapore di scarico della turbina e la sua temperatura viene poi successivamente aumentata col vapore della prima presa. Entrambi gli impianti hanno un funzionamento molto economico ed estremamente semplice. (*Power*, ottobre 1934, pag. 560). *Ri.*

20 i **Una descrizione dell'impianto di Kritchim** (Bulgaria) si trova in *R. G. E.* (4 agosto 1934, pagg. 165-80) a cura di Bablon, Even e Gourio; si tratta di una centrale idrolettrica con una caduta di 81 m, derivata sul fiume Vatcha, e una potenza installata di 7000 kW. L'impianto ha carattere modernissimo con due turbine Francis a 600 giri al minuto ad asse verticale e alternatori da 5000 kVA a 6300 V. I trasformatori a 60.000 V sono muniti da un duplice sistema di refrigerazione a condensatore per l'olio, con doppio macchinario di circolazione. Notevoli l'impianto di drenaggio, di trattamento e di rigenerazione dell'olio per trasformatori e interruttori e i numerosi dispositivi di protezione. *G. Cc.*

20 f Il circuito di alimentazione delle caldaie (a bassa e ad alta pressione) e delle turbine della grande **centrale termica di Trebovice** C. S. R. presenta particolari caratteristiche che sono illustrate da O. Kuab in *E. u. M.* del 18 marzo 1934. Il consumo specifico di vapore a pieno carico è stato misurato eguale a 3325 cal/kWh; al 70 % ed al 40 % del carico normale sono stati misurati rispettivamente i consumi di 3280 cal/kWh, 3675 cal/kWh. *V. D. Ma.*

20 v **Il rimodernamento delle centrali** costruite verso la fine del secolo scorso comporta la risoluzione di interessanti problemi fra i quali è da notare l'eliminazione della eccitazione centrale e la sostituzione con l'eccitazione singola. Soltanto quest'ultima consente l'adozione dei moderni regolatori automatici ed evita le perdite importanti nei reostati di campo principali, pesanti ed ingombranti. Le spese risultanti dalla trasformazione sono largamente compensate dai pregi tecnici della eccitazione individuale e dalla migliore utilizzazione degli impianti. Alcuni esempi di centrali rimodernate sono citati nella *Revue B. B.* del marzo 1934.
V. D. Ma.

MOTORI PRIMI.

30 d **Notizie dell'esercizio di impianti Diesel-elettrici** sono esposte in *Power*, novembre 1934 pag. 618, in occasione di una riunione tenuta in Inghilterra. Sono riferiti molti dati numerici relativi ai consumi di combustibile e di lubrificante, nonchè all'importanza relativa delle diverse voci di spesa, che entrano a formare il costo del kWh prodotto. È stato proposto di migliorare i refrigeranti dell'olio di lubrificazione per aumentare la durata di parecchi organi meccanici. Altre notizie sono riportate circa l'importanza del tipo di olio lubrificante sul perfetto comportamento del motore e circa l'utilità di depurare previamente con metodi centrifughi l'olio combustibile. *Ri.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 i Un interessante esempio di **turbine a contropressione per servizi ausiliari di bordo** è esposto in *Rev. Electr. Mec.* novembre-dicembre 1934, pag. 36. Si tratta di una turbina che comanda una dinamo da 400 kW per i servizi di bordo di una nave francese. La turbina, ad azione, assiale, è alimentata con vapore a 23 atm e 350° e scarica a contropressione di una atmosfera. Il corpo della turbina è in acciaio, i distributori sono in ghisa speciale con le palette di lega inossidabile incastrate nella ghisa durante la fusione. I dischi e l'albero del rotore sono ricavati da un solo blocco di acciaio forgiato al nichel-cromo; le palette mobili sono in metallo inossidabile. Le tenute sono a labirinto. Il comando della dinamo, a 200 V, è fatto mediante un riduttore di velocità da 8500 a 1000 giri al minuto. *Ri.*

41 e **Un locomotore a grande velocità** funzionante a corrente continua a 1500 V è descritto diffusamente da Leboucheur in *R. G. E.* (11 agosto 1934, pagg. 205-18). Si tratta del tipo 2 D 2 in funzione sulla linea Bordeaux-Hendaye: ha quattro motori indipendenti azionati ciascuno da un motore doppio con 2 indotti eccitati in serie

montati fianco a fianco in una sola carcassa. L'albero di ciascun indotto porta alle due estremità un pignone a denti dritti. Ai due lati i due pignoni dei due indotti della stesso motore ingranano con una stessa ruota a denti montata sull'albero cavo situato nel piano di simmetria del motore doppio. La potenza su ciascun asse è di 655 kW circa a 885 giri al minuto con una corrente di 490 A. Lo sforzo di trazione al giunto può salire a 12.000 kg e un treno di 817 t ha potuto superare i 125 km/ora. L'A. illustra l'equipaggiamento di comando e l'apparecchiatura del circuito di trazione e riporta i risultati delle prove con la vettura dinamometrica. *G. Cc.*

41 f Sulla sicurezza nelle ferrovie e sui sistemi di segnalazione, *R. G. E.* (28 luglio 1934, pagg. 127-137) riproduce un diffuso studio di Lemonnier che nella sua parte più interessante, esaurita la rassegna dei principali sistemi in uso, illustra i circuiti che assicurano il funzionamento dei segnali e l'interdipendenza con il relativo bloccaggio. Di particolare importanza è la ripetizione del segnale a bordo della locomotiva, con estensione al «cab signal» che giunge ad eliminare ogni segnale sulla strada ferrata, sostituendoli con un ricevitore sulla macchina a simiglianza di altri sistemi di radio-segnalazione. *G. Cc.*

41 f Il sistema di regolazione economica della velocità mediante l'uso di un collettore a lamelle e l'adozione di una caratteristica compound, da ottenersi al caso con apposita generatrice, è sostenuta da Gratz-Muller in *R. G. E.* (28 luglio 1934, pagg. 137-139) che confuta le maggiori obiezioni ed illustra i principali vantaggi tra i quali una reale riduzione dell'energia assorbita (dell'ordine del 30 per cento), l'eliminazione dell'usura dei freni, un raddoppiamento del valore delle accelerazioni o decelerazioni. *G. Cc.*

41 Automotrici Diesel-elettriche sulle ferrovie olandesi. — Dal 12 del 22 marzo 1934 dell'*E. T. Z.* si rileva che le ferrovie olandesi hanno previsto di mettere in esercizio sulle linee Rotterdam-Utrecht, L'Aja-Utrecht, Amsterdam-Utrecht-Arnhem e Utrecht-Eindhoven, per il servizio locale, delle automotrici diesel-elettriche. Solo i treni internazionali e a lungo percorso verranno eseguiti a vapore e per gli altri servizi povvederanno le nuove automotrici che circoleranno coll'intervallo di un'ora. Il treno tipo sarà costituito da tre vetture, con accoppiamento raccorciato, disposte su quattro carrelli, due di estremità e due intermedi collocati sotto ai punti di giunzione delle vetture. Ogni treno offrirà 160 posti a sedere e potrà raggiungere la velocità di 120 km/ora. *Tt.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI MILANO

La sera di mercoledì 20 febbraio u. s. il Dott. Prof. Ing. **Cesare Rimini** ha tenuto una conferenza sul tema: **«Resistenze negative»**. Presiedeva l'Ing. Comm. Gasparoni.

L'oratore inizia con un rapido esame del comportamento dei sistemi a due morsetti, diretto a precisare la nozione di resistenza ad esso equivalente. Poi, prendendo a considerare un apparecchio generico la cui caratteristica (curva della corrente in funzione della tensione ai capi) abbia una forma qualunque, sviluppa lo studio dell'andamento della corrente in presenza di una d.d.p. applicata composta di una parte fissa e di una parte, variabile, col tempo, sufficientemente piccola affinchè il tratto di caratteristica interessato possa assimilarsi ad un segmento rettilineo. Si trova che, in tali condizioni, gli elementi elettrici in giuoco possono dedursi dalla sovrapposizione (somma) degli analoghi pertinenti a due circuiti ausiliari, l'uno dei quali alimentato dalla d.d.p. fissa, l'altro dalle variazioni che la d.d.p. compie intorno a quella, e comprendenti ciascuno una certa resistenza, diversa in generale dall'uno all'altro, e che eventualmente può risultare per uno, o per entrambi negativa. Dei due circuiti ausiliari, è stata indicata la possibilità di una concreta realizzazione fisica. In generale il principio di sovrapposizione, valido per gli elementi elettrici, non lo è più per quelli energetici, salvo il caso, particolarmente importante in una vasta classe di applicazioni, in cui le grandezze non costanti abbiano variazione alternativa con un certo periodo, ed i computi energetici vengano fatti con riferimento ad intervalli di tempo multipli del periodo. Le interessanti deduzioni che possono trarsi da uno studio siffatto sono state opportunamente illustrate mediante frequenti richiami a noti fatti elettrotecnici e radiotecnici, per i quali è stata mostrata la possibilità di interpretazioni atte a mettere in luce la loro dipendenza dai principi, assai più generali, dianzi prospettati. Infine l'oratore ha proceduto alla disamina di taluni tipi di circuiti differenziali la cui considerazione nasce quando, in un circuito alimentato da una d.d.p. fissa, si facciano circolare delle correnti variabili alterando, in funzione del tempo, gli elementi strutturali del circuito stesso, soffermandosi sopratutto sulla precisazione della nozione di equivalenza fra tali variazioni degli elementi strutturali e la presenza di f.e.m. variabili agenti in un circuito di struttura fissa, e sulla interpretazione che deve darsi alle manifestazioni energetiche attive e passive che si accompagnano alla introduzione di tali f.e.m. fittizie, mettendo poi in evidenza la fondamentale importanza che tale caso presenta nello studio dei generatori di correnti alternate ad alta frequenza utilizzanti tubi elettronici.

La fine della conferenza è stata accolta da un caloroso applauso da parte del numeroso uditorio.

L'Ing. Gasparoni ringrazia vivamente l'oratore anche a nome di tutti i soci intervenuti.

✻

La sera di venerdì 1° marzo 1935 ha avuto luogo l'Assemblea generale ordinaria dei soci, regolarmente convocata, mediante invito personale a tutti i soci in data 18 febbraio u. s., col seguente

ORDINE DEL GIORNO:

1°) - Comunicazioni della Presidenza.
2°) - Discussione ed approvazione del rendiconto 1934 e del conto preventivo 1935.
3°) - Approvazione di alcune modifiche al regolamento interno della Sezione.
4°) - Ratifica della nomina del Comitato per la Sezione «Comunicazioni».
5°) - Rinnovazione delle cariche sociali. Elezione di:

a) Quattro Consiglieri di Sezione in sostituzione dei Signori: Bacchini Dott. Ing. Cesare - Emanueli Dott. Ing. Comm. Luigi - Lori Dott. Ing. Prof. Gr. Uff. Ferdinando - Santuari Dott. Ing. Emilio, non immediatamente rieleggibili;

b) Nove Consiglieri Delegati alla Sede Centrale in sostituzione dei Signori: Clerici Dott. Ing. Comm. Carlo De Biasi Dott. Ing. Vittorino - Ferrerio Dott. Ing. Comm. Piero - Gorla Dott. Ing. Gr. Uff. Giuseppe - Lampis Dott. Ing. Celestino - Locatelli Dott. Ing. Comm. Giuseppe - Panzarasa Dott. Ing. Alessandro - Rosnati Dott. Ing. Enrico - Silva Dott. Ing. Giovanni - Ucelli Dott. Ing. Comm. Guido, che scadono dalla carica e non sono immediatamente rieleggibili;

c) Tre Revisori effettivi in sostituzione dei Signori: Bonazzi Dott. Prof. Ottavio - Bozzolo Dott. Ing. Giambattista - Solari Dott. Ing. Carlo, che scadono dalla carica e sono rieleggibili;

d) Due Revisori supplenti in sostituzione dei Signori: Bernotti Dott. Ing. Vincenzo - Campini Dott. Ing. Eugenio, che scadono dalla carica e sono rieleggibili.

Presiedeva il Presidente Dott. Ing. Comm. Luigi Gasparoni.

1°) *Comunicazioni della Presidenza.*

Il Presidente fa notare che l'assemblea, indetta per le ore 20, in prima convocazione, è andata deserta, non essendosi raggiunto il numero legale, e che, a sensi dell'art. 27 del regolamento della Sezione, l'assemblea in seconda convocazione è valida qualunque sia numero degli intervenuti.

Il Presidente ricorda i soci defunti nel periodo dall'ultima assemblea ad oggi:

Ballanti Dott. Ing. Comm. Umberto, Capo dell'Ufficio Elettrificazione delle Ferrovie dello Stato, morto il 17 agosto 1934 a Roma. Era inscritto all'Associazione dal 1916, ed era membro del Comitato Elettrotecnico Italiano. Valorosissimo Ingegnere nel campo della trazione elettrica, contribuì efficacemente colle opere e con gli scritti al suo grande sviluppo nel nostro Paese. Sarà sempre ricordato e vivamente rimpianto da quanti ne conobbero l'alto valore tecnico e la nobile personalità.

Rainelli Giovanni, morto il 23 novembre 1934 a Cimamulera, inscritto all'Associazione dal 1925, bravo e laborioso operaio elettricista della Società Dinamo, alla quale apparteneva dal 1907.

Hoepli Ulrico, morto il 24 gennaio 1935 a Milano; era inscritto all'Associazione dal 1898, fu uno dei primi soci quindi subito dopo la fondazione.

Il nome di Ulrico Hoepli è a tutti noto per le sue notevoli benemerenze nel campo editoriale.

Aveva dimostrato in ripetute occasioni la sua simpatia per la nostra Associazione concedendo agevolazioni e facilitazioni di vario genere ai nostri soci.

Caldirola Eugenio, morto il 9 febbraio 1935 a Milano; inscritto all'Associazione dal 1922, titolare della Ditta Officine Meccaniche Eugenio Caldirola.

Iniziò la sua carriera come operaio nello stabilimento dell'Ing. Gabella e, frequentando corsi serali, accrebbe le sue cognizioni fino a diventare capo-reparto della Gadda Brioschi e Finzi. Fondò trenta anni or sono la Ditta che porta il suo nome e che condusse con onestà e serietà.

Burucci Gaetano, Direttore Centrale della Pirelli, morto il 14 febbraio 1935 a Bordighera a soli 42 anni.

Fece rapida carriera per i suoi meriti distinti: diresse ed impresse grande sviluppo alle aziende ed agli stabilimenti della Pirelli nella Spagna per la costruzione di cavi ad alta e bassa tensione e cavi telefonici, secondo i metodi più moderni della tecnica.

Ratti Natale, ingegnere honoris causa per conferimento da parte del Consiglio dei Professori del R. Politecnico di Milano avvenuto nel 1929; Direttore Tecnico della Società Anonima Costruzioni Meccaniche Riva; mancato improvvisamente il 24 febbraio 1935.

Egli era membro del Consiglio Nazionale delle Ricerche e del Comitato Elettrotecnico Italiano, apparteneva al nostro Consiglio Generale ed aveva fatto parte del Consiglio della nostra Sezione, della quale era un socio affezionato e devoto.

Di lui si può dire che ha portato alto il nome dell'industria nazionale delle turbine in epoca nella quale essa era alle sue origini, sì che per essa ne dipendevano dall'estero — e mi piace qui ricordare come una vittoria di quei tempi — nel 1900 — l'aggiudicazione alla Ditta A. Riva, Monneret e C. della fornitura delle turbine del Niagara, le più grandi allora costruite nel mondo.

Malgrado la sua innata modestia, l'Ing. Ratti, per virtù dei suoi studi e sopratutto per le sue qualità di costruttore abile e veramente geniale, acquistò e mantenne grande rinomanza anche all'estero: e prese parte a congressi internazionali, tenendo alto il nome della nostra Patria.

Il sua valore e la sua bontà si può dire che erano superati soltanto dalla sua grande modestia.

La sua tomba è appena chiusa sulle sue spoglie mortali, ma il suo spirito è qui con noi, siccome era sua abitudine essere presente a queste nostre riunioni.

Il Presidente rivolge alla memoria dei Colleghi scomparsi in nome di tutti i presenti, un mesto e reverente saluto ed alle loro famiglie l'espressione delle più vive condoglianze, ed invita l'assemblea a raccogliersi in un minuto di silenzio.

Il Presidente fa poi le seguenti comunicazioni:

a) Movimento soci dalla data dell'ultima assemblea ad oggi:

Totale soci alla data dell'ultima assemblea (1-6-1934) 3 . .		N. 1453
Nuove iscrizioni fino ad oggi		» 28
Soci provenienti da altre Sezioni		» 6
		N. 1487
Soci defunti	N. 5	
Soci dimissionari	» 79	
Soci morosi ed irreperibili	» 40	
Soci trasferiti ad altre Sezioni	» 13	» 137
Totale soci ad oggi . . .		N. 1350

Si ha perciò rispetto all'ultima assemblea una diminuzione di 103 soci.

b) Attività della Sezione:

L'attività della Sezione nel periodo dall'ultima assemblea, e cioè dal 1º giugno 1934, ad oggi si può riassumere come segue: si ebbero 15 riunioni di cui: 13 comunicazioni su argomenti diversi e 2 visite, compresa la gita sociale della Sezione.

Il Presidente ringrazia vivamente i Colleghi che hanno contribuito all'attività della Sezione e raccomanda di nuovo e vivamente ai Soci tutti di comunicare ai Colleghi i risultati dei loro studi, delle loro ricerche ed esperienze e del loro lavoro professionale. Rinnova i ringraziamenti alla Società Generale Elettrica Cisalpina ed in particolare al suo Consigliere Delegato Comm. Ing. A. Taccani, che ha consentito che fossero visitati gli impianti idroelettrici di Valle Camonica, in occasione della gita sociale, e che ha signorilmente ospitato i soci in occasione di tale visita.

c) Soci sostenitori:

Il Presidente ricorda ancora che nell'assemblea generale tenutasi a Gardone è stata decisa l'istituzione dei *Soci Sostenitori* e rinnova ai Colleghi che lo possano fare, vivissima raccomandazione perchè abbiano ad iscriversi in questa categoria di soci.

Rendiconto dell'anno sociale 1934

		Consuntivo 1934				Preventivo 1934
	RENDITE:					
1	*Contributi:*					
	N. 770 Soci individuali residenti a L. 90 L.	69300	—			
	» 437 » » non residenti a » 75 »	32775	—			
	» 51 » » all'estero ... a » 125 »	6375	—			
	» 34 » » studenti .... a » 50 »	1700	—			
	» 7 » collettivi (Ist. Cult.) a » 200 »	1400	—			
	» 83 » » (Soc. Ind.) a » 350 »	29050	—			
	» 30 » vitalizi .... »	1120	—			
	» 5 » perpetui .... a L. 125 L.	625	—			
	N. 1417 Soci paganti			142345	—	136925,—
2	Interessi attivi al 31 dicembre 1934..... »			14134	—	13500,—
3	Sopravvenienze (Saldo attivo) .... »			2426	07	.
	TOTALE RENDITE .... L.			159005	07	150425,—
	Perdita Esercizio 1934 ...... »			6809	08	
	TOTALE .... L.			165814	15	
	SPESE:					
1	*Contributi alla Sede Centrale per:*					
	N. 1207 Soci individuali a .... L. 50 L.	60350	—			
	» 51 » all'estero a .... » 95 »	4845	—			
	» 34 » studenti a .... » 40 »	1360	—			
	» 90 » collettivi a .... » 150 »	13500	—			
	» 34 » morosi individuali » 25 »	850	—			
	» 3 » » all'estero . » 47,50 »	142	50			
	» 2 » » studenti . » 20,—	40	—			
	» 1 Socio moroso collettivo ...... »	75	—			
				81162	50	77075,—
2	Affitto, illuminazione, riscaldam. e servizi »	29257	30			
3	Biblioteca: Periodici, libri e rilegature .. »	11215	10			
4	Amministrazione: Personale, posta, cancelleria, stampe, ecc. .... »	14939	35			
5	Conferenze, proiezioni, circolari, varie .. »	11482	90			
6	Varie............................ »	637	—			
				67531	65	73350,—
	TOTALE SPESE .... L.			148694	15	150425,—
	Sopravvenienze (appropriaz. Albertario).. »			17120	—	—
	TOTALE .... L.			165814	15	150425,—

Conto preventivo dell'anno sociale 1935

	RENDITE:				
1	*Contributi:*				
	N. 725 Soci individuali residenti a L. 90 L.	65250	—		
	» 425 » individ. non resid. » 75 »	31875	—		
	» 51 » all'estero .... » 125 »	5625	—		
	» 35 » studenti a .... » 50 »	1750	—		
	» 7 » collettivi (Ist. cult.). a » 200 »	1400	—		
	» 75 » » (Soc. Ind.) a » 350 »	26250	—		
	» 30 » vitalizi .... »	1120	—		
	» 5 » perpetui .... a » 125 »	625	—		
	» 100 » sosten. individuali.. a » 20 »	2000	—		
	» 10 » » collettivi ... a » 100 »	1000	—		
	N. 1353 Soci paganti			136895	—
2	*Interessi* attivi al 31 dicembre 1935 .... »			15000	—
	TOTALE RENDITE .... L.			151895	—
	SPESE:				
1	*Contributi alla Sede Centrale per:*				
	N. 1150 Soci individuali a L. 50 .... L.	57500	—		
	» 51 » all'estero a » 95 .... »	4845	—		
	» 35 » studenti a » 40 .... »	1400	—		
	» 82 » collettivi a » 150 .... »	12300	—		
				76045	—
2	Affitto, illuminazione, riscaldamento e servizi .... L.	29500	—		
3	Biblioteca: Periodici, libri e rilegature .... »	7000	—		
4	Amministrazione: Personale, posta, cancelleria, stampati, ecc. .... »	15000	—		
5	Conferenze e visite.............................. »	12000	—		
6	Varie e pareggio .... »	8350	—		
				75800	—
	TOTALE .... L.			151895	—

Stato Patrimoniale al 31 Dicembre 1934

ATTIVO:				
Cassa .... L.	2385	75		
Conto Corr. presso la Banca Commerciale Italiana.... »	10202	35		
» » presso l'Ufficio Postale di Milano ...... »	3075	68		
Prestito Convers. 3,50% (nom. L. 150.000) al costo .. »	127677	—		
Buoni del tesoro nov. 5% (nom. L. 100.000) » » .. »	102100	—		
» » » » 4% (» » 70.000) » » .. »	70725	—		
			316165	78
Interessi da riscuotere .... »			3409	80
Spese anticipate .... »			285	—
Disavanzo dell'Esercizio .... »			6809	08
L.			326669	66

PASSIVO:				
Patrimonio e fondo per la sistemazione della Sede sociale (ivi comprese L. 11.039,73 di avanzo dell'esercizio precedente) .... L.	304228	31		
Debito verso l'Ufficio Centrale .... »	10366	50		
Contributi 1935 esatti nel 1934 .... »	7574	85		
Cedole del Prestito Conversione di pertinenza del 1935 e 1936 riscosse nel 1934 .... »	4500	—		
L.			326669	66

I Revisori
O. BONAZZI - G. BOZZOLO - C. SOLARI

Il Segretario
N. FALETTI

Il Presidente
L. GASPARONI

Il Cassiere
G. A. RIGATTI

d) Facilitazioni ai soci studenti appena laureati:

Il Presidente informa l'assemblea che il Consiglio Direttivo della Sezione nella sua ultima riunione del 12 febbraio u. s., ha deciso di concedere ai soci studenti appena laureati di mantenere la quota di socio studente per i primi due anni dopo conseguita la laurea. Questo allo scopo di favorire questi giovani ingegneri che trovano già tante difficoltà agli inizi della loro carriera.

Il Presidente chiede all'assemblea se approva questa deliberazione. L'assemblea approva all'unanimità.

2°) *Discussione ed approvazione del rendiconto* 1934 *e del conto preventivo* 1935.

Prima di dare lettura del rendiconto 1934 e del conto preventivo 1935, il Presidente informa i soci che, in seguito a gravi irregolarità commesse dall'ex impiegato della Sezione, Aronne Albertario, il quale si è appropriato nell'esercizio 1934 la somma di L. 17.120, il bilancio dell'esercizio chiude con una perdita di L. 6.809,08. L'impiegato infedele, che ora è arrestato ed in carcere, mascherava abilmente le sue operazioni truffaldine con la falsificazione di registrazioni contabili che non potevano essere rivelate nelle normali verifiche di cassa che venivano fatte durante l'anno, ma che sono venute in chiaro solo durante la preparazione del bilancio di fine d'anno.

Da una verifica accurata e completa della contabilità di tutto l'anno è appunto risultato un'appropriazione da parte dell'Albertario di L. 17.120, come figura nel bilancio e che ha provocato una perdita di esercizio di L. 6.809,08.

Purtroppo le appropriazioni dell'Albertario si sono estese anche all'esercizio 1935 e un'indagine presso i soci è in corso per stabilire l'entità precisa di tale appropriazione che dalle risultanze fino ad oggi emerse, sembrerebbe aggirarsi sulle 2000 lire circa.

Il Presidente informa poi i soci che sono state adottate disposizioni intese ad aumentare e rendere più severo il controllo delle entrate e delle spese in modo da rendere per quanto possibile difficile il ripetersi di inconvenienti di questo genere.

Il Presidente dà poi lettura del rendiconto 1934, dello stato patrimoniale al 31 dicembre 1934 e del conto preventivo 1935, già approvati dal Consiglio nelle seduta del 12 febbraio ultimo scorso.

Il Presidente dichiara aperta la discussione sul bilancio e poichè nessuno chiede la parola pone in votazione l'approvazione del bilancio stesso.

L'assemblea approva all'unanimità il conto consuntivo 1934 e il conto preventivo 1935.

3°) *Approvazione di alcune modifiche al regolamento interno della Sezione.*

Il Presidente informa i soci che posteriormente all'approvazione del regolamento interno della Sezione (15 luglio 1931) sono state apportate alcune modificazioni allo statuto e al regolamento generale dell'Associazione. Per mettere d'accordo il regolamento interno con lo statuto ed il regolamento generale occorre modificare come segue gli attuali art. 5 e 15

Art. 5°. — Le Sezione ha le seguenti categorie di soci, l'appartenenza alle quali è stabilita in base al disposto dell'art. 6° dello Statuto:

a) soci individuali;
b) soci collettivi;
c) soci vitalizi (individuali), perpetui (collettivi);
d) soci studenti;
e) soci sostenitori (individuali e collettivi);
f) soci onorari.

I soci individuali si distinguono in residenti, non residenti ed all'estero, a seconda che abbiano o meno la loro residenza a Milano ovvero all'estero.

Ogni soci colletivo, a norma dell'art. 7 dello statuto, è rappresentato da una sola persona, la quale gode, nei riguardi della Sezione, di tuti i diritti riservati ai soci individuali.

Art. 15°. — La Sezione nomina a rappresentarla presso il Consiglio Generale della Associazione un Consigliere Delegato ogni cinquanta o frazione di cinquanta soci regolarmente iscritti all'epoca della votazione.

I Consiglieri Delegati possono essere anche scelti fra i Consiglieri della Sezione. I Consiglieri Delegati alla Sede Centrale durano in carica tre anni e si rinnovano annualmente per un terzo (o per il numero intero più vicino) in base alla anzianità di nomina od a sorteggio; essi non sono immediatamente rieleggibili.

Il Presidente pone in votazione le suddette modificazioni al regolamento. L'assemblea le approva all'unanimità.

4°) *Ratifica della nomina del Comitato per la Sezione « Comunicazioni ».*

Il Presidente infoma i soci che, in esecuzione delle deliberazioni prese dal Consiglio Generale a Gardone, è stato costituito in seno alla Sezione di Milano un Comitato di 5 membri per la « Sezioe Comunicazioni ». Questo Comitato ha il compito di coordinare e di intensificare, in collaborazione con la Presidenza, l'attività della Sezione nel campo delle comunicazioni promuovendo conferenze, discussioni, visite, ecc.

A formare tale Comitato sono stati scelti i seguenti colleghi particolarmente competenti nelle comunicazioni con e senza fili:

Norsa Dott. Ing. Comm. Renzo, *Presidente*; Niccolai Dott. Ing. Luigi; Seassaro Dott. Ing. Giovanni Battista; Tutino Dott. Ing. Cav. Corrado; Vecchiacchi Prof. Dott. Francesco; Gotta Ing. Elio in rappresentanza dell'Amministrazione delle Poste e Telegrafi.

Il Presidente chiede all'assemblea la ratifica della nomina del suddetto Comitato. L'Assemblea approva all'unanimità.

5°) *Rinnovazione delle cariche sociali.*

Il Presidente comunica che si deve procedere alla elezione di:
— quattro Consiglieri di Sezione;
— nove Consiglieri Delegati alla Sede Centrale;
— tre Revisori effettivi;
— due Revisori supplenti;
in sostituzione di colleghi che scadono dalla carica.

Ricorda che i Consiglieri di Sezione ed i Consiglieri Delegati non sono immediatamente rieleggibili, mentre che lo sono invece i Revisori.

L'Ing. Salvatore Bertolè chiede la parola e propone di eleggere per acclamazione i colleghi i cui nomi figurano in una lista che un gruppo di soci ha fatto destribuire ai presenti.

Il Presidente pone in votazione la lista proposta dall'Ing. Bertolè che viene approvata per acclamazione. Risultano così eletti i seguenti soci:

a *Consiglieri di Sezione*: Ferrerio Dott. Ing. Gr. Uff. Piero; Franceschini Dott. Ing. Cav. Piero; Gnesutta Dott. Ing. Eugenio; Lado Dott. Ing. Gino.

a *Consiglieri Delegati*: Ciarchi Ezio; Denti Ing. Comm. Eugenio; Furlanelli Lorenzo; Crivellari Dott. Ing. Gino; Pinciroli Dott. Ing. Andrea; Santuari Dott. Ing. Emilio; Solari Dott. Ing. Carlo; Taccani Dr. Ing. Gr. Uff. Alessandro; Vannotti Ing. Ernesto.

a *Revisori effettivi*: Bonazzi Dott. Prof. Ottavio; Bozzolo Dott. Ing. Giambattista; Campini Dott. Ing. Eugenio.

a *Revisori supplenti*: Bernotti Dott. Ing. Vincenzo; Regoliosi Dott. Ing. Pietro.

Il Presidente informa ancora che è pure scaduto per compiuto triennio dalla carica di Cassiere il collega Dott. Ing. Gian Antonio Rigatti e poichè è rieleggibile propone all'assemblea che lo stesso Ing. Rigatti venga rieletto per il prossimo triennio.

L'assemblea approva per acclamazione la rielezione dell'Ing. Rigatti a Cassiere della Sezione.

Il Presidente ringrazia i colleghi uscenti per la loro collaborazione e rivolge ai nuovi eletti parol edi benvenuto, e poichè nessuno chiede la parola dichiara chiusa l'assemblea.

* *

SEZIONE DI NAPOLI

Riunione del 20 febbraio 1935-XIII. — Nel resoconto di questa riunione pubblicato a pag. 273 del fascicolo del giornale del 10 aprile 1935, essa è stata per errore attribuita alla Sezione di Catania; si trattava invece di una riunione della Sezione di Napoli.

*

Visita alla Mostra d'Arte Coloniale ed agli impianti di illuminazione e riscaldamento del Castello Angioino. — Lunedì 25 febbraio i soci della Sezione di Napoli dell'A.E.I. si recarono al Castello Angioino per visitare gli impianti di illuminazione e riscaldamento nonchè la Mostra d'Arte Coloniale. Nella visita, alla quale parteciparono numerosi soci, fece guida il Presidente stesso della Sezione, Prof. Luigi Greco, nella sua qualità di Ispettore Capo presso l'Alto Commissariato. Egli illustrò le direttive seguite nella restaurazione del Castello e nella utilizzazione dello stesso, ed accennò al programma dei futuri lavori. Nella visita degli impianti di illuminazione e riscaldamento fece da guida il socio Ing. Napoli dell'Ente Autonomo che gli impianti medesimi aveva eseguito. L'Ing. Napoli si soffermò sui vari problemi che le speciali condizioni degli ambienti ed il conseguimento di particolari effetti avevano imposto mostrando come tali problemi erano stati risoluti, riscuotendo invero l'approvazione di tutti.

I soci nella visita ebbero agio di osservare le sale della Mostra nelle quali a riunione terminata potettero trattenersi a loro gradimento.

* *

SEZIONE DI TRIESTE

Le sere del 17 gennaio e del 13 febbraio, il Dott. Ing. **Giovanni Rutelli** ha intrattenuto i soci sul tema: **« Trasformazioni e catene elettroacustiche ».**

Nela prima riunione, ricordati gli intervalli di frequenza occupati dalla voce umana e dagli strumenti delle moderne orchestre, egli cita i campi dell'elettroacustica moderna che sono: la riproduzione dei suoni, che può essere simultanea o differita (a seconda cioè che sia relativa ad una esecuzione contemporanea oppure ad una precedente registrazione), la registrazione e la creazione dei suoni. Il conferenziere accenna poi ad altri capitoli dell'acustica tecnica che per lo sviluppo recentemente assunto rappresentano delle

branche a sè quali l'acustica dello spazio o architettonica, la stereofonia, gli ultrasuoni, l'acustica balistica, le misure, ecc., ecc.

In tutti questi campi si ha essenzialmente a che fare con delle trasformazioni di energia realizzate attraverso catene di apparecchi, delle quali gli anelli estremi sono rispettivamente uno o più microfoni, uno o più altoparlanti; mentre soltanto lo studio di queste maglie, che si possono chiamare esterne, sarebbe di stretta pertinenza dell'elettroacustica, essa non può necessariamente disinteressarsi da quelle intermedie le quali entrano a comporre ciò che ordinariamente chiamasi il canale di trasmissione. Esso può essere semplicemente telefonico od anche radiotelefonico: delle proprietà elettromusicali di esso infatti non si può prescindere per la bontà dei risultati che si vogliono conseguire.

Mentre per la riproduzione della parola è stato possibile ottenere una stima delle qualità di una qualunque catena sulla base di parametri speciali caratteristici, quali ad esempio l'articolazione e l'intellegibilità, che rappresentano fattori globali o sintetici di giudizio, per la musica occorre invece servrsi di tre parametri, riferendoli a tutti indistintamente gli anelli della catena elettroacustica opportunamente riuniti, i quali sono: la cosiddetta « permeabilità » di frequenza, la linearità ed il rendimento.

Nella costituzione di ogni catena occorrerà naturalmente realizzare un soddisfacente equilibramento delle impedenze dei vari elementi costituenti.

A tutti questi fattori occorre in ogni caso aggiungere le qualità acustiche delle sale di esecuzione e di riproduzione, che risultano da vari elementi purtroppo non definibili che caso per caso e nemmeno in senso assoluto, ma in relazione a molti fattori da volta a volta variabili.

Il Dott. Rutelli si sofferma particolarmente a considerare i procedimenti utilizzati nel problema della registrazione considerandolo dal punto di vista delle trasformazioni energetiche come una estensione di quello della trasmissione. Così egli passa in esame i processi di registrazione che a seconda del tipo di campione registrato possono essere ad incisione o magnetomeccanici, a magnetizzazione od elettromagnetici, a fotoimpressione od elettroottici, mettendo in rilievo per ognuno le proprietà e le limitazioni cui vanno soggetti i relativi risultati, sia per l'intensità di riproduzione (rapporti fra massimi e minimi), come per le frequenze dal punto di vista delle ampiezze delle varie componenti e da quello della linearità.

Nel problema della trasmissione, laddove vengono considerate le maglie intermedie della catena elettroacustica quali le arterie telefoniche con l'apparecchiatura ausiliaria di amplificazione, i complessi radiotrasmettenti, per quello che riguarda la loro possibile influenza sulla qualità della riproduzione, i complessi riceventi, ecc., si studiano le varie parti in vista del sistema che sono destinate a comporre.

La seconda riunione è stata dedicata particolarmente ai ricevitori ed ai trasmettitori sonori: il Dott. Rutelli ha passato dapprima in rassegna i vari tipi di microfoni rilevandone le particolarità costruttive e di funzionamento nonchè i campi di impiego; così anche per i trasmettitori sonori sono state descritte le caratteristiche salienti dei vari modelli anche nei confronti delle proprietà dell'ambiente in cui agiscono.

Un cenno dell'acustica architettonica, alla stereofonia, agli ultrasuoni e ad altre applicazioni dell'acustica tecnica chiude la interessante lezione.

Tutti i presenti si sono vivamente congratulati con l'oratore per la chiarezza con cui i vari argomenti sono stati trattati.

*

Viaggio tecnico-turistico a Vienna e a Budapest. — La Sezione ha organizzato per il prossimo mese di giugno una gita sociale a Vienna e a Budapest. Il programma comprende fra l'altro la visita a parecchi importanti stabilimenti industriali ungheresi (Officine Ganz, Danubius, Radio, Tungsram) e all'impianto mono-trifase della Ferrovia Budapest-Hegyeshalom.

Il viaggio, con partenza da Trieste il giorno 4 giugno alle ore 20 e 30′, sarà effettuato in ferrovia da Trieste a Budapest e da Vienna a Trieste, e in torpedoni da Budapest a Vienna. Il ritorno è fissato per le ore 9 e 20′ del 10 giugno a Trieste.

La quota di adesione è di L. 560 per persona, tutto compreso. I partecipanti potranno usufruire di passaporto collettivo.

È desiderata la partecipazione dei Soci di altre Sezioni, i quali, per maggiori ragguagli, potranno rivolgersi alla Sezione di Trieste - Via Cesare Battisti, 22, 1° P.

* *

SEZIONE VENETA

Il giorno 15 febbraio 1935-XIII ha avuto luogo, nella nuova Aula di Elettrotecnica del R. Istituto Superiore d'Ingegneria, gentilmente concessa, l'annunciata conferenza del Prof. Dott. Ing. **Elvio Soleri « Uno sguardo ai recenti progressi della telegrafia e della telefonia ».**

Erano presenti, in gran numero, professori, ingegneri e studenti. L'oratore, presentato con brevi parole dal Presidente della Sezione, Prof. Giuseppe Revessi, ha esordito rifacendosi alle primordiali comunicazioni telegrafiche, per passare poi in rapida rassegna i sistemi successivamente impiegati per aumentare vieppiù la velocità di trasmissione, portandola dalle cinquanta alle duemila lettere al minuto: tanto che attualmente si può ritenere che essa superi le momentanee esigenze del commercio.

Nei riguardi poi della telefonia, concepita dapprima quale comodo mezzo di comunicazione urbano, il conferenziere illustra come, con l'ausilio degli studi teorici di Heaviside, cui si ispirarono nelle loro realizzazioni il Kelvin ed il Pupin, si sia pervenuti a superare distanze sempre maggiori, fino a raggiungere quella dei 3000 km.

Attualmente, la necessità di trasmettere in cavo frequenze di ordine superiore a quelle acustiche, ha imposto l'alleggerimento della pupinizzazione, mentre si usano con vantaggio circuiti compensatori ed amplificatori, i quali tendono a mitigare gli effetti di distorsione e di attenuazione.

Contro la diafonia poi sono utilmente impiegati i cavi schermati.

Altri progressi raggiunti negli ultimi tempi sono quelli nella commutazione che si è resa totalmente automatica.

Concludendo l'oratore accenna alla trasmissione delle immagini a distanza e ritiene non lontano il giorno in cui si potrà, mediante la televisione, aumentare fino a limiti imprecisabili la velocità di trasmissione.

Alla brillante comunicazione, vivamente applaudita, è seguita l'audizione di alcuni dischi che ponevano in rilievo difetti di conversazione telefonica dovuti sopratutto ad echi, e la visione di due pellicole cinematografiche che illustravano alcune moderne installazioni automatiche.

Dopo che il Prof. Revessi ebbe ringraziato, a nome di tutti gli intervenuti il Prof. Soleri, è seguita l'Assemblea Generale dei soci della Sezione Veneta.

Il Presidente dopo aver brevemente riassunta l'attività svolta dalla Sezione nel decorso 1934, ha pregato il Cassiere Prof. Ing. Giovanni Someda di illustrare il bilancio consuntivo 1934. I soci l'hanno approvato alla unanimità e l'Assemblea si è chiusa con un simpatico applauso alla Presidenza.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE ADRIATICA (Via N. Fabrizi - Pescara).

13 Aprile - ore 15. — *Assemblea Generale Ordinaria dei Soci.*

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza de' Celestini, 4).

6 Aprile - ore 21. — Salvadori Dott. Ing. Mario: « Come si possono vedere le tensioni interne nei corpi sollecitati - La fotoelasticità ».

13 Aprile - ore 21. — D'Addela Dott. Ing. Cav. Alfredo: « I circuiti dei locomotori a corrente continua ».

14 Aprile - ore 9,30. — Visita al Deposito Locomotori delle FF. SS.

28 Aprile - ore 9. — Visita all'Istituto C. A. Pizzardi.

SEZIONE DI CATANIA (presso la R. Università).

15 Aprile - ore 17,30. — *Assemblea Generale Ordinaria dei Soci.* Seguirà una conferenza del Prof. Gabriele Mammana sul tema: « L'analisi nella tecnica ».

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).

13 Aprile - ore 21,15. — Sammarco Dott. Ing. Sisto: « I forni elettrici ».

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

12 Aprile - ore 21,15. — Rodio Dott. Ing. Cav. Giovanni: « Nuove vie nella tecnica delle fondazioni ».

19 Aprile - ore 21,15. — Occhialini Dott. Prof. G.: « Cambridge e il laboratorio di Lord Rutherford ».

SEZIONE DI NAPOLI (Via Tarsia, 39).

16 Aprile - ore 18. — Carrelli Dott. Prof. Antonio: « I limiti delle moderne misure fisiche ».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

9 Aprile - ore 21,15. — Martinez Dott. Ing. Comm. Giulio: « Una industria fondamentale » (La produzione degli strumenti ottici).

SEZIONE DI TORINO (Piazzetta Madonna degli Angeli, 2)

11 Aprile - ore 18. — Tricomi Dott. Prof. Francesco: « Sulla trasformazione di Laplace ».

17 Aprile - ore 21,15. — Panara Dott. Ing. Ito: « Le corrosioni dei cavi sotterranei e i sistemi di protezione ».

SEZIONE DI TRIESTE (Via C. Battisti, 22).

4-5 Giugno. — Gita annuale tecnico-turistica a Budapest e Vienna.

Prof. Angelo Barbagelata, *Direttore responsabile.* Ind. Graf. It. Stucchi - Milano.

VOL. XXII (XXXIX degli Atti) 10 Maggio 1935 - ANNO XIII N. 9

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, DIRETTORE DELLA RIVISTA - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI
REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ, REDATTORE CAPO - F. NERI - G. SILVA, REDATTORI - M. BOELLA - P. LOMBARDI, COLLABORATORI ORDINARI
AMMINISTRAZIONE: UFFICIO CENTRALE DELL'A.E.I.: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (2/2) - TELEFONI N. 13-713-82-086 - C/C POSTALE 3/1189 - MILANO

SOMMARIO

Consiglio Generale e Riunione Annuale.

Il 28 aprile u. s. si è tenuta a Milano la consueta seduta primaverile del Consiglio Generale, nella quale si sono passati in rassegna tutti gli argomenti che interessano la vita della nostra Associazione. Speriamo di poter pubblicare assai presto il verbale della seduta, ma possiamo dire fin d'ora che il Consiglio ha preso nota con piacere dei confortevoli risultati avuti con la creazione, approvata a Gardone, dei Soci sostenitori, e del migliorato andamento generale del Sodalizio per il quale si può sperare di aver superato il periodo più grave della crisi. Il Consiglio ha pure approvato la proposta della Presidenza circa la sede della prossima riunione annuale che si terrà o a Rapallo o a Santa Margherita Ligure ed avrà quindi in ogni caso una cornice quanto mai aggradevole ed attraente.

Nei riguardi del contenuto tecnico della Riunione, il suo successo è ormai assicurato dal notevole numero di relazioni già annunciate. Ci auguriamo che i benemeriti autori inviino molto presto i loro contributi, in modo da poter distribuire i testi di tutte le memorie con notevole anticipo, senza gli inconvenienti inevitabili quando tutti i contributi si affollano negli ultimi giorni.

Comitato Elettrotecnico Italiano.

Anche il C. E. I. ha tenuto la sua riunione plenaria di primavera il 28 corrente ed i numerosissimi intervenuti non poterono che compiacersi della crescente attività del Comitato, bene apparsa dalle relazioni dei Presidenti dei suoi venti Sottocomitati. Oggi ancora, a conferma, i lettori troveranno allegato al presente fascicolo due nuovi schemi di Norme: quelle per i conduttori in alluminio e sue leghe e quelle pei cavi isolati in carta.

Esortiamo ancora una volta i colleghi che si interessano degli argomenti a voler prendere in attento esame gli schemi ed a trasmettere le loro eventuali osservazioni entro i tre mesi regolamentari. Come abbiamo detto più volte, gli egregi colleghi che prestano la loro opera nei vari Sottocomitati del C. E. I., non possono che esser lieti di ricevere osservazioni ed anche critiche al loro lavoro. L'indifferenza ed il disinteresse dei colleghi riescono più sgraditi di qualsiasi osservazione!

Nella seduta si è parlato molto anche della prossima Riunione plenaria che la Commissione Elettrotecnica Internazionale terrà il prossimo giugno all'Aja ed a Bruxelles. L'ultima riunione del genere fu quella del 1930 nella penisola scandinava. Come allora, la Delegazione italiana sarà anche quest'anno assai numerosa, dovendosi riunire quasi tutti i Comitati di studio della C. E. I.

Subito dopo la riunione della C. E. I. si avrà a Parigi la consueta Sessione triennale della Conferenza Internazionale delle Grandi Reti, alla quale chiunque può partecipare inscrivendosi entro il mese presso la sede del Comitato Elettrotecnico Italiano.

Nuovi mezzi per la conversione statica di corrente.

Il problema è più che mai all'ordine del giorno, e i ricercatori che si occupano di questi studi mostrano continuamente nuove vie per la risoluzione del problema.

L'arco nei vapori di mercurio tra elettrodi dissimmetrici ha fornito le prime possibilità di raddrizzare staticamente le correnti intense. Alterando il campo elettrico a mezzo di una griglia polarizzata nell'ambiente in cui l'arco può prodursi, si è poi trovato il modo di comandare a volontà l'istante di accensione dell'arco stesso, e conseguentemente sia di regolare la tensione raddrizzata, sia di « invertire » il funzionamento del raddrizzatore, rendendolo atto a convertire la corrente continua in alternata.

Questi tipi di « mutatori » (avrà fortuna questa nuova parola proposta di recente per indicare le macchine di cui stiamo parlando?) sono ormai entrati nella pratica industriale; ma l'arco nei vapori di mercurio può essere anche controllato in altri modi.

Come ricorderanno i partecipanti alla nostra XXXVII Riunione tenutasi a Firenze nel 1932, ed i Lettori dei Rendiconti di quella Riunione, anche il campo magnetico può essere utilizzato per il controllo dell'arco a mercurio, presentando non solo la possibilità comune ai sistemi di griglia di comandare l'istante di innesco, ma anche quella di spegnere l'arco acceso.

Oggi il collega Ing. SAVAGNONE, cui si devono gli studi ora citati sul controllo magnetico presentati a Firenze, ci mostra un terzo interessante modo di controllo. Esso è basato sul concetto di sovrapporre alla corrente normale nell'arco da interrompere una corrente oscillante ad alta frequenza, di ampiezza tale da spegnere, sia pure un istante brevissimo, l'arco stesso, e quindi di dare modo ai sistemi di controllo già noti di mantenerlo spento. Il vantaggio di questo sistema in confronto di quello magnetico risiede nelle minori dissipazioni di energia che così si incontrano nella conversione.

Gli interessanti studi dell'Ing. Savagnone sul controllo degli archi a mercurio e quelli di altri colleghi su tipi diversi, ma in certo senso simili, di convertitori statici (alludiamo ai convertitori ad arco a pressione normale ad innesco controllato) ci fanno con piacere constatare come i Laboratori italiani si occupino attivamente di questo nuovo ramo dell'elettrotecnica.

LA REDAZIONE.

L'INVERTER A CONTROLLO MAGNETICO E A CONTROLLO AD "IMPULSO DI CORRENTE"

R. SAVAGNONE

Per effetto di un campo magnetico, agente sulla colonna positiva di un arco a mercurio, è possibile adescare in un circuito oscillante, posto in parallelo all'arco stesso, un treno di oscillazioni di correnti ad alta frequenza rapidamente autoamplificantesi. Queste correnti oscillanti, che si adescano indipendentemente dalle condizioni di tensione e corrente nelle rimanenti parti del circuito, possono venire utilizzate per interrompere la corrente stessa d'arco (controllo ad impulso di corrente). Si studia un sistema di doppio blocco d'arco, risultante dall'azione combinata di un campo magnetico e di un campo elettrico, mediante i quali, avvenuta per azione delle predette correnti oscillanti una prima interruzione istantanea della corrente, l'arco resta definitivamente interrotto. Questo metodo di doppio blocco, unitamente alla concomitanza del controllo magnetico e del controllo ad impulso di corrente, viene applicato con soddisfacenti risultati alla conversione statica della corrente continua in alternata. L'elevata capacità di controllo che ne deriva assieme ad un buon rendimento lasciano preconizzare l'impiego di questo sistema alla conversione industriale della corrente continua in alternata. Infine viene descritto un dispositivo, che ha permesso di effettuare, in piccola scala, la detta conversione in Laboratorio.

PARTE I.

1. - Considerazioni sui diversi sistemi di controllo dell'arco a mercurio.

Nei dispositivi di conversione statica della corrente continua in alternata per grandi potenza, noti con il nome di « Inverter », l'accoppiamento tra il sistema a corrente continua di alimentazione e quello a corrente alternata avviene attraverso un complesso di archi opportunamente controllati, in modo che ciascun arco viene ad essere attraversato dalla corrente fornita dalla tensione continua soltanto durante determinate frazioni del periodo di conversione. Nell'inverter ad archi controllati cioè il problema essenziale di funzionamento è quello di potere innescare, interrompere e bloccare ciclicamente a frequenza di conversione la corrente nei suoi archi, che allora vengono a funzionare come organi di inserzione e disinserzione di grandissima capacità di carico.

Il trasferimento dell'energia elettrica dalla linea a corrente continua alla linea a corrente alternata avviene poi o direttamente accoppiando la linea a corrente continua con la linea a corrente alternata attraverso valvole opportunamente disposte: o, per lo più, utilizzando il fenomeno dell'induzione elettromagnetica in un trasformatore di uscita nel cui primario vengono inviate le predette correnti controllate.

Sia i l'intensità istantanea della corrente nel circuito di uno degli archi dell'inverter. Questa dovrà evidentemente dipendere da una formula di tipo:

$$i = \frac{\Sigma e}{R}; \tag{1}$$

dove con Σe indichiamo la somma di tutti i valori istantanei delle f.e.m. alternate e continue, che agiscono nel circuito e con R la sua resistenza.

Nel noto tipo di inverter a vapori di mercurio con controllo di griglia l'interruzione della suddetta corrente d'arco viene realizzata mediante un intervento di f.e.m. alternate, dovute a macchine sincrone inserite in parallelo nella linea a corrente alternata, e tali che, per istanti determinati del processo di trasformazione, soddisfino ciclicamente alla relazione $\Sigma e = 0$. Il comando di griglia è poi così studiato da impedire per i suoi noti effetti elettrostatici l'immediato riinnesco dell'arco così interrotto e da permetterlo invece dopo un certo intervallo di tempo; intervallo definito dalla frequenza del sistema e dal numero delle fasi di conversione, oltre che dalle esigenze di regolazione.

Vediamo da ciò che in realtà nell'inverter a griglie il controllo d'arco è triplice. Una prima azione di controllo cioè provvede all'interruzione della corrente d'arco, una seconda al blocco e una terza all'innesco. Nel tipo di inverter predetto l'interruzione avviene utilizzando un controllo per f.e.m.; per il blocco e l'innesco si utilizza invece un controllo di griglia.

Per una valvola a m archi controllati si hanno quindi m terne di azioni di controllo, ciascuna terna essendo sfasata rispetto alla seguente, nella successione delle fasi, di un intervallo di tempo uguale a T/m, se T è il periodo di conversione.

La triplicità delle azioni di controllo d'arco è una caratteristica generale di funzionamento per qualunque tipo di inverter.

La predetta terna di controlli d'arco non è però la sola che possa rendere possibile il funzionamento di un inverter.

Il controllo magnetico dell'arco a mercurio a bassa pressione, da noi proposto da tempo (1) nella trasformazione statica della corrente continua in alternata, è infatti pure atto a soddisfare a tutte le esigenze di funzionamento di un inverter.

Richiamiamo qui brevemente che l'azione di controllo esercitata da un campo magnetico, agente perpendicolarmente alla colonna positiva di un arco a mercurio a bassa pressione, si può riassumere in tre effetti.

1°) Modulazione e interruzione della corrente d'arco.
2°) Paralizzazione dell'innesco (blocco).
3°) Comando magnetico dell'istante d'innesco.

L'inverter a solo controllo magnetico, descritto nella citata memoria, si basa appunto su queste tre azioni di controllo.

L'interruzione d'arco in questo tipo d'inverter può concepirsi considerando l'arco stesso come una resistenza fittizia, funzione del campo magnetico, e tale da provocare, per la (1), l'interruzione d'arco quando assume un valore infinitamente grande.

Nell'inverter a controllo magnetico gli m archi possono quindi venire idealmente sostituiti da m resistenze fittizie, variabili ciclicamente e con opportuni sfasamenti.

Confrontando il noto inverter a griglie con l'inverter a controllo magnetico si ha dunque che ad un interruzione d'arco per intervento di f.e.m. si viene a sostituire un interruzione per incremento infinito di resistenza; ad un blocco di griglia un blocco magnetico; ed infine ad un comando d'innesco per griglia, un comando d'innesco per diseccitazione degli elettromagneti di controllo.

Da ciò ne segue che l'inverter a controllo magnetico — limitatamente al problema della commutazione della corrente nei suoi archi — non ha bisogno per il suo funzionamento di macchine sincrone inserite in parallelo nella linea alimentata.

Però l'inverter a controllo magnetico presenta in confronto all'inverter a griglie il grave inconveniente di risultare di non elevato rendimento poichè il controllo stesso d'arco avviene con forte assorbimento della potenza da controllare. Infatti potendosi la detta azione di controllo equiparare alla presenza e incremento di una resistenza ohmica, dovrà necessariamente manifestarsi un fenomeno dissipativo nel circuito considerato dalla relazione (1).

Questa considerazione è stata il punto di partenza di questo lavoro; il cui scopo è quello di mostrare come il predetto inconveniente possa venire ridotto in modo da portare il rendimento elettrico del controllo magnetico ad un livello industrialmente accettabile.

Ciò è stato da noi conseguito accoppiando nell'inverter ad archi a mercurio controllati magneticamente una seconda forma di controllo, derivata dal controllo magnetico stesso e che definiamo con il nome di « controllo ad impulso di corrente ».

Il controllo ad impulso di corrente di un inverter ad archi a vapori di mercurio consiste nel generare « localmente » in circuiti ausiliari, formati dagli archi stessi e derivazioni contenenti capacità e autoinduzione, delle correnti oscillanti j ad alta frequenza e tali che sovrapponendosi alle correnti normali d'arco possano interromperle per un brevissimo istante.

La condizione d'interruzione della corrente d'arco in un inverter può allora scriversi in questo caso nella forma:

$$i + j = 0 \tag{2}$$

che viene qui a sintetizzare il controllo ad impulso di corrente.

Nell'inverter a controllo multiplo, di cui ci occuperemo in questo lavoro, verrà applicato questo principio per la ciclica interruzione degli archi.

Riassumendo dunque le considerazioni fatte in precedenza sulla terna di controlli che caratterizzano il funzionamento di un inverter a vapori di mercurio; e cioè a dire, l'interruzione, il blocco e l'innesco; possiamo dire che l'interruzione d'arco può realizzarsi mediante tre distinti sistemi di controllo:

a) Sistema di controllo per f.e.m.
b) Sistema di controllo per resistenza.
c) Sistema di controllo per impulso di corrente.

(1) R. SAVAGNONE: Studi sul controllo magnetico dell'arco a mercurio e sulla trasformazione statica della corrente continua in alternata. - Rendiconti dell'A. E. I., 1932, pag. 161.

Il blocco d'arco e l'innesco si possono realizzare tanto mediante il controllo di griglia che con il controllo magnetico.

Gli inverter, basati sul controllo di tipo *a*) hanno bisogno, per l'effettuazione della commutazione, di macchine sincrone che imprimano una tensione nella linea a corrente alternata. Questi si possono perciò definire come inverter ad eccitazione esterna.

Gli inverter, basati sui controlli di tipo *b*) e *c*) non hanno invece bisogno per la commutazione di macchine sincrone: questi ultimi si possono perciò definire, in senso lato, come inverter autoeccitati.

Queste considerazioni sul funzionamento valgono limitatamente al caso in cui l'inverter sia caricato dal lato a corrente alternata su un carico ohmico; ossia quando l'inverter eroghi della potenza attiva. In seguito verrà considerato il caso in cui la natura del carico produca un certo sfasamento tra tensione e corrente e quindi si presenti il problema di fornire alla linea a corrente alternata la concernente potenza reattiva.

Noi in questo lavoro ci occuperemo del sistema di controllo ad impulso di corrente che presenta prospettive di sviluppo che riteniamo di qualche interesse.

2. - Studio del controllo ad impulso di corrente dell'arco di mercurio.

La fig. 1 rappresenta il circuito tipo preso in esame per lo studio del controllo ad impulso di corrente di un arco a vapore di mercurio *A*.

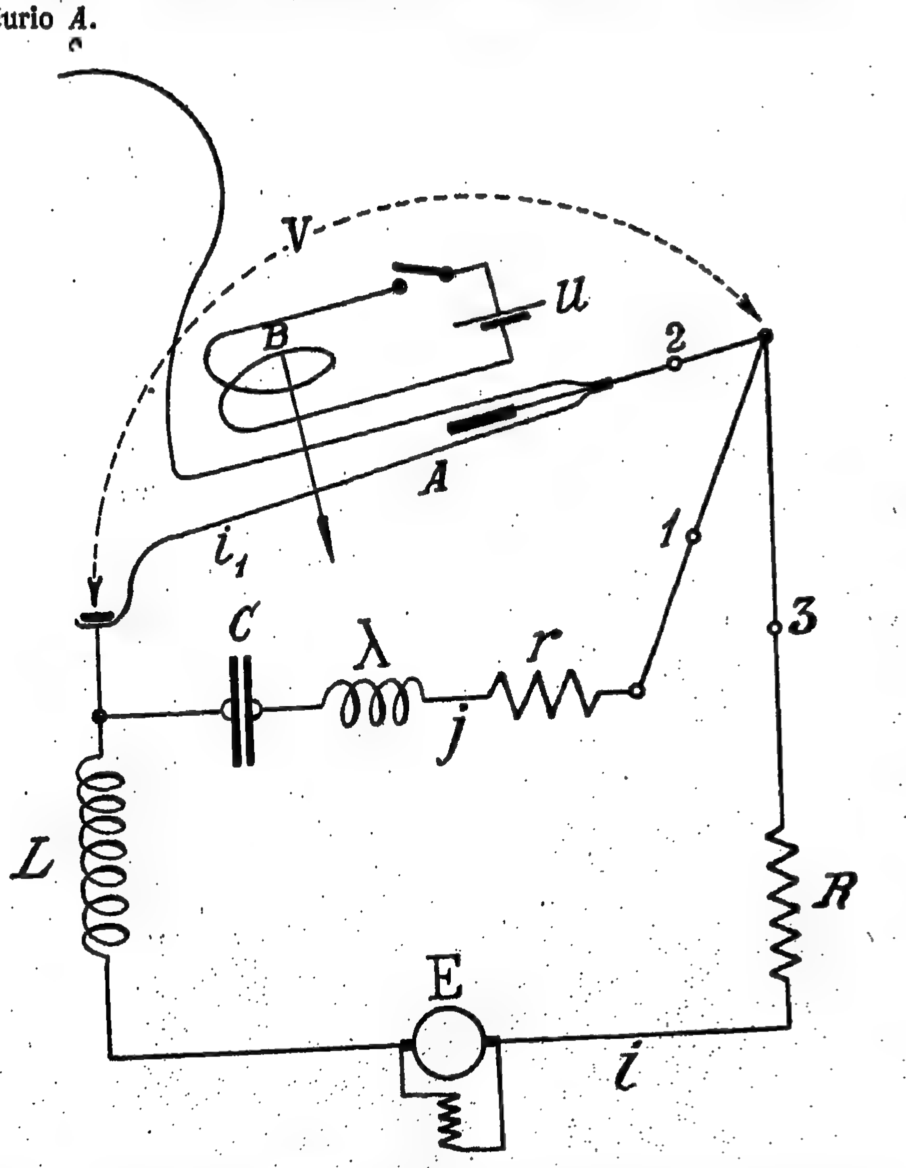


Fig. 1. — Un campo magnetico *B*, crescente trasversalmente ad un arco a mercurio a bassa pressione *A*, ha l'effetto di adescare nel circuito oscillante $A\,c\,\lambda\,A$ un treno di oscillazioni di correnti ad alta frequenza *j* tali che, sovrapponendosi alla corrente *i* nell'arco, la interrompono per un istante $i_1 = j + i = 0$. Il campo magnetico stesso mantiene poi l'interruzione per il suo effetto di blocco.

Supponiamo che la macchia catodica della valvola in figura sia mantenuta permanentemente accesa per mezzo di un anodo ausiliario. L'arco *A* è alimentato da una f.e.m. continua *E*, attraverso una resistenza totale *R* e un'induttanza totale *L*. La corrente di regime nell'arco è perciò:

$$I = \frac{E - v_0}{R}, \tag{3}$$

se con v_0 indichiamo la caduta di tensione all'arco quando il campo magnetico è nullo.

In parallelo all'arco stesso è inserito un circuito oscillante costituito da una resistenza *r*, da una capacità *c* e da una induttanza λ. Supponiamo λ molto piccola di fronte a *L*.

Il braccio anodico della valvola è disposto tra le espansioni polari di un elettromagnete, il cui campo *B* risulta perciò normale alla colonna positiva dell'arco *A* da controllare.

In un certo istante dopo l'inizio dell'azione magnetica siano *i* e *v* i valori istantanei della corrente nel circuito principale esterno e della caduta di tensione agli elettrodi dell'arco. Questa tensione *v* all'arco, crescente al crescere del campo magnetico (1), viene ovviamente ad aumentare la carica del condensatore *c*; e, se il circuito $A\,c\,\lambda\,r\,A$ viene formato con adeguata costanti elettriche c, λ, r, questo primo impulso di carica del condensatore adesca un treno di oscillazioni di energia tra il condensatore *c* e l'induttanza λ del circuito. La trasformazione e il trasferimento dell'energia elettrostatica $\frac{1}{2} c\, v^2$, immagazzinata nel condensatore *c*, in energia elettromagnetica $\frac{1}{2}\lambda\, j^2$, e viceversa, avviene per tramite di una corrente variabile *j* che percorrendo gli elementi $c\,\lambda\,r$ del circuito oscillante si chiude nell'arco stesso *A*, ritenendo noi preclusa a questa corrente ad alta frequenza il ramo $L\,E\,R$, pure in derivazione all'arco, a causa dell'alto valore dell'induzione esterna *L* in confronto a λ.

Da ciò ne segue che la corrente nell'arco, essendo la risultante della *i* e della *j* deve avere una intensità istantanea i_1 diversa da quella del circuito esterno. Abbiamo cioè da considerare tre differenti correnti i, j, i_1, collegate però tra di loro mediante la relazione:

$$i_1 = i + j, \tag{4}$$

di cui l'equazione d'interruzione (2) è un particolare caso, quando $j = -i$.

Per determinare la corrente risultante i_1 nell'arco noi possiamo considerare separatamente la *i* e la *j* e poi comporle.

Quanto all'andamento della corrente parziale *i* l'equazione (4) ci mostra che essa si identifica con la corrente d'arco i_1 per $j = 0$. La corrente *i* deve quindi presentare il particolare andamento che assume una corrente d'arco quando questo è sottoposto all'azione di un campo magnetico, agente perpendicolarmente all'arco stesso e crescente all'atto dell'inserzione della f.e.m. *U*.

L'andamento della corrente può venire rilevata oscillograficamente, fig. 2, inserendo l'aquipaggio mobile per es. nel punto 2 di fig. 1, supponendo però il circuito oscillante aperto nel punto 1

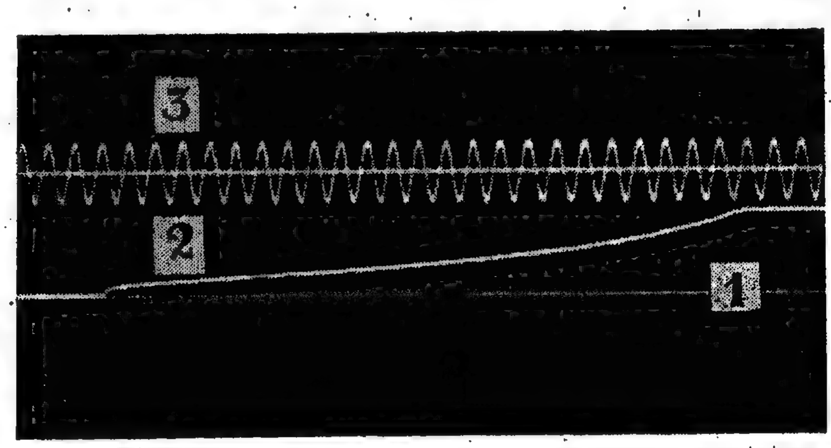


Fig. 2. — Oscillogramma dell'interruzione di un arco a corrente continua nel vapore di mercurio per solo effetto magnetico (verso positivo da destra verso sinistra): 1) linea di zero della corrente controllata; 2) modulazione e interruzione della corrente; 3) corrente alternata a 42 Hz per la misura del tempo di interruzione.

per aver supposto $j = 0$. In figura, 1 rappresenta la linea di zero della corrente; 2, la modulazione e interruzione magnetica della corrente controllata *i* (il senso positivo di percorrimento è da destra verso sinistra); 3, una corrente alternata a 42 Hz per la misura del tempo.

L'andamento dell'altra corrente parziale *j* resta definito dall'equazione:

$$(r + \varrho)\, j + \lambda \frac{dj}{dt} + \frac{1}{c}\int j\, dt = 0, \tag{5}$$

dove con ρ si indica la resistenza differenziale dell'arco.

Se noi scegliamo una resistenza esterna *r* molto piccola, si può constatare, mediante il rilievo oscillografico, che la corrente *j* è una corrente oscillante di elevata frequenza e avente la proprietà che i suoi successivi valori massimi vanno rapidamente esaltandosi al crescere del campo magnetico agente. Ciò è mostrato dall'oscillogramma di fig. 3. L'oscillogramma, preso pel punto 1 di fig. 1, ad arco acceso e mentre il campo magnetico trasverso *B* cresceva, mostra nella striscia superiore in prosecuzione l'uno dall'altro due feno-

meni oscillatori a frequenze diverse. La corrente j si riferisce a quello in alto a destra a frequenza più elevata. (Per facilitare la visibilità delle successive escursioni della curva oscillografata si è scelta un'induttanza λ relativamente elevata). Il secondo fenomeno oscillatorio di minore frequenza, che si nota a sinistra e in prosecuzione diretta a quello ora detto, corrisponde invece alla carica del condensatore c, in parallelo all'arco, per l'azione della f.e.m. E, quando la corrente i_1 nell'arco viene interrotta. Questa corrente di carica può essere periodica o aperiodica. Nella striscia inferiore dell'oscillogramma è infine registrata contemporaneamente una corrente alternata a 42 per/sec per la misura del tempo. Si nota subito la grande differenza tra questa frequenza e quella della corrente oscillante j ad onta che nel caso dell'esperienza λ fosse molto grande rispetto a quanto conviene.

Lo sviluppo delle note equazioni sui circuiti oscillanti ci permette di asserire che per l'adescamento della corrente oscillante j, i parametri r , ρ , λ , c , che affettano l'equazione (5) debbono intanto soddisfare alla condizione:

$$r + \varrho < 2\sqrt{\frac{\lambda}{c}} \; ; \tag{6}$$

e che, per l'autoesaltamento della corrente oscillante, deve essere negativo il cosidetto fattore di smorzamento $(r + \rho)$ dell'equazione (5):

$$r + \varrho < 0 \; . \tag{7}$$

Ciò evidentemente comporta la doppia condizione:

$$\varrho < 0 \tag{8}$$

$$|\varrho| > r \tag{9}$$

Possiamo dunque affermare che l'azione di un campo magnetico crescente trasversalmente ad un arco a mercurio si traduce nella manifestazione nell'arco di una resistenza differenziale negativa, di valore assoluto maggiore di quello presentato da un normale arco a vapore di mercurio in assenza di campo. Questo aumento della resi-

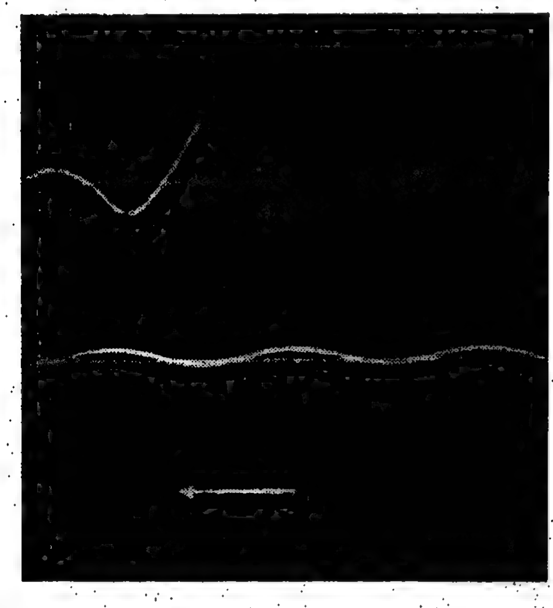


Fig. 3. — Controllo ad impulso di corrente: corrente oscillante j adescata nel circuito $A\,c\,\lambda\,r\,A$ di figura 1 per effetto del campo magnetico.

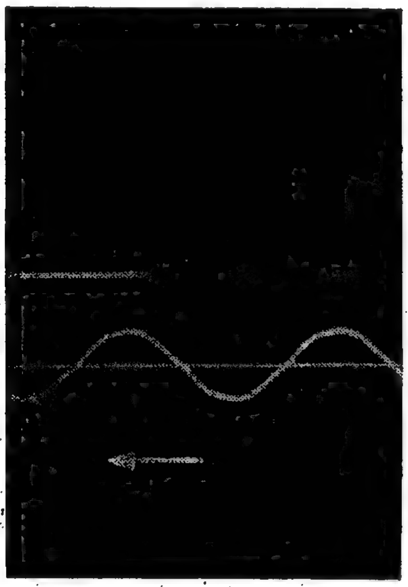


Fig. 4. — Interruzione della corrente i_1 nell'arco a mercurio di figura 1 per effetto differenziale delle correnti oscillanti indicate nell'oscillogramma di fig. 3.

stenza differenziale negativa presiede alla formazione della scarica oscillante.

L'influenza dei tre parametri λ , c , r che qui più importa mettere in evidenza è la seguente:

a) diminuendo λ cresce la frequenza della corrente oscillante j;

b) aumentando c crescono, a parità di λ e r, le ampiezze delle successive semionde;

c) aumentando la resistenza r l'esaltamento della corrente oscillante diventa sempre meno sentito, finchè cessa del tutto.

A parità poi di λ , c , r, l'autoesaltamento della corrente j è tanto più energico quanto più rapidamente cresce nel tempo il campo magnetico.

Con riferimento alla fig. 1, immaginiamo ora l'arco A percorso da una corrente continua i, fornita dalla sorgente di f.e.m. E. In queste condizioni è $j = 0$. Inseriamo la f.e.m. U nel circuito dell'elettromagnete di controllo. Il campo generato provoca a sua volta l'esaltarsi nell'arco della predetta resistenza differenziale negativa ρ; e, se la condizione (9) è soddisfatta, si adesca la corrente oscillante. Questa corrente si chiude nell'arco stesso, e non percorre il circuito di alimentazione, se l'autoinduzione esterna L soddisfa largamente alla condizione $L \gg \lambda$. Quando la corrente oscillante j esaltandosi rapidamente e progressivamente raggiunge un valore uguale e contrario a quello della corrente i, si verifica per un istante l'interruzione della corrente risultante i_1 nell'arco.

Il campo magnetico presente mantiene poi l'arco spento, per la sua azione di blocco, descritta nel citato lavoro.

Tutto ciò viene mostrato nella fig. 4 da un oscillogramma, rilevato nel punto 2 della fig. 1, durante uno spegnimento. L'oscillogramma della corrente i_1 nell'arco durante l'azione combinata del campo magnetico e delle correnti oscillanti, da questo adescate, mostra che l'ordinata media della corrente i_1, durante l'azione magnetica, va abbassandosi verso la fondamentale delle correnti, conformemente al-

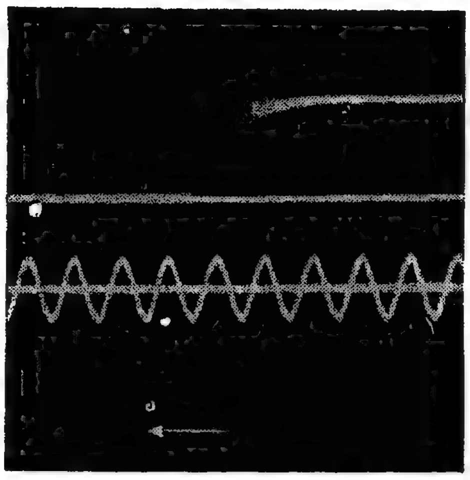


Fig. 5. — Interruzione di una corrente continua d'arco mediante correnti oscillanti ad alta frequenza.

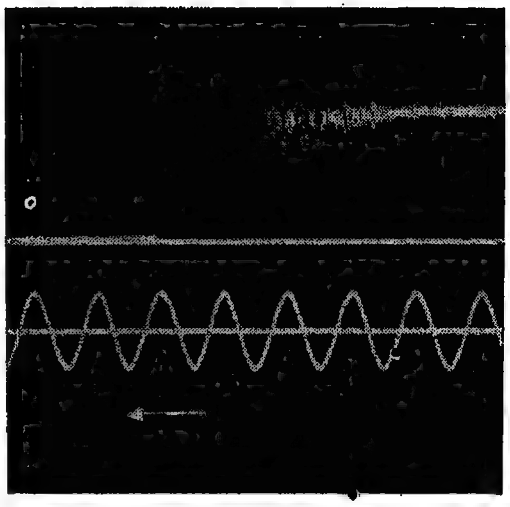


Fig. 6. — Interruzione di una corrente continua d'arco mediante correnti oscillanti ad alta frequenza. (Capacità nel circuito oscillante minore di quella concernente la interruzione, di cui all'oscillogramma di fig. 5).

l'andamento della corrente parziale i, (fig. 2) e che sovrapponendosi la corrente oscillante j alla corrente i, questa dopo un breve intervallo di tempo viene interrotta. Nell'oscillogramma sembra doversi attribuire alla presenza di cariche spaziali quella parte delle oscillazioni ad alta frequenza che oltrepassano nel verso negativo la linea di zero della corrente totale i_1, poichè l'azione valvolare dell'arco a mercurio, dato il non elevato valore delle f.e.m. e correnti in azione, tende ad impedire l'accesso della corrente nel senso « inverso », quando la corrente oscillante tende a superare l'intensità i della corrente esterna.

Le figure 5 e 6 mostrano altri consimili oscillogrammi d'interruzione della corrente d'arco per effetto di correnti oscillanti di controllo, a frequenza però maggiore di quella concernente la fig. 4. Gli oscillogrammi sono pure registrati nel punto 2 di fig. 1.

L'andamento, durante lo spegnimento dell'arco, della corrente esterna i, fig. 1, non influenzata da queste oscillazioni ad alta fre-

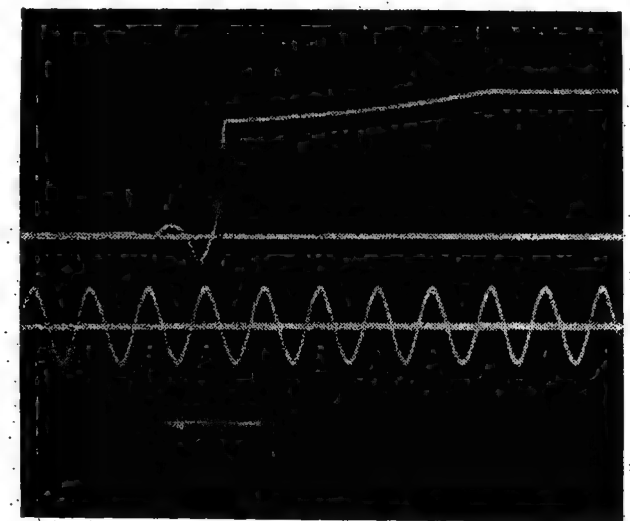


Fig. 7. — Controllo ad impulso di corrente: Interruzione della corrente i nel circuito esterno di alimentazione dell'arco; fig. 1. Carica periodica del condensatore c ad arco spento.

quenza per l'alto valore dell'autoinduzione L del suo circuito in confronto a λ, è mostrato dagli oscillogrammi di fig. 7 e fig. 8.

Si vede dagli oscillogrammi, presi nel punto 3 della fig. 1, che l'interruzione della corrente principale i avviene poco dopo iniziata l'azione magnetica, con un netto taglio. L'ultimo tratto inferiore dell'oscillogramma di fig. 7, presso la linea di zero della corrente con-

trollata, mostra la successiva fase di carica del condensatore del circuito oscillante, ad arco spento. Questa carica può essere oscillante, come è mostrato dallo stesso oscillogramma di fig. 7; o pure aperiodica, come mostra l'oscillogramma di fig. 8.

Il processo d'interruzione della corrente è qui facilitato dal fatto che durante il periodo di erogazione dell'anodo, la tensione all'arco è di circa $20 \div 40$ volt, *comunque elevato sia il valore della f.e.m. continua esterna applicata*: in queste condizioni si adesca il fenomeno avanti detto della rapida esaltazione della corrente oscillante j che provoca l'interruzione. L'adescamento della corrente oscillante è indipendente dal valore della corrente di regime che percorre l'arco.

L'interruzione dell'arco in sostanza è dovuta alla piccolissima inerzia elettromagnetica del circuito oscillante, arco-condensatore, in confronto alla grande inerzia elettromagnetica posseduta dal circuito esterno $E\,R\,L$ di fig. 1, la cui f.e.m. continua E, per quanto elevata, può intervenire a compensare le rapidissime variazioni di corrente nell'arco solo mediante correnti a *lento* decorso esponenziale e quindi assolutamente incapaci a potere compensare istante per istante le rapidissime variazioni di corrente nell'arco. La corrente totale nell'arco resta dunque, durante il rapidissimo formarsi ed esaltarsi delle predette correnti oscillanti ad alta frequenza, in completa balìa di queste. Ciò autorizza a ritenere in certo qual modo il processo d'interruzione dell'arco praticamente *indipendente* dal valore della tensione

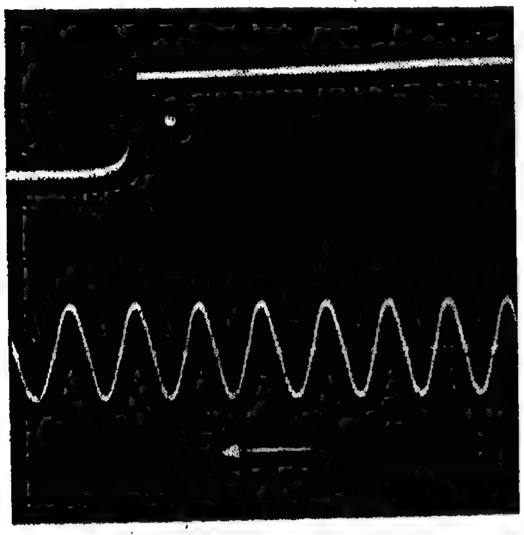


Fig. 8. — Controllo ad impulso di corrente: interruzione della corrente i nel circuito esterno di alimentazione dell'arco; fig. 1. Carica aperiodica del condensatore ad arco spento.

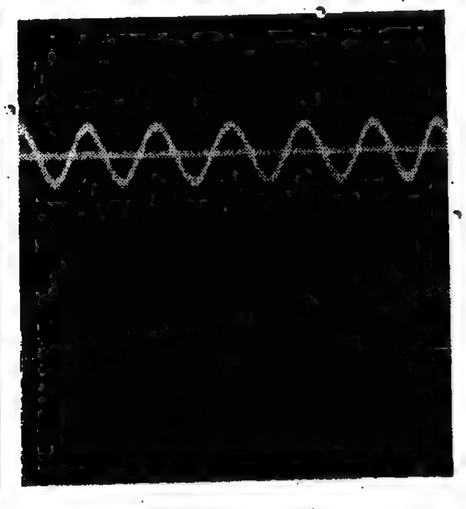


Fig. 9. — Andamento dell'interruzione magnetica della corrente continua quando l'autoinduzione L del circuito di alimentazione non blocca sufficientemente le correnti oscillanti di controllo d'arco; fig. 1. Oscillogramma preso nel punto 3 di fig. 1.

continua applicata. La mancanza d'inerzia dell'arco viene a costituire, per così dire, un prezioso « punto debole » del circuito a corrente continua.

Se annullatasi una prima volta la corrente nel braccio anodico, il sistema di blocco scelto è atto a mantenere questa condizione, la corrente viene definitivamente interrotta.

Tutto ciò, bisogna notare, è però valido quando l'induttanza λ del circuito oscillante è tanto piccola in confronto all'induttanza L del circuito principale da poter ritenere che questa blocchi efficacemente l'accesso della corrente j nel circuito principale $E\,R\,L$. Se invece scegliamo una λ dello stesso ordine di grandezza di L, l'interruzione della corrente i assume la forma indicata dall'oscillogramma di fig. 9. L'oscillogramma, preso nel punto 3 di fig. 1, mostra chiaramente che adesso l'interruzione d'arco avviene secondo un andamento medio simile a quello mostrato nell'oscillogramma di fig. 2, a cui però qui si viene a sovrapporre una corrente ad alta frequenza dovuta al circuito oscillante posto in parallelo all'arco stesso. In questo caso quindi agli inconvenienti propri del controllo magnetico « puro », si viene ad aggiungere quello della irregolarità della corrente controllata.

Nel caso invece che a noi interessa, della conversione cioè della corrente, in serie ai bracci anodici dell'ampolla di modulazione si trovano gli avvolgimenti del trasformatore di uscita e la linea di alimentazione a corrente continua, che soddisfano largamente alla condizione $L \gg \lambda$, che presiede alla validità delle precedenti considerazioni.

3. - Potenza dissipata nell'arco per la concomitanza del controllo magnetico e del controllo ad impulso di corrente.

Per potere conseguire un buon rendimento in un inverter occorre ovviamente che la potenza dissipata in ciascun arco per effetto del controllo stesso d'arco sia una piccola percentuale della potenza controllata. Nel sistema di controllo multiplo d'arco, qui studiato, una prima dissipazione di potenza si ha nel circuito oscillante di controllo $A\,c\,\lambda\,r\,A$ (fig. 1) per effetto della corrente j, che percorre la resistenza esterna r e la resistenza interna d'arco. Questa dissipazione è però piccola, come lascia dedurre l'esistenza stessa delle oscillazioni di energia tra il condensatore c e l'induttanza λ; oscillazioni che verrebbero immediatamente smorzate se nel circuito oscillante esistesse un fenomeno dissipativo appena sensibile. Ammettiamo allora in prima approssimazione di potere trascurare le perdite nel circuito oscillante; comprendendo in queste anche le piccole perdite nel condensatore c.

Poichè la corrente totale d'arco i_1 è, secondo la (4), la risultante della predetta corrente oscillante e della corrente esterna i; ne segue che trascurando gli effetti della j resta da considerare soltanto la potenza che viene ad essere dissipata nell'arco quando, durante il controllo magnetico, l'arco viene ad essere attraversato dalla corrente parziale i.

L'andamento della potenza assorbita in un arco a mercurio controllato magneticamente si può determinare graficamente tracciando

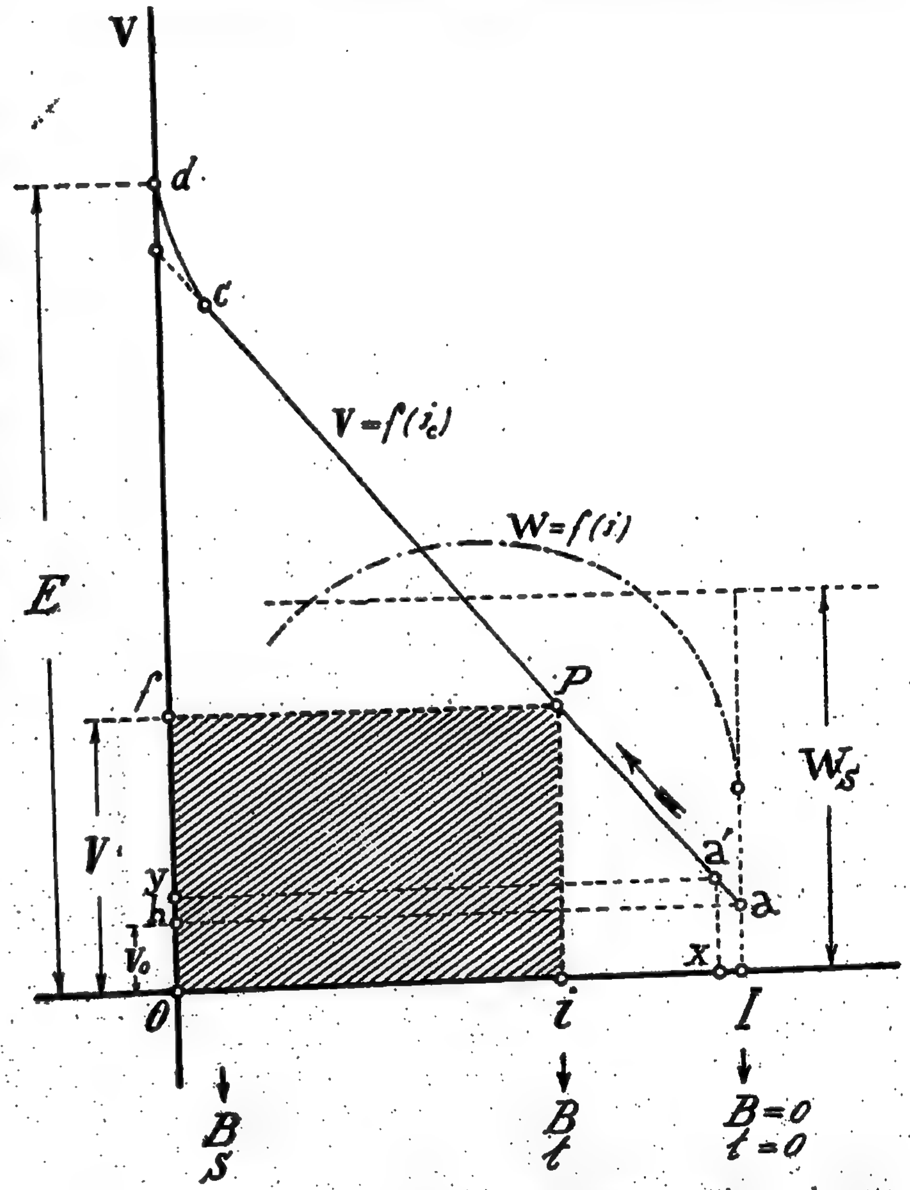


Fig. 10. — Rappresentazione grafica delle perdite nell'arco durante il controllo magnetico.

la curva che dà la variazione della caduta di tensione v agli elettrodi dell'arco in funzione della corrente che lo percorre, quando il campo magnetico cresce sino al valore che provoca lo spegnimento. Se, fig. 1, il campo magnetico di controllo è quello dovuto alla corrente di inserzione di una f.e.m. continua U nel circuito di un elettromagnete, allora detta curva è rappresentata dalla linea $a\,P\,c\,d$ di fig. 10.

Detta curva è stata ricavata registrando oscillograficamente il contemporaneo decorso delle curve $i = f(t, B)$ e $v = f(t, B)$; e ricavando, in corrispondenza ai medesimi valori di t e B, le successive coppie di valori i, v. La curva ha origine nel punto a di ascissa I e ordinata v_o, corrispondenti ad un campo nullo. Quando il campo B cresce, la corrente controllata i decresce secondo quanto mostra l'oscillogramma di fig. 2, mentre che la caduta di tensione v agli elettrodi cresce. Il punto rappresentativo di lavoro P si sposta allora da a verso d.

Per un punto generico P della caratteristica, la potenza dissipata nell'arco, uguale al prodotto $v\,i$, è rappresentata dall'area del rettangolo tratteggiato $0\,i\,P\,f$.

Riportando sulle corrispondenti ascisse delle ordinate proporzionali alle aree di questi rettangoli, si ha nella curva $w = f(i)$ il

diagramma della potenza assorbita dall'arco durante tutta la fase di modulazione sino all'istante immediatamente precedente all'interruzione d'arco per solo effetto magnetico.

Quando l'arco dell'inverter non è sottoposto ad alcuna forma di controllo, la potenza normale assorbita dall'arco corrisponde all'area $O\,I\,a\,h$. Questa corrisponde naturalmente a quella dissipata nell'arco di un comune raddrizzatore a vapore di mercurio durante la fase di erogazione.

Quando invece l'arco dell'inverter, a solo controllo magnetico, è sottoposto all'azione del campo magnetico si viene a perdere nell'arco per l'effettuazione dell'interruzione d'arco una potenza ben maggiore, corrispondente cioè all'area media, di ordinata W_s, del predetto diagramma della potenza w. E' precisamente per questo che il rendimento del controllo esclusivamente magnetico dell'arco a mercurio non riesce elevato.

Richiamate queste considerazioni sulla potenza dissipata nell'arco, nel caso dell'inverter a solo controllo magnetico; vediamo ora quale vantaggio, dal punto di vista del rendimento, apporti l'unione del controllo ad impulso di corrente con il controllo magnetico. A tal fine si considerino e si confrontino l'oscillogramma della fig. 2, relativo all'interruzione d'arco per solo effetto magnetico, e gli oscillogrammi delle figure 7 e 8, relativi all'interruzione per effetto combinato delle due predette forme di controllo. Si vede subito che l'effetto del controllo ad impulso di corrente si riduce praticamente nel «tagliare» la corrente d'arco poco dopo l'inizio dell'azione magnetica.

Con riferimento alla fig. 10, ciò significa di interrompere la corrente d'arco quando la sua intensità dal valore iniziale I è diminuita per es. al valore $0\,x$. La potenza dissipata nell'arco viene allora ingentemente ridotta, risultando proporzionale alla media delle aree $0\,I\,a\,h$; $0\,x\,a'\,y$. Come deducesi dal diagramma questa media risulta solo di poco superiore alla potenza che assorbe l'arco di un comune raddrizzatore a vapore di mercurio.

Se per l'alimentazione dell'elettromagnete di controllo viene adoperata una corrente pulsante a frequenza industriale; e se lo spegnimento per solo effetto magnetico avviene durante la fase ascendente della corrente, allora la forma della curva $v = f\,(i)$ differisce di poco da quella data in fig. 10, risultando in questo caso un poco incurvata. Ciò nondimeno le considerazioni fatte in precedenza valgono ugualmente.

Il punto a' sulla caratteristica, a cui corrisponde l'interruzione d'arco per effetto del controllo ad impulso di corrente, può risultare in particolare assai vicino al punto iniziale a della caratteristica, quando si scelga una forma di curva di corrente di alimentazione degli elettromagneti di controllo rapidamente crescente, poichè tanto più rapidamente varia il campo magnetico tanto più energicamente si esalta la corrente oscillante di controllo.

Durante le nostre prove di conversione abbiamo a questo scopo alimentati gli elettromagneti di controllo con correnti rapidamente pulsanti, ottenute raddrizzando mediante un raddrizzatore ausiliario una corrente alternata avente la frequenza voluta nella conversione. In questo caso l'interruzione della corrente d'arco si verifica in un tempo piccolo rispetto al semiperiodo di conversione. Con un apparecchiatura acconcia si può anche alimentare questo raddrizzatore con una f.e.m. alternata a frequenza multipla di quella di conversione. O pure, al limite, per accrescere la rapidità di generazione del campo magnetico si possono impiegare correnti rapidamente oscillanti per l'alimentazione degli elettromagneti stessi di controllo.

Scelto ad ogni modo il più acconcio tra i sistemi atti a provocare un rapidissimo adescamento delle correnti oscillanti di controllo j; si conclude qui che l'accoppiamento del controllo ad impulso di corrente e magnetico permette di interrompere l'arco stesso con un rendimento industrialmente accettabile.

4. - Prestazione del sistema di controllo ad impulso di corrente.

La capacità c dei condensatori impiegati a costituire la parte essenziale del circuito oscillante di controllo non occorre che sia elevata.

Come suo ordine di grandezza riportiamo qui, per esempio, che una corrente continua di 10 A sotto 1000 V viene facilmente interrotta mediante l'azione combinata di un campo magnetico B_c di 600 G e di un treno di oscillazioni adescate, per effetto del campo magnetico, in un circuito oscillante presentante resistenza e autoinduzione trascurabili e una capacità di 1 μF.

La capacità occorrente all'interruzione è però funzione del campo magnetico B. Crescendo il campo magnetico diminuisce il valore della capacità necessaria all'interruzione; e viceversa, diminuendo il campo magnetico cresce la capacità necessaria all'interruzione. Quello che però più importa notare è che *il campo di spegnimento B_c, con condensatore, è di molto inferiore del campo B_s necessario all'interruzione, in assenza di condensatore.*

I valori B_c e c sono tra di loro indipendenti come mostra la figura 11, dove come ascisse sono riportati i campi B_c che provocano lo spegnimento quando esiste il condensatore e come ordinate le capacità c del circuito oscillante. La curva $c = f\,(B)$ mostra che per $c = o$, cioè per spegnimento senza condensatore, occorre un elevatissimo campo di spegnimento B_s, non sempre realizzabile. La curva 1

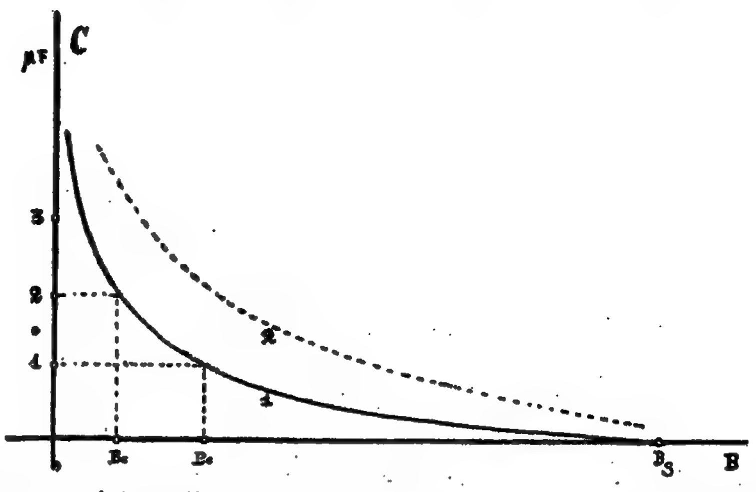


Fig. 11. — Interdipendenza tra il campo magnetico e la capacità occorrente per interrompere l'arco a corrente continua.

della figura si riferisce ad una potenza da controllare di 10 kW (1000 V); si vede subito come accrescendo la capacità c il campo B_c, che provoca la interruzione della corrente, e per conseguenza la commutazione nel caso della conversione che c'interessa, venga ridotto in misura ragguardevole. Se la potenza controllata da 10 kW passa per es. a 20 kW la curva 1 si sposta verso l'alto in 2; cioè a dire a parità di campo B_c occorrono capacità sempre maggiori al crescere della potenza da controllare.

Si vede dunque che, stabilito un campo magnetico massimo che la tecnica è in grado di realizzare, l'uso di appropriati circuiti oscillanti inseriti in parallelo all'arco ha il doppio effetto di far acquistare al campo magnetico una grande capacità di controllo, oltre a migliorare il rendimento elettrico del controllo stesso.

Noi riteniamo che, sostituendo al sistema di controllo magnetico «puro», da noi studiato in passato quello multiplo, risultante cioè dalla concomitanza di questo e del sistema ad impulso di corrente, sia possibile soddisfare alla condizione di interruzione d'arco definita dall'equazione (2), anche nel caso della conversione industriale della corrente continua in alternata.

E infatti in questo caso la valvola a vapori di mercurio, che serve di collegamento «elastico» tra la linea a tensione continua e la linea a tensione alternata, verrebbe ad essere posta al termine della linea a corrente continua, che, supponendo esercita ad altissima tensione, sarebbe percorsa da una intensità di corrente, che può assumersi dell'ordine di alcune centinaia di ampere. Ora la corrente oscillante j può raggiungere questi valori istantanei per soddisfare l'equazione di interruzione (2).

Notiamo infine che se nella fig. 12 prolunghiamo le curve 1, 2 sino ad incontrare l'asse delle ordinate, le curve determinano su quest'asse delle ordinate che rappresentano le capacità occorrenti ad interrompere l'arco *con campo magnetico nullo*, per una data potenza da controllare. Ciò naturalmente mostra la possibilità da potere stabilire altri tipi di controllo, indipendentemente dalla presenza del campo magnetico.

5. - Concomitanza del controllo magnetico e di griglia nell'azione di blocco dell'arco a mercurio.

Consideriamo ora il blocco del braccio anodico, una volta avvenuta per un brevissimo istante l'interruzione della sua corrente.

Nell'inverter a solo controllo magnetico, studiato in passato, il blocco d'arco veniva realizzato mediante l'azione del medesimo campo che provocava l'interruzione d'arco.

Il campo magnetico si presenta di per sè assai efficace in questa azione di blocco, ed è certamente atto a fronteggiare tensioni di gran lunga superiori alle tensioni continue dell'ordine di 4000 V con le quali si è potuto sperimentare.

Poichè però notoriamente un punto particolarmente delicato del funzionamento di un inverter è in generale il mantenimento della azione di blocco con tensioni o correnti elevate, abbiamo creduto opportuno estendere le nostre ricerche sul blocco d'arco, studiando la concomitanza dell'azione di blocco esercitata da un campo magnetico e da un campo elettrico dovuto ad una griglia polarizzata, posta esternamente al braccio anodico, come mostrano le figg. 12, 13.

L'azione di blocco d'arco esercitata da una griglia polarizzata è ben nota; e qui non ce ne occuperemo. Richiameremo invece brevemente il principio del blocco magnetico, constatato durante i nostri studi.

Se si fa agire un campo magnetico trasversalmente ad un braccio anodico di una valvola del tipo dei comuni raddrizzatori a vapori di

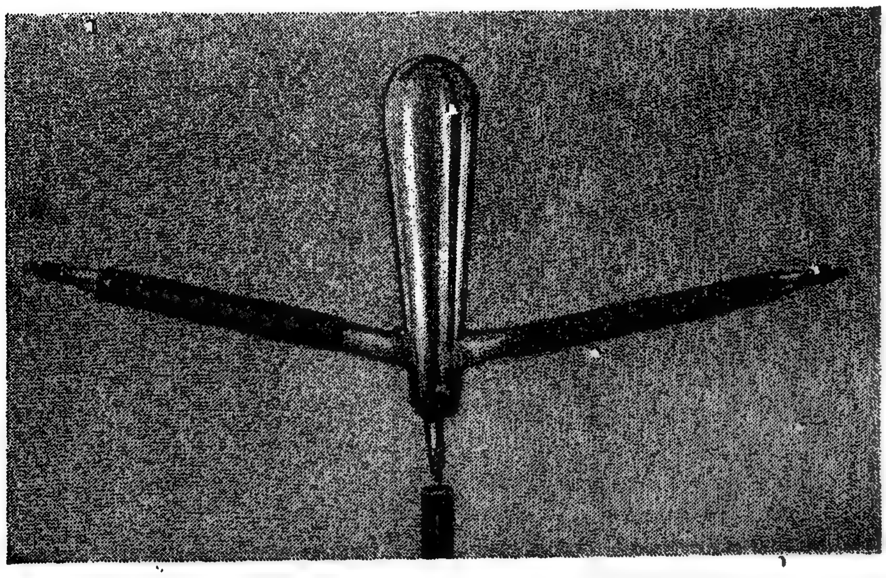


Fig. 12. — Valvola a lunghi bracci anodici per l'utilizzazione del campo magnetico generato da elettromagneti a larghe espansioni polari. Bracci anodici muniti di griglie esterne.

mercurio e «successivamente» si applica tra l'anodo e il catodo una tensione continua o alternata, l'arco non si innesca più — entro ampi limiti di tensione — malgrado che la macchia catodica della valvola stessa sia mantenuta accesa dai suoi anodi ausiliari. Il blocco magnetico è cioè un fenomeno duale al blocco di griglia.

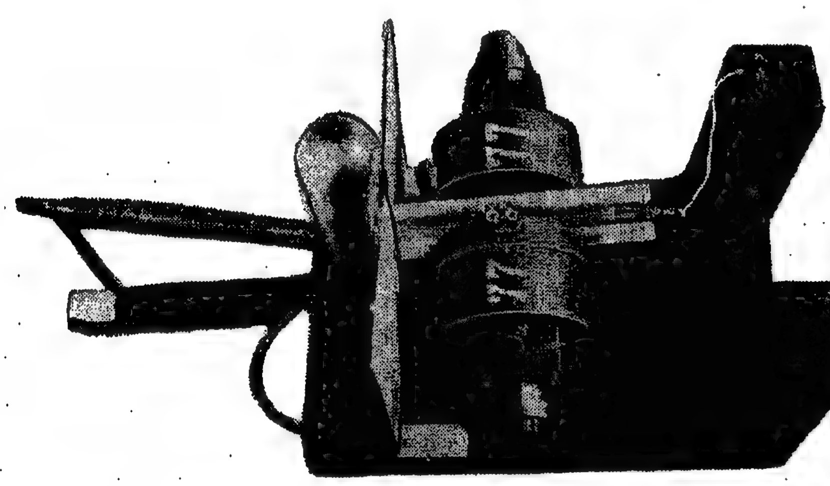


Fig. 13. — Dispositivo sperimentale per lo studio del doppio blocco magnetico ed elettrico di un arco a vapore di mercurio.

Quando un arco a mercurio viene interrotto con un mezzo qualsiasi — come ad es. per effetto delle predette correnti oscillanti — il blocco può essere realizzato tanto per effetto di una griglia polarizzata negativamente, quanto per azione di un campo magnetico agente trasversalmente al braccio anodico.

I risultati che qui più importa mettere in evidenza sulla concomitanza del controllo magnetico e di griglia sono:

1°) Quando è presente il campo magnetico e successivamente si applica una f.e.m. continua E tra il catodo e l'anodo, un potenziale positivo o negativo rispetto al catodo, comunicato ulteriormente alla griglia, non ha alcun effetto: il tubo rimane spento (supponendo sempre la macchia catodica mantenuta accesa dagli anodi ausiliari).

2°) *a)* Se applicato il campo magnetico e successivamente la f.e.m. E, si comunica un potenziale negativo alla griglia, il tubo resta spento alla disinserzione del campo.

b) Se applicato il campo e successivamente la f.e.m. E, si comunica un potenziale positivo alla griglia, il tubo si accende istantaneamente alla disinserzione del campo magnetico.

3°) Se contemporaneamente applichiamo un debole campo magnetico e comunichiamo alla griglia un debole potenziale negativo, tali che ciascuno agendo separatamente non sia atto all'azione di blocco; e successivamente inseriamo la f.e.m. E, prima non contenuta; l'arco resta ora spento.

La 3°) mostra che l'*azione del campo magnetico e del campo elettrico si compongono nell'effetto di blocco.* Ciò sembra presentare qualche interesse di carattere generale e in particolare nel caso della trasformazione statica della corrente continua in alternata con elevate tensioni continue di alimentazione; in quanto che *la griglia nei raddrizzatori controllati, e di più negli inverter, può perdere l'azione di blocco in condizioni di carico particolarmente dure* (2). La 2 *b)* può trovare applicazione quando si desideri che l'arco dell'inverter a controllo magnetico obbedisca con prontezza al comando di riaccensione come precisamente richiede la regolarità della commutazione nell'inverter.

Parte II.

6. - L'inverter monofase a controllo magnetico e ad impulso.

Come abbiamo visto nei precedenti paragrafi il controllo magnetico e quello ad impulso di corrente derivatone possono soddisfare a tutte le esigenze di funzionamento di un inverter, in quanto che rendono possibile l'interruzione, il blocco e l'innesco della corrente nei suoi archi. Noi abbiamo applicati i principî di controllo qui descritti in un nuovo tipo di inverter, che è da considerare come un'ulteriore evoluzione del tipo da noi proposto in passato (1).

Il dispositivo schematico di principio è indicato nella fig. 14. V è la sorgente di f.e.m. continua di alimentazione; $T_1 T_2$ un trasfor-

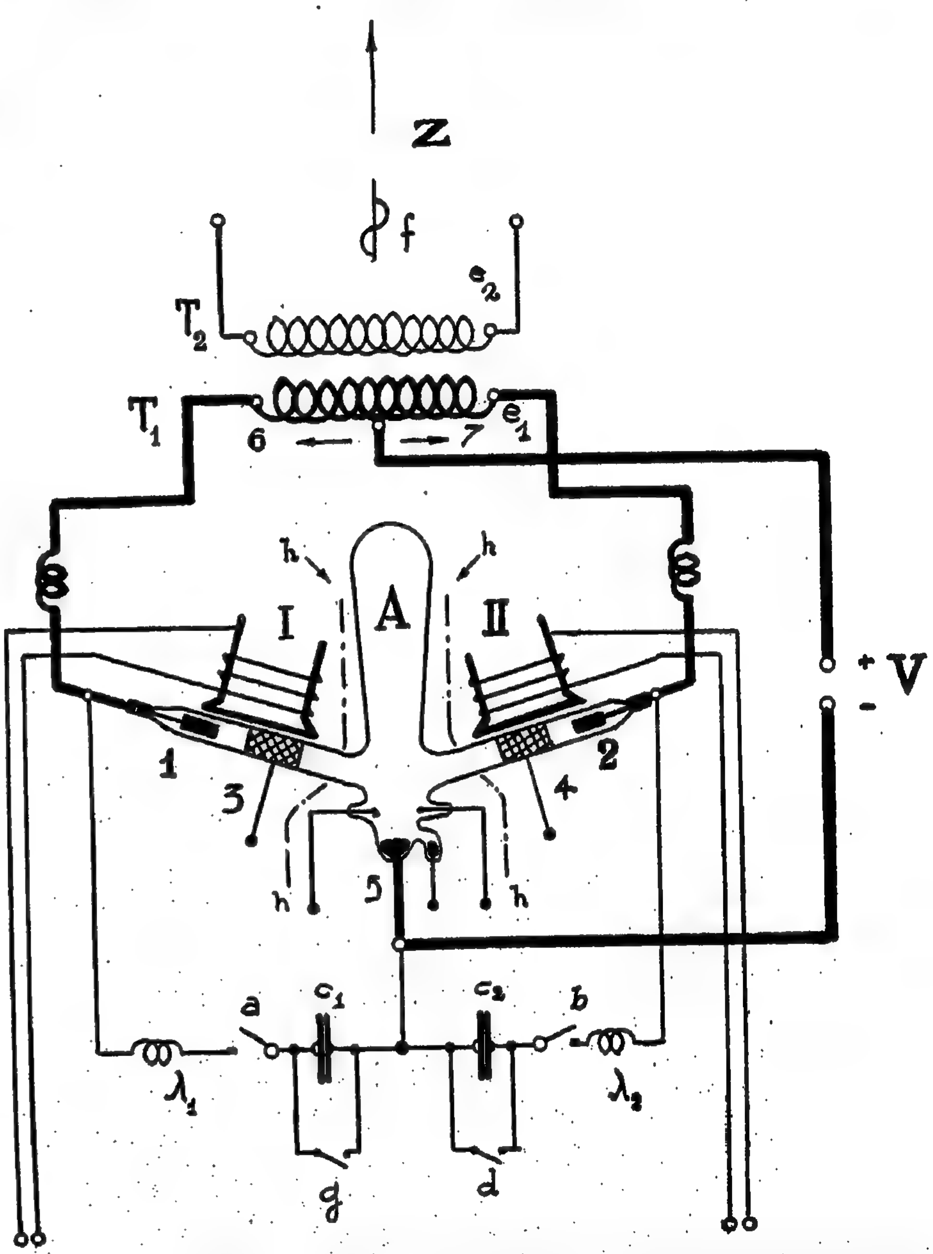


Fig. 14. — Principio di funzionamento dell'inverter a controllo magnetico e ad «impulso di corrente».

matore monofase; A una valvola del tipo dei comuni raddrizzatori a vapori di mercurio, munita di dispositivo di accensione e di anodi ausiliari per il mantenimento della macchia catodica in qualunque regime di corrente nei bracci anodici 1, 2. La macchia catodica è schermata mediante lamiere di ferro h dall'azione dei campi magnetici, che tenderebbero a spegnerla.

Il circuito percorso dalle correnti fornite dalla tensione continua di alimentazione è segnato in tratto grosso. In serie alla sorgente V vi è una induttanza non segnata in figura. Chiamiamo primario lo avvolgimento T_1, che viene percorso dalla corrente controllata fornita dalla tensione continua; e secondario l'avvolgimento T_2, ai cui morsetti si vuole la tensione alternata di conversione.

L'ampolla A serve a rendere possibile, mediante il controllo multiplo applicato ai suoi archi, il passaggio della corrente fornita dalla

(2) Gaudenzi e Kobel: L'influence de l'ionisation résiduelle des vapeurs de mercure et des gaz résiduels sur l'effet de blocage de la grille de commande des redresseurs. - Congrès International d'Électricité, 1932, Paris. - Vedi anche discussione riportata nella *Revue Générale de l'Électricité*, pag. 519, 1932.

differenza di potenziale continua V ciclicamente in sensi inversi nelle due metà dell'avvolgimento primario T_1, nel senso delle frecce 6, 7, allo scopo di creare nel ferro del trasformatore T_1 T_2 un flusso magnetico alternato, che presieda alla generazione di f.e.m. alternate negli avvolgimenti T_1 e T_2.

Essendo i bracci anodici dell'ampolla A notevolmente più lunghi del normale, e ciò allo scopo di ottenere una migliore utilizzazione del campo magnetico; è necessario munire ciascun braccio di griglie esterne, (o interne) per facilitare l'innesco degli archi relativi.

I sistemi di controllo applicati agli archi 1, 2 dell'ampolla A allo scopo di effettuare a frequenza industriale i loro ciclici innescamenti, interruzioni e blocchi sono:

1°) Controllo magnetico: mediante campi magnetici generati dagli elettromagneti *I*, *II*.

2°) Controllo ad impulso di corrente: mediante oscillazioni di corrente provocate ciclicamente nei circuiti oscillanti $1\,\lambda_1\,c_1\,5\,1$; $2\,\lambda_2\,c_2\,5\,2$.

3°) Controllo di griglia: mediante campi elettrici dovuti a potenziali ciclicamente comunicati alle griglie 3, 4.

Il comando dei tre organi di controllo predetti avviene automaticamente; ma qui per chiarire meglio come avvenga il successivo innescamento, spegnimento e blocco degli archi 1, 2 e la ciclica commutazione del carico da un braccio anodico all'altro, astraiamo in un primo tempo da questo automatismo e fissiamo la successione delle manovre da fare sugli organi di comando dei tre sistemi di controllo.

Supponiamo, per es., che l'elettromagnete *I* sia senza corrente e l'elettromagnete *II* sia percorso da corrente; supponiamo pure che la griglia 4 sia negativa e la griglia 3 positiva rispetto al catodo 5. Il braccio anodico 2 è allora doppiamente bloccato e il braccio 1 è invece libero. Se in queste condizioni, essendo aperti gli interruttori *a b g d* ed accesa la macchia catodica, si applica la tensione V, l'arco si innesca immediatamente nel braccio anodico 1.

Manovrando i comandi dei tre organi di controllo noi possiamo interrompere l'arco in 1 e innescarlo in 2, allo scopo di cominciare la ciclica inversione del flusso magnetico nel ferro del trasformatore T_1 T_2. Per conseguire ciò ci valiamo dei tre organi di controllo nel seguente modo:

α) Si invia una corrente nell'elettromagnete *I* e si disinserisce l'elettromagnete *II*.

β) Si chiude l'interruttore *a*, essendo *b*, *d*, *g* aperti.

γ) Si polarizza la griglia 3 negativamente e la griglia 4 positivamente.

Per l'azione α) la corrente nell'arco 1 va decrescendo (parte I: oscillogramma fig. 2).

Per l'azione β) si viene a costituire un circuito oscillante locale $1\,c_1\,\lambda_1\,5\,1$ ad alta frequenza (oscillogramma fig. 3) ed elettricamente indipendente dalle rimanenti parti del circuito in tratto grosso, se, come abbiamo visto, si sceglie λ_1 molto piccolo rispetto all'induttanza L dell'avvolgimento del primario T_1 e della linea a corrente continua.

Quando questa corrente locale ad alta frequenza, esaltandosi rapidamente, assume un'intensità uguale e contraria a quella della corrente fornita dalla tensione continua V, l'arco 1 viene interrotto per un brevissimo istante (oscillogrammi figg. 4, 5, 6).

La corrente in T_1 viene allora interrotta nel modo indicato dagli oscillogrammi delle figg. 7 e 8.

Per la concomitanza poi delle azioni α) γ) si viene a realizzare sul braccio 1 un energico doppio blocco magnetico ed elettrostatico, (§ 5) che assicura il mantenimento dell'interruzione una volta spento l'arco, sia pure per brevissimo tempo (oscillogrammi figg. 7, 8).

Per l'azione γ) infine assumendo la griglia 4 un potenziale positivo rispetto al catodo 5, l'arco viene ad innescarsi immediatamente nel braccio 2; il quale porta ora tutto il carico fornito dalla tensione continua V.

Avvenuta l'interruzione della corrente in 1 si apre l'interruttore *a*, e si scarica il condensatore c_1, chiudendolo per un breve tempo in c. c. mediante il coltello *g*.

In modo analogo si procede per trasferire il carico primario dal braccio 2 al braccio 1, servendosi però questa volta del circuito oscillante $2\,\lambda_2\,c_2\,5\,2$ mediante chiusura dell'interruttore *b* ed essendo aperti *a d g*.

Il carico primario fornito dalla linea a corrente continua può essere così ciclicamente commutato tra gli anodi 1, 2 della valvola A secondo onde di corrente approssimativamente rettangolari.

Quando la corrente fornita dalla tensione continua V, e così controllata, viene a percorrere ciclicamente in sensi inversi le due metà del primario T_1, il flusso magnetico nel ferro del trasformatore T_1 T_2 viene a variare periodicamente in intensità e direzione. Gli av-

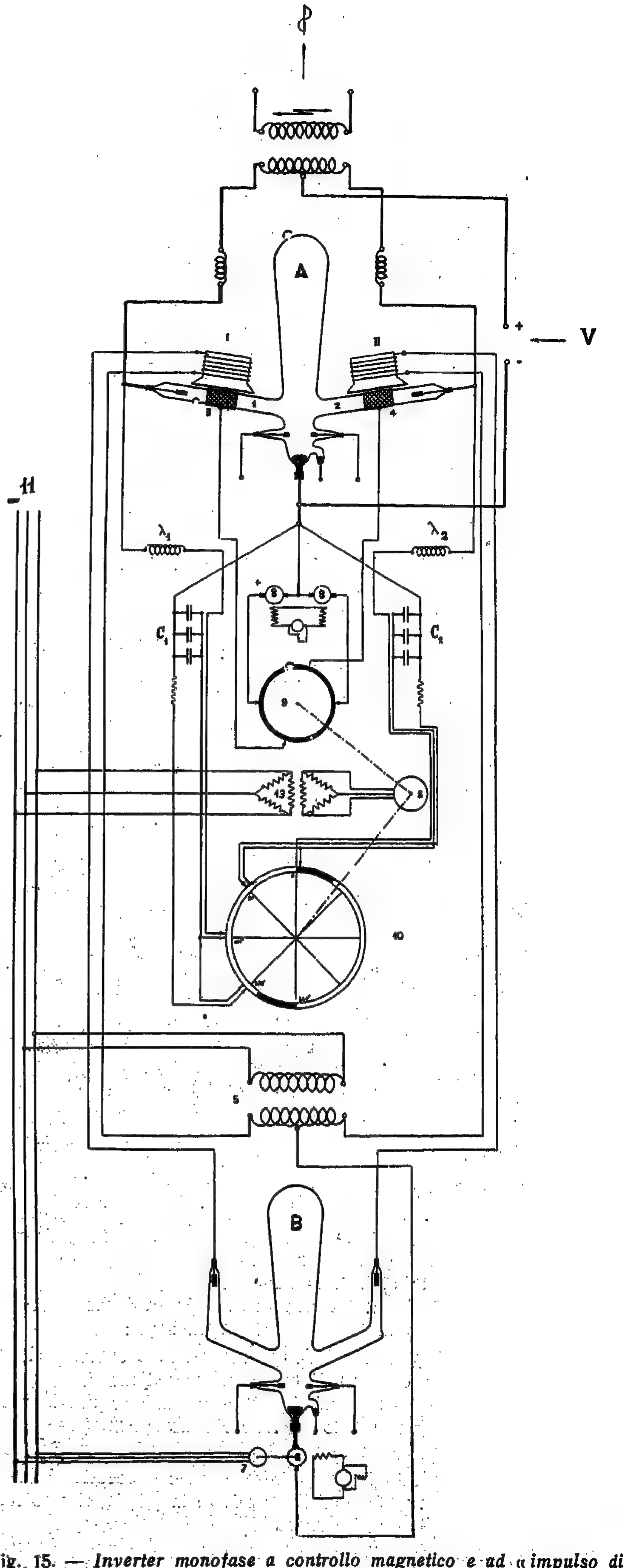


Fig. 15. — *Inverter monofase a controllo magnetico e ad « impulso di corrente ».*

A, valvola di modulazione della corrente fornita dalla tensione continua V. T_2 trasformatore di uscita. I, II, elettromagneti di controllo dei bracci anodici 1, 2. B, raddrizzatore di comando delle correnti negli elettromagneti I, II. 5, trasformatore per l'alimentazione degli elettromagneti di controllo. 6, motore a corrente continua ad eccitazione separata, accoppiato al generatore asincrono 7. 13, sfasatore. S, motore sincrono calettato ai contattori 9, 10. Il contattore 10 serve ad inserire, a frequenza di conversione, il circuito oscillante $c_1\,\lambda_1$ in parallelo all'arco 1 e il circuito oscillante $c_2\,\lambda_2$ in parallelo all'arco 2. 8, dinamo per la polarizzazione delle griglie 3, 4. 9, contattore per l'inversione di polarità delle griglie. 11, linea trifase ausiliaria a frequenza di conversione. In figura non è indicata un'induttanza che esisteva in serie alla sorgente di corrente continua V.

volgimenti del primario T_1 e del secondario T_2 diventano allora sedi di f.e.m. alternate, e_1 e_2.

Le due f.e.m. generate nel primario e nel secondario del trasformatore T_1 T_2 hanno funzioni diverse. La f.e.m. secondaria e_2 agisce sul circuito secondario di conversione Z dando luogo, se questo è chiuso, ad una corrente alternata. La f.e.m. primaria e_1 risulta in ogni istante in *opposizione* alla tensione continua V: cioè la e_1 è una f.c.e.m.; che serve ad equilibrare assieme alle cadute di tensione in mezzo avvolgimento e nell'induttanza in serie alla sorgente corrente continua (non segnata in fig. 14) la tensione continua impressa.

La fig. 15 mostra uno schema completo del dispositivo di conversione statica, che noi abbiamo realizzato in Laboratorio. Lo schema corrisponde a quello di principio dato in fig. 14, salvo gli automatismi dei comandi degli organi di controllo. A è la valvola di modulazione avanti detta, V la tensione continua di alimentazione, (in serie ad essa vi è una induttanza non segnata in figura), T il trasformatore di uscita.

Il comando dei tre sistemi di controllo, ci cui ai precedenti numeri 1°, 2°, 3° di questo paragrafo, avviene rispettivamente attraverso i seguenti tre distinti organi automatici che permettono il conseguimento dell'azione di controllo f volte in ogni secondo per ciascun braccio controllato:

x) Un modulatore B della corrente negli elettromagneti di controllo *I, II*.

y) Un contattore sincrono rotante 10 per l'inserzione e la disinserzione dei circuiti oscillanti 1 c_1 λ_1 1 e 2 c_2 λ_2 2, rispettivamente in parallelo agli archi 1, 2.

z) Un contattore sincrono rotante 9 per la ciclica polarizzazione delle griglie 3, 4.

Il controllo magnetico è comandato dal raddrizzatore a vapori di mercurio B, che qui distinguiamo col nome di «pilota», ed il cui compito è quello di inviare a frequenza f attraverso gli elettromagneti *I, II* delle semionde di corrente, reciprocamente sfasate di mezzo periodo in modo che quando un elettromagnete è percorso da corrente, l'altro sia senza corrente; e viceversa. In questo modo i bracci anodici 1, 2 vengono bloccati e sbloccati ciclicamente e in modo alternato.

L'energia occorrente al controllo magnetico viene prelevata attraverso il trasformatore 5 dalla rete trifase ausiliaria 11 a frequenza f, esattamente uguale a quella che si desidera nella conversione.

Allo scopo di controbattere gli effetti dell'induttanza degli elettromagneti, che tenderebbe a protrarre la durata della corrente in ciascun elettromagnete più di mezzo periodo, col risultato di tenere bloccati per un certo intervallo di tempo tutti e due i bracci 1, 2, converrebbe usare un'ampolla B con griglie di controllo allo scopo di ritardare opportunamente l'innesco delle semionde di corrente. In mancanza di un raddrizzatore con griglie si può in parte conseguire lo stesso scopo inserendo nel circuito della valvola B una f.c.e.m. continua al posto in cui si suole inserire il carico di un comune raddrizzatore, cioè tra il catodo e il punto neutro del secondario

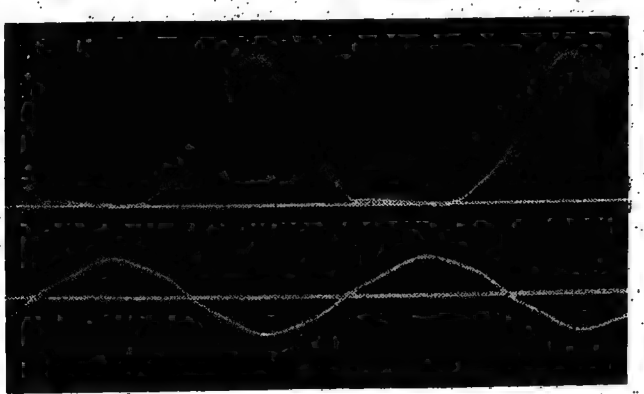


Fig. 16. — Oscillogramma della corrente che percorre uno dei due elettromagneti di controllo di figura 15. La durata della corrente in ciascun elettromagnete viene regolata mediante la f.c.e.m. fornita dal motore a corrente continua 6.

del trasformatore 5. Questa f.c.e.m. viene fornita da un motore 6, del tipo a corrente continua ad eccitazione separata. L'armatura di questo motore viene attraversata dalla totale corrente raddrizzata dal pilota B.

Regolando l'eccitazione del motore 6 si può variare il rapporto tra il tempo di erogazione e annullamento della corrente che passa attraverso gli anodi del raddrizzatore B e quindi la durata dell'azione di controllo di ciascun elettromagnete. Una di queste correnti così regolate è mostrata dall'oscillogramma di fig. 16 che si riferisce, nella striscia superiore, ad una corrente pulsante a 42 Hz di 11 A sotto una tensione di 1200 V al trasformatore 5 ed a una f.c.e.m. nel motore 6 di 500 V. Aumentando questa f.c.e.m. le successive onde di corrente negli elettromagneti vengono a distanziarsi maggiormente.

La regolazione per f.c.e.m. apporta inoltre il vantaggio di lasciare realizzare uno dei così detti circuiti a ricupero di energia. Se infatti il motore 6 viene accoppiato ad un motore asincrono trifase 7, questo ultimo durante il funzionamento del raddrizzatore B viene ad essere trascinato dal motore 6 all'ipersincronismo, funzionando così da generatore asincrono. Allora l'energia, prelevata dal trasformatore 5 per l'alimentazione del gruppo di comando del controllo magnetico, viene restituita, tranne le perdite, alla rete stessa mediante l'asincrono.

Il controllo ad impulso di corrente è comandato dal contattore 10 che ruota al sincronismo con la frequenza f della linea ausiliaria 11. S è un motorino sincrono, la cui fase può rigolarsi mediante lo sfasatore 13. Il contattore 10 serve a inserire periodicamente a frequenza f il condensatore c_1 con l'induttanza λ_1 in parallelo all'arco 1, ed il condensatore c_2 con l'induttanza λ_2 in parallelo all'arco 2, allo scopo di potere interrompere la corrente d'arco, mediante l'azione differenziale delle predette correnti oscillanti.

L'inserzione dei circuiti oscillanti avviene mediante la rotazione di due segmenti metallici posti alla periferia del contattore 10 e segnati in nero in fig. 16. Avvenuta l'interruzione di uno degli archi della valvola A, il condensatore inerente viene disinserito dall'arco mediante la rotazione del contattore; che poi, passando dalla posizione angolare 0° alla posizione angolare corrispondente a 90° gradi elettrici, rispetto al periodo di conversione, provvede a scaricare il condensatore attraverso ad apposita resistenza. Dopo 180° viene inserito il secondo circuito oscillante, che a sua volta viene disinserito dopo l'interruzione dell'arco 2. Il relativo condensatore viene quindi scaricato quando il contattore perviene alla posizione angolare corrispondente a 270°.

Il controllo di griglia è comandato dal contattore rotante 9, pure esso portato al sincronismo, mediante lo stesso motore sincrono S. Il contattore 9 porta alla periferia due semianelli di rame isolati rispetto al sistema rotante e isolati tra di loro. Le f.e.m. delle dinamo 8, il cui punto medio è collegato al catodo della valvola A, forniscono alle griglie 3, 4 potenziali alternatamente positivi o negativi, mediante una ciclica inversione di polarità, provocata dalla rotazione sincrona del contattore 9.

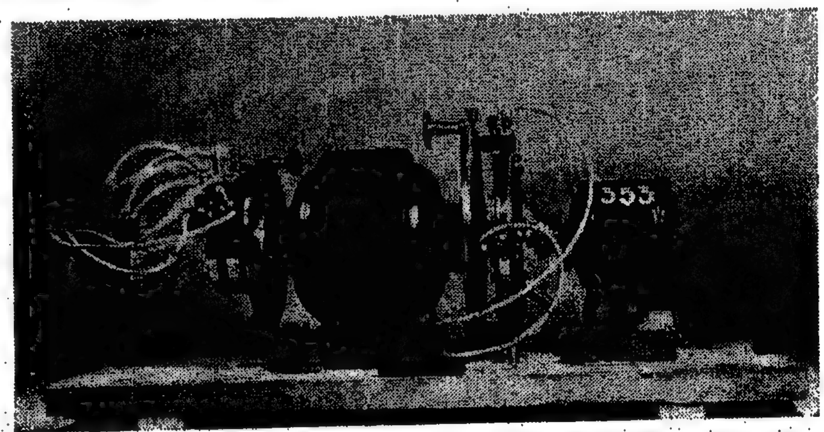


Fig. 17. — Gruppo di contattori sincroni per il comando dell'inserzione e disinserzione dei circuiti oscillanti di controllo e l'inversione di polarità delle griglie.

La fig. 17 mostra il gruppo sincrono S con i due contattori 9, 10 utilizzato nelle nostre esperienze. Le otto spazzole, che appoggiano sul contattore 10, sono solidalmente spostabili mediante rotazione indipendente di un disco portaspazzole; così pure sono spostabili le quattro spazzole che strisciano sul contattore 9; in questo modo è possibile variare e fissare la fase dei fenomeni da esse comandati. Di più l'un sistema di spazzole può essere spostato rispetto all'altro allo scopo di regolare più finemente le singole fasi di azione del controllo ad impulso di corrente e del controllo di griglia.

Questo gruppo di due controlli, una volta regolato, viene infine messo solidalmente in fase col controllo magnetico regolando mediante lo sfasatore 13 la fase di sincronismo del motore sincrono S, che è calettato tanto al contattore 9 che al contattore 10. La messa a punto dei tre sistemi si verifica seguendo le indicazioni di un voltmetro inserito ai morsetti primari o secondari del trasformatore T, al variare, mediante lo sfasatore 13, della posizione di sincronismo del motore S. Regolata una volta per sempre la posizione delle spazzole sui contattori, lo sfasatore rimane cioè l'unico organo di manovra per mettere in funzione l'inverter. Quando il voltmetro segna la massima tensione si può inserire il carico dal lato a corrente alternata.

Il dispositivo di conversione qui descritto, ha funzionato con regolarità convertendo sino a 10 kW, che è la potenza massima avuta a disposizione, con una tensione continua di 1000 V. Nella fig. 18 è riportata una fotografia del piccolo impianto realizzato in Laboratorio.



Fig. 18. — Piccolo gruppo di prova per la conversione statica della corrente continua in alternata, realizzato in Laboratorio.

7. - Osservazioni sul funzionamento dell'inverter monofase a controllo magnetico e ad « impulso ».

L'inverter ora descritto funziona a tensione costante: cioè a dire ad una certa tensione continua e costante V di alimentazione corrisponde la generazione di una f.e.m. alternata costante V_a nel trasformatore di uscita T, fig. 15. Variando V varia V_a, se il ferro del trasformatore non è troppo saturo.

La forma della curva della tensione alternata V_a dipende da una giusta regolazione dei tre sistemi di controllo applicati agli archi.

Il solo controllo magnetico tenderebbe a dare curve di tensione assai prossime alla sinusoidalità a causa del suo effetto di progressiva modulazione. Nella fig. 19 è riportato un oscillogramma della curva di tensione ottenuta nel caso studiato in passato in cui l'inverter lavorava con il solo controllo magnetico (curva ad ampiezze maggiori).

Il controllo ad impulso di corrente invece, operando bruscamente l'interruzione della corrente d'arco, è causa di un qualche peggioramento nella forma della tensione.

Riportiamo qui alcuni oscillogrammi della tensione V_a, nel caso del controllo multiplo, allo scopo di mostrare quali siano gli elementi

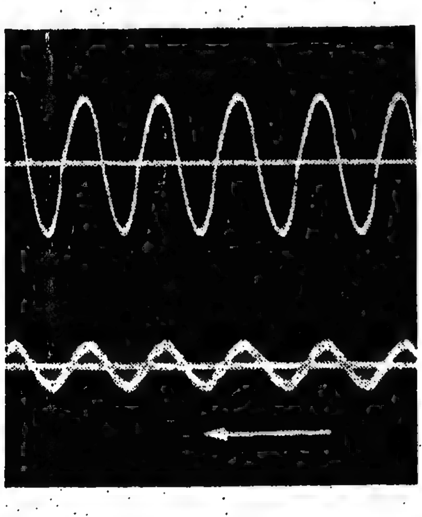


Fig. 19. — Forma di tensione ottenuta mediante l'inverter a solo controllo magnetico (curva superiore).

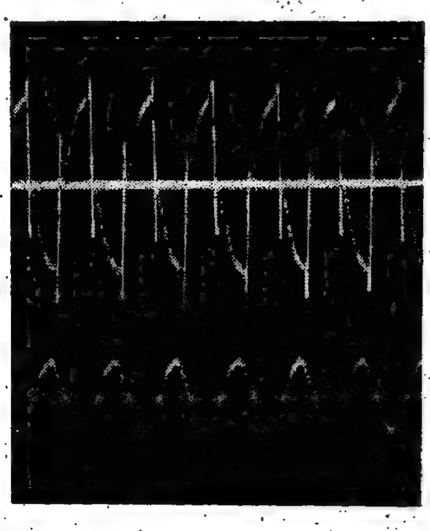


Fig. 20. — Effetto sulla curva di tensione di un eccesso di capacità nel circuito oscillante di controllo nell'inverter a controllo magnetico e a controllo ad impulso di corrente.

che più influiscano sulla sua forma. Gli oscillogrammi delle figure 20, 21, 22, ottenuti ai morsetti secondari del trasformatore T, si riferiscono al caso in cui il secondario eroghi corrente su carico ohmico. La tensione V_a registrata nella striscia superiore della fig. 20 corrisponde al caso in cui le capacità inserite nei due circuiti oscillanti siano sovrabbondanti.

Se si adopera un trasformatore T (fig. 15) presentante un'induttanza maggiore di quella relativa all'oscillogramma di fig. 20, la curva della tensione V_a riesce alquanto migliorata, fig. 21, poichè viene a realizzarsi con maggiore approssimazione la relazione fondamentale $\lambda_1 = \lambda_2 \ll L$.

Se infine si diminuisce il valore delle capacità dei circuiti oscillanti, la curva di tensione assume la forma indicata nella striscia superiore dell'oscillogramma di fig. 22.

Gli oscillogrammi registrati contemporaneamente nelle striscie inferiori delle figg. 20, 21, 22 mostrano la tensione di alimentazione del gruppo di contattori sincroni 9, 10 e del trasformatore 5, che provvede all'alimentazione del gruppo del controllo magnetico. Si vede come la frequenza della tensione di uscita V_a coincida esattamente con la frequenza della linea ausiliaria 11, che qui presiede quindi anche al mantenimento della costanza della frequenza di conversione.

Le onde di sovratensione a fronte ripido che si notano nei predetti oscillogrammi sono dovute alla rapida interruzione della corrente negli avvolgimenti del trasformatore T.

Allo scopo di attutire queste sovratensioni, che nel caso di alte tensioni possono riuscire pericolose per l'isolamento del trasformatore, conviene inserire nei circuiti oscillanti capacità aventi solo il valore strettamente necessario per potere conseguire l'azione di controllo.

Queste sovratensioni, rilevate sperimentalmente, mostrando come la corrente venga rapidissimamente commutata, vengono qui a testimoniare indirettamente sulla grande efficienza del controllo ad impulso di corrente.

Il complesso delle nostre prove ci porta a ritenere che questo tipo di inverter possa mantenere l'azione di controllo con tensioni e

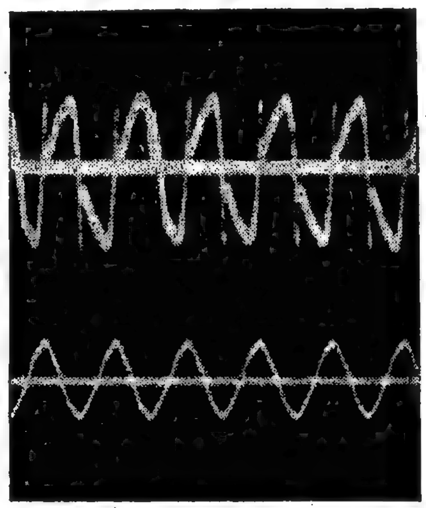


Fig. 21. — Miglioramento della curva di tensione, di cui alla figura 20, ottenuto accrescendo la diseguaglianza $L \gg \lambda$.

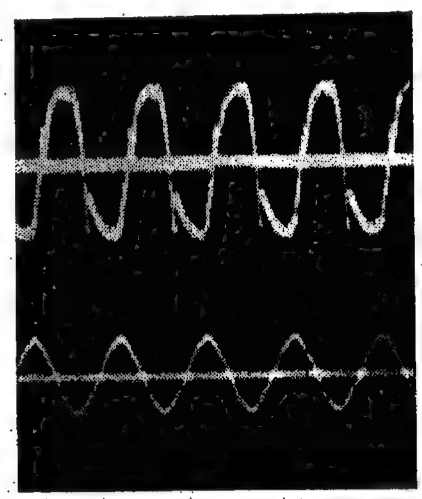


Fig. 22. — Miglioramento della curva di tensione, di cui alle figure 20, 21; ottenuto inserendo nei circuiti oscillanti di controllo capacità non eccedenti il valore necessario all'interruzione della corrente.

correnti di parecchio superiori a quelle con cui ci è stato possibile sperimentare, dati i mezzi a nostra disposizione.

Il rendimento dell'inverter cresce rapidamente al crescere della tensione del sistema. Infatti il rendimento dell'inverter può esprimersi con la seguente relazione:

$$\eta = \frac{V I - (W_a + W_c + W_T)}{V I},$$

dove: V = tensione continua di alimentazione,
I = corrente continua di linea,
W_a = potenza dissipata negli archi durante il controllo,
W_c = potenza dissipata nei vari circuiti di controllo,
W_T = potenza dissipata nel trasformatore T, fig. 16.

Quanto alle perdite W_a nell'arco, già sappiamo che il controllo ad impulso accoppiato al controllo magnetico permette di conseguire un rendimento di poco inferiore a quello di un normale raddrizzatore a vapore di mercurio, appunto perchè l'interruzione d'arco si verifica di colpo all'inizio della modulazione magnetica, troncando subito la fase di modulazione alla quale dovevasi precisamente la forte dissipazione di potenza nell'arco, riscontrata in passato nel caso del solo controllo magnetico (1).

Da misure fatte risulta che la parte di potenza W_c assorbita dal circuito di controllo degli elettromagneti è ben piccola. E' invece molto grande la potenza reattiva assorbita da questo gruppo; il che può dar luogo ad eventuali questioni di rifasamento mediante condensatori. Il circuito oscillante di controllo e il concomitante con-

trollo di griglia assorbono poi una potenza trascurabile. La potenza W_T dissipata nel trasformatore è pure piccola.

Le perdite W_a, W_c, W_T variano poco al crescere della potenza fornita VI. Ne segue dunque che il rendimento dell'inverter cresce grandemente col crescere della tensione. V di alimentazione, ritenendosi qui che il valore della corrente di linea I venga determinato dalle condizioni di migliore utilizzazione della linea stessa di trasmissione.

Questa caratteristica sul rendimento è del resto comune a tutti i tipi di inverter.

L'inverter a controllo magnetico e ad «impulso» differisce dal noto tipo a vapore di mercurio con controllo di griglia per il fatto di non aver bisogno per il suo funzionamento di una macchina sincrona in parallelo nella linea alimentata; macchina, che, come è noto, permette di effettuare in questo dispositivo l'interruzione della corrente d'arco ed inoltre imprime la forma della curva di tensione la frequenza di conversione.

Nell'inverter a controllo magnetico invece l'interruzione e la frequenza vengono comandati localmente da circuiti ausiliari di piccola potenza, senza la preesistenza di f.e.m. alternate nel circuito alimentato.

Se il carico è parzialmente induttivo occorre compensare l'occorrente potenza reattiva mediante l'inserzione di un condensatore ai morsetti del trasformatore di uscita T di fig. 15. Questo condensatore serve anche a compensare la potenza reattiva necessaria alla magnetizzazione del trasformatore stesso. Occorre quindi che, qualunque sia la natura del carico, vi sia un condensatore di opportuna capacità ai morsetti del trasformatore di uscita. Dal punto di vista energetico, e nel caso della conversione in monofase, questo condensatore serve anche ad accumulare e restituire, in luogo di una macchina sincrona, la differenza tra la potenza costante fornita dalla linea a corrente continua e la potenza del circuito a corrente alternata, pulsante con frequenza doppia di quella di conversione.

8. - L'inverter trifase a controllo magnetico e ad «impulso».

In questo lavoro ci siamo essenzialmente occupati dell'inverter monofase, che costituisce però implicitamente anche il punto di partenza per l'inverter trifase.

L'inverter trifase si rende necessario perchè rende possibile l'integrale utilizzazione degli attuali impianti ricevitori trifasi, nel caso in cui la conversione venga operata al termine di una linea di trasmissione dell'energia elettrica sotto forma di corrente continua, secondo il moderno orientamento.

Oltre a questo vantaggio l'inverter trifase apporta quello di livellare maggiormente la corrente continua di trasmissione e di aderire meglio al problema della trasmissione di potenza tra due sistemi a potenza istantanea costante.

La fig. 23 rappresenta la disposizione schematica dell'inverter trifase a controllo magnetico.

Il passaggio dall'inverter monofase all'inverter trifase si ottiene in sostanza realizzando un inverter triplo-monofase con sfasamenti di 120 gradi elettrici nelle tre terne dei controlli e quindi nelle tre f.e.m. di uscita.

Le tre ampolle di modulazione, che allora occorrerebbero, possono riunirsi in una sola A, munita quindi di tre coppie di anodi 1-2, 3-4, 5-6. Ogni braccio è munito di griglia polarizzabile come nell'inverter monofase. La valvola è poi munita di anodo di accensione 10 e di anodi 9 per il mantenimento della macchia catodica.

Ogni braccio è sottoposto all'azione concomitante del controllo magnetico, del controllo ad impulso e del controllo di griglia. Ogni coppia di anodi, attraverso le induttanze 7, fa capo ai tre primari di un trasformatore trifase T, i cui tre centri attraverso induttanze 8 sono collegati al polo positivo della tensione continua V di alimentazione. Il ritorno della corrente continua avviene in tal modo dal catodo comune della valvola A.

Le tre coppie di archi 1-2, 3-4, 5-6 sono rispettivamente controllate dalle tre coppie di elettromagneti I-II, III-IV, V-VI. Questi elettromagneti sono alimentati da correnti pulsanti fornite rispettivamente dai piccoli raddrizzatori a vapore di mercurio B_{I-II}, B_{III-IV}, B_{V-VI}, alimentati attraverso il trasformatore trifase Z della linea trifase ausiliaria 15; la cui frequenza f definisce la frequenza di conversione, come nel caso dell'inverter monofase.

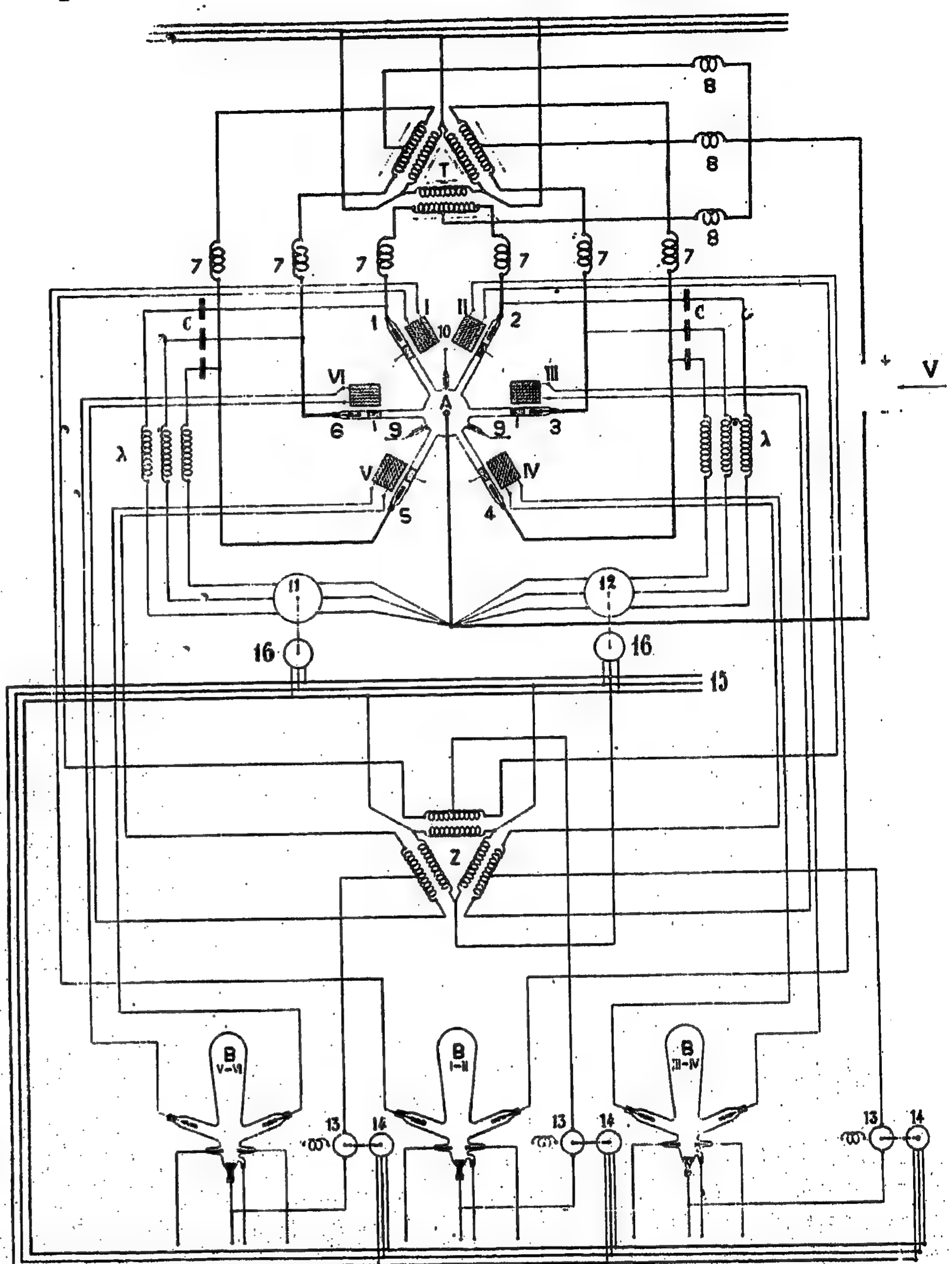


Fig. 23. — *Inverter trifase a controllo magnetico e ad «impulso di corrente».*
A, valvola di modulazione della corrente fornita dalla tensione continua V. T, trasformatore di uscita. 7, 8: induttanze. I-II, III-IV, V-VI; elettromagneti di controllo delle coppie di archi 1-2, 3-4, 5-6. B_{I-II}, B_{III-IV}, B_{V-VI}; rettificatori per il comando degli elettromagneti di controllo. 13, motori a corrente continua ad eccitazione separata. 14, motori asincroni. Z, trasformatore per l'alimentazione del gruppo del controllo magnetico. 15, rete trifase ausiliaria per il comando della frequenza di conversione. 16, motori sincroni. 11, 12, contattori sincroni per la ciclica inserzione e disinserzione di sei circuiti oscillanti di controllo c λ.

Le azioni di controllo delle tre coppie di elettromagneti riescono allora successivamente sfasate nel tempo di un terzo del periodo di conversione. La durata di erogazione di ciascun anodo dei raddrizzatori B e quindi la durata dell'azione magnetica di controllo viene regolata, in mancanza di griglie, variando la f.c.e.m. dei motori 13, del tipo a corrente continua ad eccitazione separata. L'accoppiamento meccanico con motori asincroni 14 (che nel caso pratico potrebbero ridursi ad uno solo) permette poi di restituire alla linea 15, tranne le perdite, l'energia assorbita dal trasformatore Z.

I contattori 11, 12, rotanti al sincronismo mediante i motori sincroni 16, servono a inserire e disinserire in parallelo rispettivamente ai sei archi dell'ampolla A i sei circuiti oscillanti 1 c_1 λ_1 1, 2 c_2 λ_2 2.... 6 c_6 λ_6 6 alla medesima frequenza f di conversione; ma con azioni differite nel tempo, per ciascuna coppia di archi, di mezzo periodo, e tra coppia e coppia di un terzo di periodo.

Per effetto delle correnti oscillanti, che i campi magnetici adescano ciclicamente in ciascuno dei detti circuiti oscillanti, è possibile interrompere successivamente e ciclicamente la corrente in tutti e sei i bracci anodici.

Le griglie servono a facilitare l'innesco dei relativi archi e a contribuire assieme al campo magnetico all'azione di blocco, una volta avvenuta l'istantanea interruzione degli archi. I circuiti del controllo di griglia sono stati omessi per semplificare la figura.

Mettendo a punto, come nel caso dell'inverter monofase, le azioni di controllo in ciascuna coppia di anodi della valvola A e sfasando poi di un terzo di periodo le tre terne di controlli, i tre primari e secondari del trasformatore T diventano sedi di f.e.m. alternate pure esse sfasate di un terzo di periodo. Il secondario del trasformatore trifase T può allora fornire sotto forma di correnti alternate trifasi l'energia elettrica fornita dalla linea a corrente continua.

Anche qui, come nel inverter monofase, il compenso dell'energia reattiva per correnti in ritardo nel circuito esterno e per la magnetizzazione stessa del trasformatore T, avviene inserendo condensatori di opportuna capacità di morsetti di uscita del trasformatore T. Qui però la funzione del condensatore è ridotta al solo rifasamento non dovendosi provvedere ad alcun compenso della distorsione di potenza, possedendo le due reti potenza istantanea costante.

In Laboratorio continuano gli studi su questo nuovo tipo di inverter, che lascia sperare possibilità di sviluppo industriale.

Ringrazio sentitamente il Prof. Ing. Enzo Pugno Vanoni, Direttore del Laboratorio, per i molti consigli datimi e per i mezzi largamente fornitimi.

Laboratorio di Elettrotecnica
del R. Istituto Superiore d'Ingegneria di Padova.

CALCOLO OPERATORIO E STUDIO DEI CIRCUITI ELETTRICI IN REGIME TRANSITORIO

A. M. ANGELINI

(continuazione e fine della Ia parte, v. N. 8, pag. 280)

13. - Applicazione allo studio della forma d'onda di un generatore d'impulsi.

La tecnica delle prove ad impulso offre molti esempi di applicazione del calcolo operatorio, e ciò sia per quello che riguarda la determinazione della forma delle sollecitazioni applicate ai materiali in prova, che per la determinazione delle costanti da attribuire ad un generatore perchè esso possa dare, sotto condizioni determinate una sollecitazione di forma prestabilita.

I casi che possono presentarsi nella pratica, sono numerosi, noi ne esamineremo uno in particolare, allo scopo di mettere in evidenza la semplicità d'impostazione e di risoluzione di un problema che, trattato con i metodi classici, richiederebbe calcoli molto più lunghi e laboriosi.

Supponiamo che debba essere provato ad impulso l'avvolgimento ad alta tensione di un trasformatore che per semplicità supporremo riducibile ad una capacità in parallelo con una induttanza (12).

Il generatore d'impulsi, rappresentato schematicamente in figura 26, è costituito da una batteria di condensatori collegabili in serie attraverso gli spinterometri inseriti tra ciascuna coppia di essi. Questi condensatori vengono caricati in parallelo per mezzo di un trasformatore e di un raddrizzatore termoionico (o anche un raddrizzatore rotante) attraverso delle forti resistenze ohmiche: quando ciascun condensatore ha raggiunto la tensione critica degli spinterometri di accoppiamento, si producono degli archi i quali collegano in serie i condensatori che si scaricano sulla resistenza r_2 tra i poli della quale è inserito l'apparecchio in prova, che nel nostro caso è un trasformatore: in serie col circuito di scarica, si trovano la resistenza r_1 e l'induttanza L_1 che insieme alla resistenza r_2 permettono di agire sulla forma d'onda caratteristica del generatore. Si vuol ricercare l'espressione, in funzione del tempo, della tensione applicata al trasformatore in prova.

(12) Circa la validità di questa ipotesi ed il calcolo approssimato delle costanti si veda [28].

Per far ciò conviene ridurre il circuito della fig. 26 a quello della fig. 27 che è ad esso equivalente. In fig. 27, c_1 rappresenta la capacità risultante della serie di condensatori c. Se V è la somma delle tensioni di scarica degli spinterometri, tutto avviene come se il

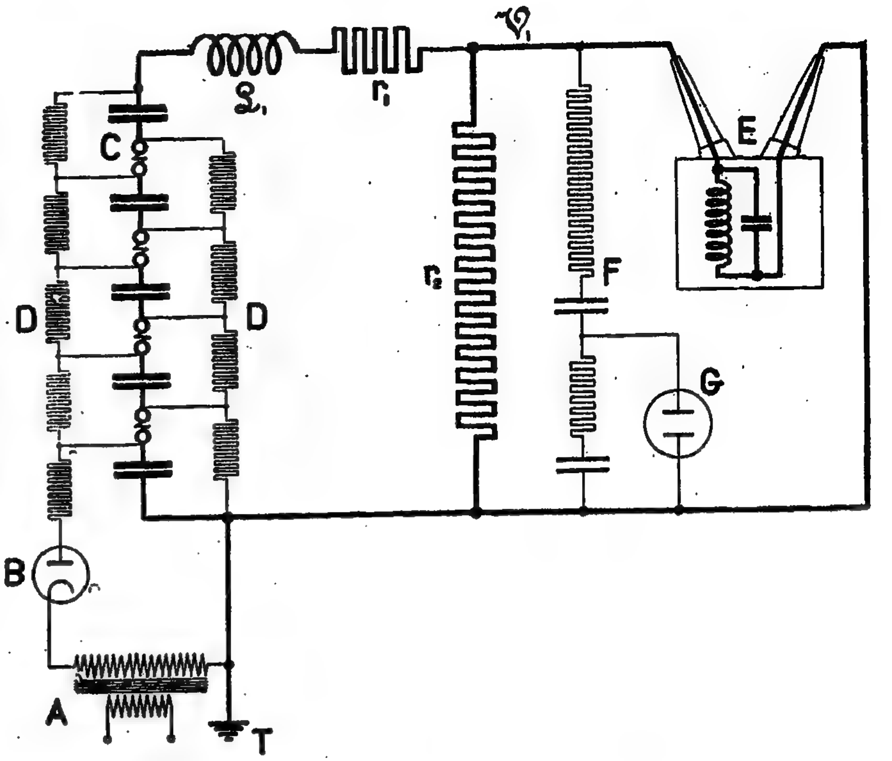


Fig. 26. — Schema di un generatore d'impulsi del tipo Marx, disposto per la prova di un trasformatore.

A - Trasformatore d'alimentazione del generatore d'impulsi.
B - Diodo raddrizzatore.
C - Condensatori del generatore (caricati in parallelo e scaricati in serie).
D - Resistenze di carica.
L_1, r_1, r_2 - Rispettivamente induttanza e resistenza in serie ed in parallelo che permettono di agire sulla forma d'onda del generatore.
F - Divisione a resistenza capacità per l'oscillografo G.
E - Trasformatore in prova.

circuito fosse interrotto in K ed in corrispondenza di questa interruzione venisse applicata una tensione $\mathcal{V}(t) = V\,1(t)$, supposto, naturalmente, di far coincidere l'origine dei tempi con l'istante in cui si producono le scariche agli spinterometri. In queste condizioni, con riferimento alle notazioni della fig. 27, e procedendo come

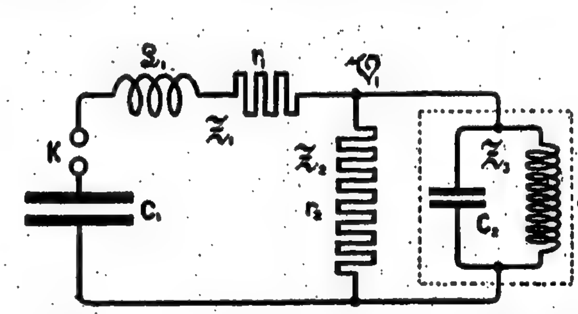


Fig. 27. — Schema semplificato del generatore d'impulsi di Marx nelle condizioni di funzionamento precisate nella fig. 26.

nel caso delle correnti alternative permanenti, si ha che il valore della corrente che attraversa la resistenza r_1 è dato da:

$$\mathcal{J}(t) = \left[\frac{1}{Z_1 + Z_{23}}\right] \mathcal{V}(t) \quad \text{essendo} \quad Z_{23} = \frac{Z_2 + Z_3}{Z_2 Z_3}$$

Cioè Z_{23} è la totale impedenza generalizzata di carico del generatore. La tensione applicata al trasformatore in prova sarà data da:

$$\mathcal{V}_1(t) = Z_{23}\,\mathcal{J}(t) = \left[\frac{Z_{23}}{Z_1 + Z_{23}}\right] \mathcal{V}(t) = \left[\frac{1}{1 + \dfrac{Z_1}{Z_{23}}}\right] \mathcal{V}(t)$$

e cioè:

$$\mathcal{V}_1(t) = \left[\frac{1}{1 + \dfrac{Z_1}{Z_2 Z_3}(Z_2 + Z_3)}\right] \mathcal{V}(t) \qquad (116)$$

In queste espressioni, come è facile vedere, si ha:

$$Z_1 = r_1 + \Delta L_1 + \frac{1}{\Delta c_1} = \frac{L_1 c_1 \Delta^2 + c_1 r_1 \Delta + 1}{c_1 \Delta}$$

$$Z_2 = r_2$$

$$Z_3 = \frac{\Delta L_2 \cdot \dfrac{1}{\Delta c_2}}{\Delta L_2 + \dfrac{1}{\Delta c_2}} = \frac{L_2 \Delta}{c_2 L_2 \Delta^2 + 1}$$

In virtù di queste ultime relazioni, il denominatore della (116) può essere trasformato come segue:

$$1 + \frac{Z_1}{Z_2 Z_3}(Z_2 + Z_3) = 1 + Z_1\left(\frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}\right)$$

$$= \left[\frac{L_1 c_1 \Delta^2 + c_1 r_1 \Delta + 1}{c_1 \Delta}\right]\left[\frac{c_2 L_2 \Delta^2 + 1}{L_2 \Delta} + \frac{1}{r_2}\right] + 1$$

e dopo facili passaggi la (116) diventa:

$$\text{(117)} \qquad \mathcal{V}_1(t) = \left[\frac{a\Delta^2}{\Delta^4 + b_3\Delta^3 + b_2\Delta^2 + b_1\Delta + b_0}\right] V\, 1\,(t)$$

dove:

$$a = \frac{1}{c_2 L_1}$$

$$b_0 = \frac{1}{c_1 c_2 L_1 L_2} = \frac{a}{c_1 L_2}$$

$$b_1 = \frac{1}{c_1 c_2 L_1 r_2} + \frac{r_1}{c_2 L_1 L_2} = \frac{a}{r_2}\left(\frac{1}{c_1} + r_1\right)$$

$$b_2 = \frac{1}{c_1 L_1} + \frac{1}{c_2 L_2} + \frac{1}{c_2 L_1}\left(1 + \frac{r_1}{r_2}\right) = \frac{1}{c_1 L_1} + \frac{1}{c_2 L_2} + a\left(1 + \frac{r_1}{r_2}\right)$$

$$b_3 = \frac{r_1}{L_1} + \frac{1}{r_2 c_2}$$

L'espressione (117) si interpreta agevolmente per mezzo del teorema dello sviluppo: la risoluzione dell'equazione $N(\Delta) = 0$, non presenta alcuna difficoltà se si fa uso del metodo esposto nell'Appendice 1 (t).

È facile vedere che si hanno tre casi possibili e cioè:

1°) L'equazione ammette 4 radici reali $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$; si ha allora:

$$\text{(118)} \qquad \mathcal{V}_1(t) = k_1 e^{\alpha_1 t} + k_2 e^{\alpha_2 t} + k_3 e^{\alpha_3 t} + k_4 e^{\alpha_4 t}$$

dove le costanti k sono date da espressioni come la seguente:

$$\text{(118 bis)} \qquad k = \frac{a\alpha}{4\alpha^3 + 3 b_3 \alpha^2 + 2 b_2 \alpha + b_1}$$

dove successivamente: $k = k_1, k_2, k_3, k_4$ per $\alpha = \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$.

2°) L'equazione $N(\Delta)$ ammette due radici reali e due radici complesse coniugate, allora:

$$\text{(119)} \qquad \mathcal{V}_1(t) = k_1 e^{\alpha_1 t} + k_2 e^{\alpha_2 t} + 2\rho\, e^{rt}\cos(\omega t + \psi)$$

In questa formola α_1 ed α_2 sono le radici reali e:

$$\rho = \sqrt{\eta_1^2 + \eta_2^2} \quad ; \quad e \quad \psi = \operatorname{arc\,tg}\left(\frac{\eta_2}{\eta_1}\right)$$

dove η_1 ed η_2 sono rispettivamente le componenti reale ed immaginaria dell'espressione (118 *bis*) per:

$$\alpha = r \pm j\omega$$

3°) L'equazione ammette due coppie di radici complesse, si ha allora:

$$\text{(120)} \qquad \mathcal{V}_1(t) = 2\rho_1 e^{r_1 t}\cos(\omega_1 t + \psi_1) + 2\rho_2 e^{r_2 t}\cos(\omega_2 t + \psi_2)$$

dove i valori di ρ, r, ω e ψ hanno i valori ed i significati precisati nel caso 2°.

Indipendentemente dalle formole risolutive, l'espressione (117) permette di concludere subito che il valore iniziale e la pendenza all'origine della $\mathcal{V}_1(t)$ sono nulli. Si vede anche facilmente che il valore permanente della $\mathcal{V}_1(t)$ è nullo.

Per ulteriori notizie su questo interessantissimo ramo della tecnica vedansi gli scritti citati nella bibliografia sotto i numeri [28] [28 *bis*].

Sviluppiamo ora un esempio numerico prendendo in considerazione i seguenti valori delle costanti del circuito.

$c_1 = 1{,}25 \cdot 10^{-8}$ farad

$c_2 = 2{,}5 \cdot 10^{-10}$ »

$L_1 = 9 \times 10^{-4}$ henry

$L_2 = 0{,}1$ »

$r_1 = 2000$ ohm

$r_2 = 2900$ »

Ne risulta che l'operatore (117) diventa:

$$\mathcal{V}_1(t) = \left[\frac{4{,}45 \cdot 10^{18}}{\Delta^4 + 3{,}6 \cdot 10^6\Delta^3 + 7{,}63 \cdot 10^{12}\Delta^2 + 1{,}235 \cdot 10^{17}\Delta + 3{,}56 \cdot 10^{21}}\right] 1\,(t)$$

In questa relazione abbiamo posto $V = 1$: per un valore di V diverso dall'unità, si moltiplicherà per V il risultato.

Risolviamo in primo luogo l'equazione $N(\Delta)$ rispetto a Δ secondo il metodo esposto nell'Appendice I.

La tabella dei coefficienti risulta come segue:

Radici di Enke	Coefficienti dell'incognita				
	x^4	x^3	x^2	x^1	x^0
α	1	$3{,}6 \cdot 10^{6}$	$7{,}65 \cdot 10^{12}$	$1{,}235 \cdot 10^{17}$	$3{,}56 \cdot 10^{21}$
α^2	1	$-2{,}35 \cdot 10^{12}$	$5{,}76 \cdot 10^{25}$	$-3{,}921 \cdot 10^{34}$	$1{,}267 \cdot 10^{43}$
α^4	1	$-1{,}097 \cdot 10^{26}$	$3{,}318 \cdot 10^{51}$	$7{,}7 \cdot 10^{67}$	$1{,}605 \cdot 10^{86}$
α^8	1	$5{,}4 \cdot 10^{51}$	$1{,}1 \cdot 10^{103}$	$-1{,}06 \cdot 10^{138}$	$2{,}576 \cdot 10^{172}$
α^{16}	1	$7{,}16 \cdot 10^{102}$	$1{,}21 \cdot 10^{206}$	$5{,}57 \cdot 10^{275}$	$6{,}635 \cdot 10^{346}$
α^{32}	1	$-1{,}907 \cdot 10^{206}$	$1{,}46 \cdot 10^{412}$	$1{,}496 \cdot 10^{551}$	$4{,}402 \cdot 10^{689}$
α^{64}	1	$7{,}16 \cdot 10^{611}$	$2{,}13 \cdot 10^{824}$	$9{,}37 \cdot 10^{1101}$	$1{,}937 \cdot 10^{1379}$
α^{128}	1	$-3{,}75 \cdot 10^{824}$	$4{,}53 \cdot 10^{1648}$	$5{,}29 \cdot 10^{2202}$	$3{,}752 \cdot 10^{2758}$
α^{256}	1	$5 \cdot 10^{1648}$	$2{,}053 \cdot 10^{3297}$	$-33{,}7 \cdot 10^{4407}$	$1{,}407 \cdot 10^{5517}$

Abbiamo spinto la tabella fino alla potenza 256 di α, ma è facile vedere che sarebbe stato sufficiente arrestarsi alla potenza 8.

In ogni caso la tabella dei coefficienti ci rivela la presenza di due radici complesse: ne segue che l'equazione le cui radici sono la 256ª potenza delle radici dell'equazione data è la seguente:

$$x^4 + 2\rho_1^{256}\cos 256\,\psi_1 \cdot x^3 + \rho_1^{512} x^2 + 2\rho_1^{512}\rho_2^{256}\cos 256\,\psi_2 + \rho_1^{512}\rho_2^{522} = 0$$

se ne conclude che:

$$\rho_1^{512} = 2{,}053 \cdot 10^{3297} \quad e \quad \rho_2 = \frac{1{,}407 \cdot 10^{5517}}{2{,}053 \cdot 10^{3297}} = 6{,}85 \cdot 10^{2219}$$

quindi:

$$\log\rho_1 = \frac{1}{512}(\log 2{,}053 + 3297) \quad e \quad \rho_1 = 2{,}755 \cdot 10^{6}$$

$$\log\rho_2 = \frac{1}{512}(\log 6{,}85 + 2219) \quad e \quad \rho_2 = 2{,}138 \cdot 10^{4}$$

Determinati così i moduli delle due coppie di radici complesse, le rispettive componenti reali possono dedursi dal sistema di due equazioni che si ottiene eguagliando il coefficiente di Δ^3 alla somma delle radici che nel caso nostro si riduce a due volte la somma delle loro componenti reali α_1 ed α_2 ed il coefficiente di Δ alla somma dei prodotti delle quattro radici $\alpha_1 \pm j\,\beta_1$ ed $\alpha_2 \pm j\,\beta_2$ prese tre a tre: tale somma si riduce a:

$$2\,(\alpha^2_1 + \beta^2_1)\,\alpha_2 + 2\,(\alpha^2_2 + \beta^2_2)\,\alpha_1 = 2\,\rho^2_1\,\alpha_2 + 2\,\rho^2_2\,\alpha_1$$

Si ha quindi:

$$\begin{cases} \alpha_1 + \alpha_2 = -1{,}8 \cdot 10^6 \\ \overline{2{,}138}^2 \cdot 10^8\,\alpha_1 + \overline{2{,}755}^2 \cdot 10^{12}\,\alpha_2 = -6{,}175 \cdot 10^{16} \end{cases}$$

se ne trae:

$$\alpha_1 = -1{,}8 \cdot 10^6 \qquad \text{ed} \qquad \alpha_2 = -0{,}87 \cdot 10^4$$

Le due coppie di radici risultano allora:

$$(-1{,}8 \pm j\,2{,}08) \cdot 10^6 \qquad \text{e} \qquad (-0{,}87 \pm j\,1{,}95) \cdot 10^4$$

ovvero:

$$2{,}755 \cdot 10^6\, e^{\pm j\,130^\circ\,50'} \qquad \text{ed} \qquad 2{,}138 \cdot 10^4\, e^{\pm j\,114^\circ\,10'}$$

A queste due coppie di radici, nell'espressione del teorema dello sviluppo, corrispondono i due coefficienti seguenti:

$$\frac{M\,(\Delta)}{\Delta\,N'\,(\Delta)} = 0{,}39\, e^{\pm j\,139^\circ\,10'} \qquad \text{per} \quad \Delta = 2{,}755 \cdot 10^6\, e^{\pm j\,130^\circ\,50'}$$

$$\frac{M\,(\Delta)}{\Delta\,N'\,(\Delta)} = 0{,}321\, e^{\pm j\,21^\circ\,35'} \qquad \text{per} \quad \Delta = 2{,}138 \cdot 10^4\, e^{\pm j\,114^\circ\,10'}$$

Applicando la formula (40) si ottiene l'espressione finale di $\mathcal{V}_1\,(t)$ che è:

$$\mathcal{V}_1\,(t) = 0{,}642\, e^{-0{,}87 \cdot 10^4\, t} \cos\,(195 \cdot 10^4\, t + 21^\circ\,35')\ 1\,(t)$$

$$(120') \qquad -0{,}78\, e^{-1{,}8 \cdot 10^6\, t} \cos\,(2{,}08 \cdot 10^6\, t + 40^\circ\,50')\ 1\,(t)$$

Questa espressione è rappresentata graficamente in fig. 28. Nella rappresentazione grafica, è mostrato in dettaglio anche l'andamento iniziale del fenomeno.

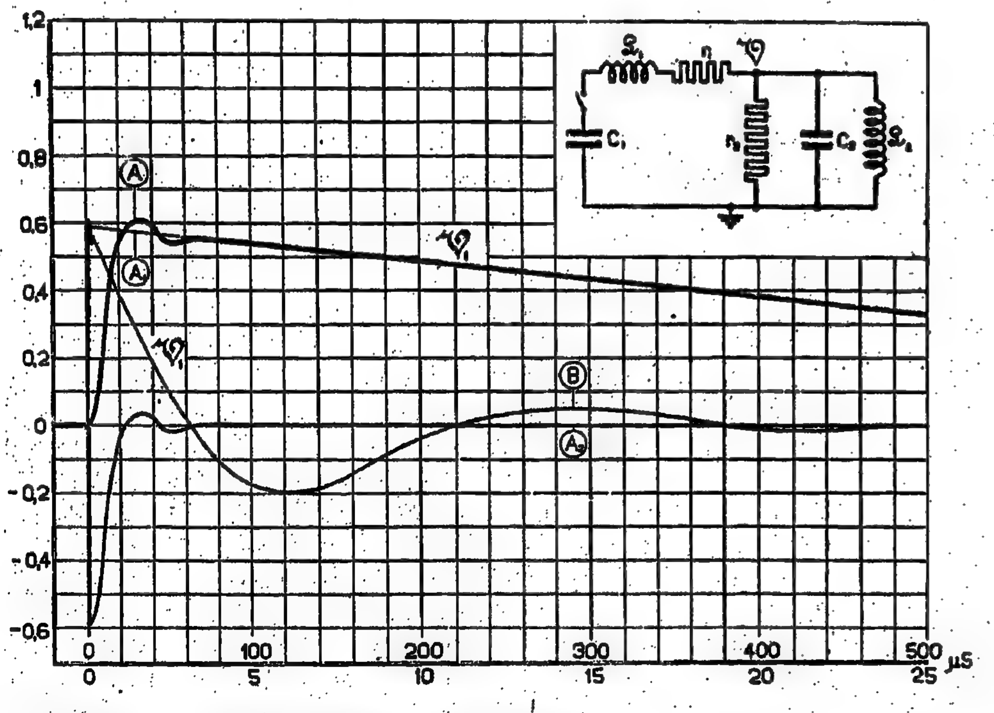


Fig. 28. — Rappresentazione grafica dell'onda di tensione del generatore d'impulsi della fig. 26 nel caso in cui le costanti sono quelle dell'esempio numerico riportato.

Le curve A e B rappresentano la tensione applicata dal generatore d'impulsi al trasformatore in prova su scale di tempo differenti, mentre A_1 ed A_2 rappresentano le onde di tensione componenti.

I dati numerici relativi all'esempio pratico sviluppato, sono tratti da una interessante memoria del Thomason [27].

Nota. — L'uso dei generatori d'impulsi, si è generalizzato da quando l'oscillografo a raggi catodici, ha permesso di registrare la forma delle sovratensioni provocate dal fulmine negli impianti elettrici, e si è potuto trarre qualche conclusione d'indole generale circa le loro caratteristiche.

E' ormai accertato che le sovratensioni atmosferiche sono prevalentemente unidirezionali smorzate ed hanno una durata compresa tra qualche microsecondo ed un centinaio di microsecondi. Tenuto conto di ciò, si è fatta una prima classifica delle sovratensioni designandole con due cifre di cui la prima rappresenta il tempo che intercorre tra l'inizio del fenomeno ed il massimo della tensione, la seconda invece, il tempo che intercorre tra l'inizio del fenomeno e l'istante in cui la tensione passa per un valore metà del massimo: ad esempio, un'onda di sovratensione «del tipo 1/2 — 5» è tale che in 1/2 μ sec la tensione raggiunge il suo massimo, ed in 5 μ sec un valore metà del massimo.

Allo scopo di riferirsi a dati concreti, generalmente si attribuisce all'onda di sovratensione, la forma seguente:

$$\mathcal{V}\,(t) = V\,(e^{-at} - e^{-bt})$$

e le costanti a e b vengono determinate in base alla conoscenza dei tempi corrispondenti al massimo ed a metà del massimo.

Benchè i tecnici non siano ancora d'accordo su questo punto, nelle sale di prova si tende a standardizzare i tre tipi seguenti di sovratensioni:

$$\tfrac{1}{2} - 5 \quad ; \quad 1 - 10 \quad ; \quad 1\tfrac{1}{2} - 40 \qquad \mu \text{ sec.}$$

APPENDICE ALLA PARTE PRIMA.

A) *Metodo pratico per la risoluzione numerica delle equazioni di grado superiore.*

Nello studio del comportamento di una rete di circuiti, si presenta spesso il problema della risoluzione di equazioni di grado superiore al secondo: in generale si ricorre allora a risoluzioni approssimate, però la maggior parte dei metodi riportati nei trattati classici di Algebra, manca, come è noto, di generalità ed è spesso di applicazione alquanto complessa. Noi descriveremo il procedimento proposto da Germinal Dandelin [13] dandone brevemente giustificazione. Sia:

$$\text{(I)} \qquad x^n + b_1\,x^{n-1} + b_2\,x^{n-2} + \ldots\ldots + b_n = 0$$

l'equazione da risolvere, ed α_1, α_2, $\alpha_3, \ldots$ α_n, le sue radici cambiate di segno o, come spesso vengono chiamate, le radici di Encke: l'ordine delle radici è supposto tale che:

$$\text{(II)} \qquad |\alpha_1| > |\alpha_2| > |\alpha_3| > \ldots\ldots > |\alpha_n|$$

Il metodo consiste in primo luogo nel costruire una serie di equazioni, dedotte da quella data, e tali che le loro radici di Encke siano rispettivamente le potenze 2^a, 4^a, 8^a, 16^a, 32^a, ecc., delle radici di Encke dell'equazione data. Conviene disporre il calcolo secondo l'ordine precisato nella seguente tabella:

Radici di Encke	Coefficienti dell'incognita					
	x^n	x^{n-1}	x^{n-2}	. . .		$x^0 = 1$
α	1	b_1	b_2	. . . . .	. . . . .	b_n
α^2	1	β_1	β_2	. . . . .	. . . . .	β_n
α^4	1	γ_1	γ_2	. . . . .	. . . . .	γ_n
α^8	1	δ_1	δ_2	. . . . .	. . . . .	δ_n
α^{16}	1	ε_1	ε_2	. . . . .	. . . . .	ε_n
. . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . .
α^m	1	k_1	k_2	. . . . .	. . . . .	k_n

dove m è una potenza intera di 2 ed i coefficienti si calcolano mediante le formole seguenti:

$$\text{(III)} \qquad \begin{cases} \beta_1 = b^2_1 - 2\,b_2 \\ \beta_2 = b^2_2 - 2\,b_1\,b_3 + 2\,b_4 \\ \beta_3 = b^2_3 - 2\,b_2\,b_4 + 2\,b_1\,b_5 - 2\,b_6 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

Successivamente se in queste formole a β si sostituisce γ ed a b si sostituisce β, si hanno i coefficienti dell'incognita per la terza equazione; procedendo allo stesso modo si hanno quelli relativi alla

[13] Il metodo di Dandelin viene talvolta riportato sotto il nome di metodo di Graeffe: il Dandelin lo ha esposto per la prima volta nel 1826 nei Rendiconti della Reale Accademia delle Scienze di Bruxelles, mentre il Graeffe lo ha ripresentato ad un concorso dell'Accademia delle Scienze di Berlino nel 1837.

quarta, quinta, ecc.: in ogni caso, i coefficienti delle incognite di una delle equazioni, si deducono da quelli della precedente, tenendo presente che ciascuno di essi risulta dalla somma del quadrato del coefficiente che gli corrisponde nella equazione precedente e dei doppi prodotti dei coefficienti equidistanti da esso: in ciascuna somma i segni sono alternativamente + e — essendo il primo sempre +. Ad esempio, per l'equazione del grado 4° si avrebbe:

$$\beta_1 = b^2_1 - 2\, b_2\ ;\ \beta_2 = b^2_2 - 2\, b_1\, b_2 + 2\, b_4\ ;\ \beta_3 = b^2_3 - 2\, b_3\, b_4\ ;\ \beta_4 = b^2_4$$

Quando per una data equazione, si è costruita la tabella dei coefficienti delle incognite come precisato sopra, si è in grado di determinare le caratteristiche fondamentali delle radici dell'equazione, e quindi il loro valore numerico. Distingueremo e tratteremo separatamente i diversi casi possibili.

1°) *L'equazione ammette radici reali e distinte.*

In questo caso, tutti i coefficienti β, γ, δ, ϵ,.... k risultano positivi e per m sufficientemente grande, si verifica che i coefficienti k_1, k_2, k_3,..., k_n sono approssimativamente i quadrati di quelli che loro corrispondono nella equazione precedente: l'approssimazione è tanto maggiore quanto più grande è m. Il valore di m è sufficiente quando in ciascuna delle formole III sono trascurabili tutti i termini ad eccezione del primo.

Quando si verificano queste condizioni si può scrivere:

$$\text{(IV)}\quad \alpha_1{}^m = k_1\ ;\ \alpha_1{}^m\, \alpha_2{}^m = k_2\ ;\ \alpha_1{}^m\, \alpha_2{}^m\, \alpha_3{}^m = k_3\ ;\ \ldots.\ \alpha_1{}^m\, \alpha_2{}^m\, \alpha_n{}^m = k_n$$

e quindi:

$$\text{(IV')}\qquad \alpha_1{}^m = k_1\ ;\ \alpha_2{}^m = \frac{k_2}{k_1}\ ;\ \alpha_3{}^m = \frac{k_3}{k_2}\ ;\ \ldots\ldots\ \alpha_n{}^m = \frac{k_n}{k_{n-1}}$$

Ciò fatto il calcolo dei moduli delle radici è ricondotto a semplici operazioni logaritmiche:

$$\log|\alpha_1| = \frac{1}{m}\log k_1\ ;\ \log|\alpha_2| = \frac{1}{m}\log\left(\frac{k_2}{k_1}\right);\ \ldots\ldots$$

$$\text{(V)}\qquad \ldots\ldots \log|\alpha_n| = \frac{1}{m}\log\left(\frac{k_n}{k_{n-1}}\right) \qquad (14)$$

La determinazione del segno delle radici va fatta sostituendo i valori trovati per le radici nell'equazione data: comunque nella maggioranza delle applicazioni che ci riguardano il segno delle radici è negativo, condizione necessaria per l'estinzione dei fenomeni con l'aumentare del tempo.

2°) *L'equazione ammette radici reali e coincidenti.*

La presenza di due radici coincidenti è rivelata dal fatto che per m sufficientemente grande alcuni dei coefficienti k si confondono con la metà di quelli che ad essi corrispondono nella equazione precedente. In questo caso, i coefficienti k che seguono la regola di cui al n. 1) sono espressi in funzione delle radici della equazione dalle formole IV, mentre gli altri hanno un valore doppio, e l'ultimo fattore che entra in essi è la potenza m della radice doppia dell'equazione (15).

Ad esempio: se le radici α_2 ed α_3 sono coincidenti ed è:

$$|\alpha_1| > |\alpha_2| > |\alpha_4| > \ldots. > |\alpha_n|$$

le (IV) prendono la forma:

$$\text{(VI)}\quad \alpha_1{}^m = k_1\ ;\ 2\,\alpha_1{}^m\, \alpha_2{}^m = k_2\ ;\ \alpha_1{}^m\, \alpha_2{}^m\, \alpha_3{}^m = k_3\ ;\ \ldots.\ ;\ \alpha_1{}^m\, \alpha_2{}^m \ldots. \alpha_n{}^m = k_n$$

da cui essendo $\alpha_3 = \alpha_2$:

$$\text{(VI')}\quad \alpha_1{}^m = k_1\ ;\ \alpha_1{}^m \alpha_2{}^{2m} = k_3\ ;\ \alpha_1{}^m \alpha_2{}^{2m} \alpha_4{}^m = k_4\ ;\ \ldots.\alpha_1{}^m \alpha_2{}^{2m} \alpha_4{}^m \ldots \alpha_n{}^m = k_n$$

da cui:

$$\log\alpha_1 = \frac{1}{m}\log k_1\ ;\ \log\alpha_2 = \frac{1}{2\,m}\log\frac{k_3}{k_2}\ ;\ \log\alpha_4 = \frac{1}{m}\log\left(\frac{k_4}{k_1}\right).\ \ldots.$$

$$\text{(VI'')}\qquad \ldots\ldots \log\alpha_n = \frac{1}{m}\log\frac{k_n}{k_{n-1}}$$

Come si vede dalla (VI') il calcolo procede anche in questo caso in modo del tutto analogo a quanto è stato fatto precedentemente. È da notare che, ordinariamente, nelle applicazioni, la presenza delle radici multiple è rivelata anche dalla natura del problema.

3°) *L'equazione ammette radici complesse.*

Questa eventualità è caratterizzata dal fatto che alcuni dei coefficienti β, γ,... k sono negativi; il numero di coppie di radici immaginarie è eguale a quello delle colonne della tabella dei coefficienti che per m sufficientemente grande presentano delle fluttuazioni di segno e nello stesso tempo non seguono la legge di cui al caso 1°).

Mostriamo ora, in base a due esempi, come si procede alla determinazione delle radici reali e complesse di una equazione. Si abbia l'equazione de 5° grado:

$$x^5 + b_1\, x^4 + b_2\, x^3 + b_3\, x^2 + b_4\, x + b_5 = 0$$

e supponiamo che la terza colonna della tabella dei coefficienti (quelli di x^3) presenti delle fluttuazioni di segno, e nello stesso tempo non verifichi la condizione di cui alla regola 1°) e cioè che per m sufficientemente grande, un coefficiente non tende verso il quadrato di quello che lo precede.

In queste condizioni, per m sufficientemente grande, si può scrivere:

$$\alpha_1{}^m = k_1\ ;\ 2\,\alpha_1{}^m\,\rho^m \cos m\,\psi = k_2\ ;\ \alpha_1{}^m\,\rho^{2m} = k_3\ ;\ \alpha_1{}^m\,\rho^{2m}\,\alpha_4 = k_4\ ;$$

$$\text{(VII)}\qquad \alpha_1{}^m\,\alpha_4{}^m\,\alpha_5{}^m\,\rho^{2m} = k_5$$

dove:

$$\alpha_1\ ;\ \alpha_2 = \rho\, e^{j\psi}\ ;\ \alpha_3 = \rho\, e^{-j\psi}\ ;\ \alpha_4\ ;\ \alpha_5$$

sono le radici dell'equazione: è inoltre:

$$|\alpha_1| > |\rho| > |\alpha_4| > |\alpha_5|$$

se ne conclude:

$$\log\alpha_1 = \frac{1}{m}\log k_1\ ;\ \log\rho = \frac{1}{2\,m}\log\left(\frac{k_3}{k_1}\right)\ ;\ \log\alpha_4 = \frac{1}{m}\log\left(\frac{k_4}{k_3}\right)$$

$$\text{(VII')}\qquad \log\alpha_5 = \frac{1}{m}\log\left(\frac{k_5}{k_4}\right).$$

L'angolo ψ non può essere determinato in base alla seconda delle (VII) dato che questa equazione, pur essendo ψ la sola incognita, ammette infinite soluzioni; la sua determinazione può farsi agevolmente, in questo caso, in base all'equazione data; infatti essendo:

$$b_1 = \alpha_1 + \rho\, e^{+j\psi} + \rho e^{-j\psi} + \alpha_4 + \alpha_5$$

risulta:

$$2\,\rho\cos\psi = b_1 - \alpha_1 - \alpha_4 - \alpha_5$$

e infine:

$$\psi = \text{arc cos}\left(\frac{b_1 - \alpha_1 - \alpha_4 - \alpha_5}{2\,\rho}\right)$$

È facile vedere che ogni qualvolta l'equazione ammette una sola radice complessa, il suo argomento può determinarsi allo stesso modo.

Consideriamo ora un'equazione del 7° grado:

$$x^7 + b_1\, x^6 + b_2\, x^5 + b_3\, x^4 + b_4\, x^3 + b_5\, x^2 + b_6\, x + b_7 = 0$$

ed ammettiamo che la tabella dei coefficienti riveli la presenza di tre coppie di radici complesse e cioè che si abbiano fluttuazioni di segno in corrispondenza di tre colonne; siano esse la 2ª la 4ª e la 6ª; si ha allora:

$$2\,\rho_1{}^m \cos m\,\psi_1 = k_1\ ;\ \rho_1{}^{2m} = k_2\ ;\ 2\,\rho_1{}^{2m}\,\rho_2{}^m \cos m\,\psi_2 = k_3$$

$$\rho_1{}^{2m}\,\rho_2{}^{2m} = k_4\ ;\ 2\,\rho_1{}^{2m}\,\rho_2{}^{2m}\,\rho_3{}^m \cos m\,\psi_3 = k_5\ ;\ \rho_1{}^{2m}\,\rho_2{}^{2m}\,\rho_3{}^{2m} = k_6$$

$$\rho_1{}^{2m}\,\rho_2{}^{2m}\,\rho_3{}^{2m}\,\alpha_7{}^m = k_7$$

Se ne trae:

$$\log\rho_1 = \frac{1}{2\,m}\log k_2\ ;\ \log\rho_2 = \frac{1}{2\,m}\log\left(\frac{k_4}{k_2}\right)\ ;$$

$$\log\rho_3 = \frac{1}{2\,m}\log\left(\frac{k_6}{k_4}\right)\ ;\ \log\alpha_7 = \frac{1}{m}\log\left(\frac{k_7}{k_6}\right).$$

In questo caso, la determinazione degli argomenti delle radici complesse è più complicata, infatti, mentre si ha la relazione evidente:

$$b_1 = 2\,\rho_1 \cos\ \psi_1 + 2\,\rho_2 \cos\ \psi_2 + 2\,\rho_3 \cos\ \psi_3 + \alpha_7\ ,$$

(14) Il procedimento seguito può essere giustificato come segue: È noto dall'Algebra che in una equazione di grado n, se il coefficiente di x^n è l'unità, il coefficiente di x^{n-1} è eguale alla somma delle radici della equazione cambiate di segno (radici di Encke), quello di x^{n-1} è eguale alla somma dei prodotti delle radici di Encke prese due a due; quello di x^{n-2} alla somma dei prodotti delle radici di Encke prese tre a tre e così via fino al termine noto che è eguale al prodotto delle radici di Encke. Ora dato che le radici della equazione (I) sono distinte, è chiaro che le differenze relative tra i valori delle loro potenze m^{esime} saranno tanto più grandi quanto maggiore è m, al punto che la somma delle potenze m^{esime} si confonde con la potenza m^{esima} della radice maggiore ($\alpha_1{}^m = k_1$); la somma dei prodotti delle m^{esime} potenze delle radici prese due a due si confonde colla m^{esima} potenza del prodotto della radice maggiore per la radice immediatamente inferiore ($k_2 = \alpha_1{}^m\, \alpha_2{}^m$) e così via.

(15) Anche questa regola si giustifica facilmente tenendo presente il teorema di algebra richiamato nella nota precedente: infatti nell'esempio riportato, nulla cambia rispetto al caso di radici distinte salvo l'espressione di k_2 la cui parte predominante è questa volta $\alpha_1{}^m\, \alpha_2{}^m + \alpha_1{}^m\, \alpha_3{}^m = 2\,\alpha_1{}^m\, \alpha_2{}^m$.

le incognite essendo tre, essa non è sufficiente alla loro determinazione; si può in questo caso formare un sistema di tre equazioni di cui la prima è quella già scritta e le altre due risultano dalle eguaglianze che si ottengono esprimendo i coefficienti dell'equazione data, b_2 e b_6 in funzione delle radici secondo la regola riportata nella nota [14]. Questo procedimento è lungo e laborioso; noi ne proponiamo un'altro che permette di determinare gli argomenti delle radici immaginarie per approssimazioni successive in modo molto semplice.

Ad ogni coppia di radici immaginarie, corrisponde una espressione del tipo:

$$\rho\, e^{\pm j\psi}$$

la quale è rappresentata nel piano da un vettore di modulo ρ e di argomento ψ: sostituendo questa espressione nella equazione data si ottiene in generale:

$$\rho^n e^{jn\psi} + b_1 \rho^{n-1} e^{j(n-1)\psi} + b_2 \rho^{n-2} e^{j(n-2)\psi} + \dots + b_n = 0$$

il primo membro di questa equazione, rappresenta un vettore risultante dalla somma di n altri vettori: perchè l'equazione sia soddisfatta, questo vettore deve annullarsi e ciò si verifica quando si annullano le sue componenti secondo due assi ortogonali (assi di riferimento); in particolare, se l'equazione non ammette radici immaginarie pure, che del resto possono essere individuate per altra

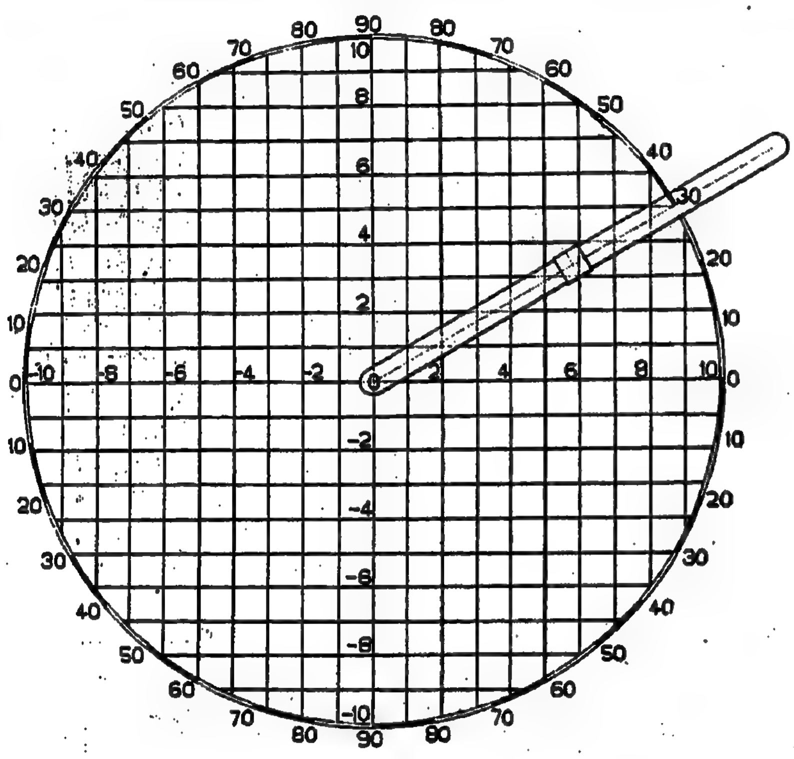


Fig. 29.

via, è sufficiente che si annulli una componente del vettore secondo uno degli assi di riferimento. Questa condizione può essere stabilita rapidamente per tentativi in base al grafico della fig. 29; per far ciò occorre calcolare in primo luogo i valori dei moduli ρ^n ; $b_1 \rho^{n-1}$; $b_2 \rho^{n-2}$;... b_n e determinare per diversi valori di ψ la somma delle loro proiezioni secondo gli angoli $n\psi$; $(n-1)\ \psi$; $(n-2)\ \psi$;.... Basterà riportare qualche valore di questa somma in funzione di ψ su un foglio di carta millimetrata per giungere rapidamente alla determinazione del valore di ψ che la rende nulla. I calcoli da eseguire si riducono semplicemente a delle somme. Nella quasi totalità dei casi pratici, la componente reale del numero complesso è negativa, quindi la ricerca dell'angolo ψ va fatta nel semipiano negativo soltanto.

Radici immaginarie pure.

In questo caso nella colonna dei coefficienti che rivela la presenza di una radice immaginaria, si ha una sola variazione di segno che si verifica nel passaggio da $m = 1$ ad $m = 2$; nello stesso tempo si ha che, per m sufficientemente grande, ciascun coefficiente della stessa colonna tende verso la metà del quadrato del precedente.

Sulla scorta di quanto è stato detto nelle note precedenti, è facile rendersi conto della esattezza delle regole riportate per il caso delle radici immaginarie. Per ulteriori dettagli sarà opportuno consultare gli scritti del Berg e di Whittaker e Robinson [16].

❋

Nella maggior parte dei casi pratici si verifica che le radici delle equazioni da risolvere sono molto differenti tra di loro, per cui ordinariamente è sufficiente arrestarsi ad $m = 16 \div 32$ nella compilazione della tabella dei coefficienti, raramente è necessario arrivare ad $m = 128$.

Per ciò che riguarda i segni delle radici, la condizione di estinzione esige che il segno delle radici reali e della parte reale di quelle complesse sia negativo, quindi per le applicazioni che ci interessano non vi può essere ambiguità.

Nella impostazione delle equazioni è utile tener presente che non si possono avere radici immaginarie se il circuito al quale ci si riferisce non comprende delle induttanze unitamente a delle capacità e ciò perchè, senza questi due elementi contemporaneamente non si possono avere delle oscillazioni nel circuito.

Il procedimento descritto permette spesso di risolvere anche le equazioni trascendenti, quando queste possono essere sviluppate in serie convergenti; in questo caso, una equazione trascendente viene ricondotta ad una equazione algebrica di grado superiore.

B) *Calcolo dell'impedenza generalizzata equivalente ad una determinata rete di circuiti.*

È talvolta necessario calcolare l'impedenza generalizzata di una determinata rete di circuiti in funzione delle impedenze dei singoli rami. Ciò si fa, come ben sappiamo, in modo del tutto analogo al caso delle corrente alternative permanenti, ma è anche ben noto che quando si tratta di sistemi un po' complessi, le espressioni a cui si giunge sono alquanto complicate e la loro determinazione richiede calcoli molto lunghi e fastidiosi, i quali sono necessari per la risoluzione delle numerose equazioni di Kirchhoff a cui il sistema elettrico dà luogo. Noi estenderemo al caso delle grandezze elettriche generalizzate un metodo esposto dal Ravut [17] il quale permette di scrivere senza alcun calcolo preliminare, l'espressione dell'impedenza ricercata e ciò in base ad una regola molto semplice che andiamo ad esporre e per la dimostrazione della quale, rimandiamo il lettore allo scritto del Ravut.

Data una rete di circuiti formata da n nodi collegati tra di loro mediante p rami, si ricerca i valore dell'impedenza equivalente a questa rete, quando se ne considerano come estremità due nodi qualsiasi che chiameremo poli di riferimento; nel caso delle correnti alternative permanenti, si ricerca il valore — in generale complesso — del rapporto costante che esiste tra la tensione applicata ai due nodi considerati e la corrente totale.

Siano $\mathcal{Z}_1$, $\mathcal{Z}_2$, $\mathcal{Z}_3$,..., $\mathcal{Z}_p$ le impedenze generalizzate dei p rami che costituiscono il circuito e $\mathcal{Z}_x$ l'impedenza incognita.

Si ha in ogni caso:

$$\mathcal{Z}_x = \frac{P\,(\mathcal{Z})}{Q\,(\mathcal{Z})}$$

dove $P\,(\mathcal{Z})$ e $Q\,(\mathcal{Z})$ sono due polinomi che possono scriversi direttamente in base alle regole seguenti:

Il polinomio $Q\,(\mathcal{Z})$ si ottiene scrivendo la somma dei prodotti delle $\mathcal{Z}$ (dove $\mathcal{Z}=\mathcal{Z}_1$, $\mathcal{Z}_2$, $\mathcal{Z}_3$... $\mathcal{Z}_p$) combinate $(p-s+1)$ a $(p-s+1)$ escludendo tutti quelli le cui combinazioni complementari sono costituite da impedenze formanti un circuito chiuso o non avente alcun ramo che convenga ad uno dei poli di riferimento.

Per combinazione complementare di un termine del polinomio $Q\,(\mathcal{Z})$ [ovvero $P\,(\mathcal{Z})$] intendiamo quella formata dalle impedenze che non fanno parte del prodotto medesimo.

Il polinomio $P\,(\mathcal{Z})$ si ottiene scrivendo la somma dei prodotti delle $\mathcal{Z}$ combinate $(p-s+2)$ a $(p-s+2)$, escludendo tutti quelli le cui combinazioni complementari sono costituite da impedenze formanti un circuito chiuso o che collega tra di loro i poli di riferimento, o che non ha alcun ramo che converge ad uno di essi.

Il procedimento più semplice per l'applicazione delle regole esposte, consiste nel disegnare schematicamente il circuito e scrivere i due gruppi di combinazioni $(p-s+1)$ a $(p-s+1)$ e $(p-s+2)$ a $(p-s+2)$, che non comprendono alcuna coppia di rami facente capo ai due poli di riferimento. Le combinazioni complementari si mettono bene in evidenza coprendo con $(p-s+1)$ o con $(p-s+2)$ dischetti di carta i prodotti relativi a $Q\,(\mathcal{Z})$ ed a $P\,(\mathcal{Z})$.

In molti casi conviene partire dalle ammettenze $\mathcal{Y}_1$, $\mathcal{Y}_2$, $\mathcal{Y}_3$... ...$\mathcal{Y}_p$ dei diversi rami della rete piuttosto che dalle impedenze corrispondenti questo caso non è stato trattato dal Ravut, tuttavia è facile giungere ad una regola simile alla precedente, anzi sotto certi aspetti alquanto più semplice.

In questo caso è:

$$\mathcal{Z}_x = \frac{P\,(\mathcal{Y})}{Q\,(\mathcal{Y})} \qquad \text{ovvero} \qquad \mathcal{Y}_x = \frac{Q\,(\mathcal{Y})}{P\,(\mathcal{Y})}$$

Il polinomio $Q\,(\mathcal{Y})$ si ottiene scrivendo la somma dei prodotti delle $\mathcal{Y}$ prese $(s-1)$ ad $(s-1)$ ed escludendo tutti quelli le cui ammettenze formano un circuito chiuso o che non ha alcun ramo che converge ad un polo di riferimento.

Il polinomio $P\,(\mathcal{Y})$ si ottiene scrivendo la somma dei prodotti delle $\mathcal{Y}$ prese $(s-2)$ ad $(s-2)$ ed escludendo tutti quelli le cui

(16) E. J. BERG: « Operational Calculus », Mc. Graw-Hill, New York - N. Y.; WHITTAKER e ROBINSON: « Calculus of Observations », D. Von Nostrand Company, New York, N. Y.

(17) C. RAVUT: « Sur les constantes électriques des reseaux à mailles » - R. G. E., Tome XXXII, pag. 831, 24 décembre 1932.

ammettenze formano circuito chiuso ovvero non hanno alcun ramo che converge ad uno dei poli di riferimento o che collegano tra di loro questi ultimi.

Anche in questo caso, il procedimento più semplice per l'applicazione delle regole esposte consiste nel disegnare schematicamente il circuito e scrivere i due gruppi di combinazioni $(s - 1)$

presente che:

$$\frac{1}{\mathcal{Z}_a} = \mathcal{Y}_a = k_a + c_a \Delta \quad ; \quad \frac{1}{\mathcal{Z}_b} = \mathcal{Y}_b = k_b \quad ; \quad \frac{1}{\mathcal{Z}_c} = \mathcal{Y}_c = c\,\Delta$$

Si ottiene successivamente:

$$\mathcal{Y} = \mathcal{Y}_a \frac{4\mathcal{Y}_a \mathcal{Y}_b \mathcal{Y}^2_c + 2\mathcal{Y}^2_a \mathcal{Y}_b \mathcal{Y}_c + 4\mathcal{Y}_a \mathcal{Y}^2_b \mathcal{Y}_c + 3\mathcal{Y}^2_b \mathcal{Y}^2_c + \mathcal{Y}^3_a \mathcal{Y}^2_c + \mathcal{Y}^2_a \mathcal{Y}^2_b}{8\mathcal{Y}^2_a \mathcal{Y}_b \mathcal{Y}_c + 3\mathcal{Y}_a \mathcal{Y}_b \mathcal{Y}^2_c + \mathcal{Y}^2_a \mathcal{Y}^2_c + 3\mathcal{Y}_a \mathcal{Y}^2_b \mathcal{Y}_c + \mathcal{Y}^2_a \mathcal{Y}^2_b + 2\mathcal{Y}^3_a \mathcal{Y}_c + 2\mathcal{Y}^3_a \mathcal{Y}_b + \mathcal{Y}^2_b \mathcal{Y}^2_c}$$

ad $(s - 1)$ ed $(s - 2)$ ad $(s - 2)$ che comprendono almeno una ammettenza facente capo ad uno dei poli di riferimento. Le diverse

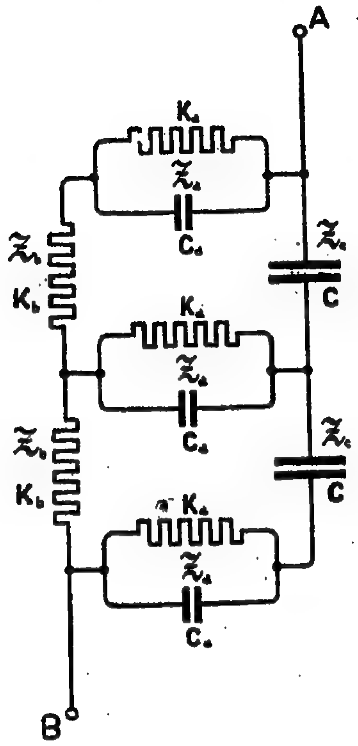


Fig. 30.

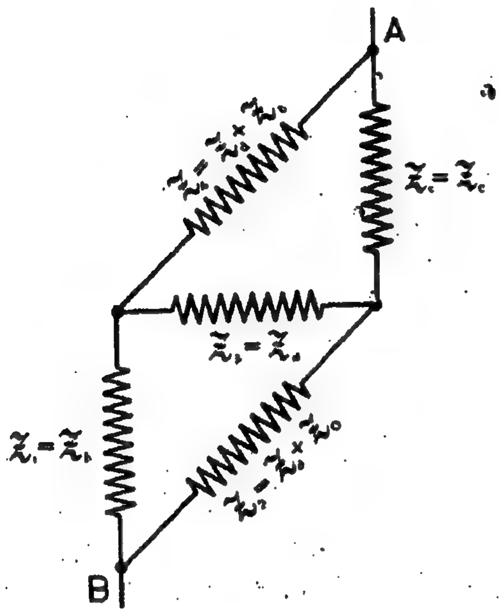


Fig. 31.

combinazioni si mettono poi in evidenza coprendo le ammettenze corrispondenti con $(s - 1)$ o $(s - 2)$ dischetti di carta; si individuano così tutte quelle che debbono essere escluse senza ambiguità [18].

Per fissare meglio le idee, riportiamo un esempio pratico.

Alcuni sistemi di protezione contro le sovratensioni, sono riconducibili al circuito della fig. 30; vediamo come si può determinare l'ammettenza generalizzata di esso:

Con k_a e k_b, si sono indicate le conduttanze e con c e c_a le capacità in gioco.

$$\text{(XI)} \quad \mathcal{Y} = (k_a + c_a \Delta) \left[\frac{a_1 \Delta^4 + a_2 \Delta^3 + a_3 \Delta^2 + a_4 \Delta + a_5}{b_1 \Delta^4 + b_2 \Delta^3 + b_3 \Delta^2 + b_4 \Delta + b_5} \right]$$

dove per il numeratore si ha:

$a_1 = c^2_a c^2$

$a_2 = 2\, c\, c_a \left\{ k_b (c + c_a) + c (k_a + k_b) \right\}$

$a_3 = k_b (c + c_a) \left\{ k_b (3c + c_a) + 4 k_a c \right\} + k^2_a c^2$

$a_4 = 2 k_a k_b \left\{ c (k_a + k_b) + k_b (c + c_a) \right\}$

$a_5 = k^2_a k^2_b$

mentre per il denominatore:

$b_1 = c\, c^2_a (c + 2 c_a)$

$b_2 = c\, c_a \left\{ 2 k_a (c + 3 c_a) + k_b (3c + 8 c_a) \right\} + 2 k_b c^3_a$

$b_3 = 3 k_a k_b (c + c_a)(c + 2 c_a) + 3 c c_a (k_b + k_a)(k_b + 2 k_a) + (k_a c - k_b c_a)^2 - k^2_b c^2$

$b_4 = k_a k_b \left\{ 2 c_a (k_b + 3 k_a) + c (3 k_b + 8 k_a) \right\} + 2 c k^3_a$

$b_5 = k^2_a k_b (k_b + 2 k_a)$

In queste condizioni, il valore della corrente nel circuito è dato da:

$$\text{(XII)} \qquad \mathcal{J}(t) = \mathcal{Y}\, \mathcal{V}(t)$$

dove la valutazione dell'operatore $\mathcal{Y}$ si fa secondo le regole già esposte. Consideriamo ora un esempio di applicazione pratica, nel quale sia:

$$c = 10^{-8}\, F \; ; \; c_a = 10^{-10}\, F \; ; \; k_a = 10^{-3}\, ℧ \; ; \; k_b = 10^{-4}\, ℧$$

ne segue che:

$a_1 = 10^{-36}$	$b_1 = 1{,}02 \cdot 10^{-36}$
$a_2 \doteq 24.02 \cdot 10^{-30}$	$b_2 = 2{,}368 \cdot 10^{-29}$
$a_3 = 1{,}4344 \cdot 10^{-22}$	$b_3 = 1{,}386 \cdot 10^{-22}$
$a_4 = 2{,}402 \cdot 10^{-18}$	$b_4 = 2{,}8362 \cdot 10^{-17}$
$a_5 = 10^{-14}$	$b_5 = 2{,}1 \cdot 10^{-13}$

Sostituendo si ha:

$$\mathcal{Y} = \frac{(10^{-3} + 10^{-10} \Delta)(0{,}9803\, \Delta^4 + 23{,}549 \cdot 10^6 \Delta^3 + 1{,}4062 \cdot 10^{14} \Delta^2 + 2{,}36 \cdot 10^{18} \Delta + 98 \cdot 10^{20})}{\Delta^4 + 2{,}3215 \cdot 10^7 \Delta^3 + 1{,}3591 \cdot 10^{14} \Delta^2 + 2{,}7805 \cdot 10^{19} \Delta + 20{,}588 \cdot 10^{22}}$$

Per comodità di calcolo riferiamoci al circuito di fig. 31 che, se si pone:

$$\text{(VIII)} \quad \begin{array}{l} \mathcal{Z}_1 = \mathcal{Z}_b \; ; \; \mathcal{Z}_3 = \mathcal{Z}_a \; ; \; \mathcal{Z}_5 = \mathcal{Z}_c \\ \mathcal{Z}_2 = \mathcal{Z}_a + \mathcal{Z}_c \; ; \; \mathcal{Z}_4 = \mathcal{Z}_a + \mathcal{Z}_b \,. \end{array}$$

è equivalente a quello di fig. 30.

L'impedenza totale può essere calcolata in base alla regola precedente: si ha infatti:

$p = 5 \; , \; n = 4$ per cui $p - n + 1 = 2$ e $p - n + 2 = 3$

Si può scrivere ora immediatamente:

$$\text{(IX)} \quad \mathcal{Z} = \frac{\mathcal{Z}_1 \mathcal{Z}_2 \mathcal{Z}_3 + \mathcal{Z}_1 \mathcal{Z}_2 \mathcal{Z}_4 + \mathcal{Z}_1 \mathcal{Z}_2 \mathcal{Z}_5 + \mathcal{Z}_1 \mathcal{Z}_3 \mathcal{Z}_5 + \mathcal{Z}_1 \mathcal{Z}_4 \mathcal{Z}_5 + \mathcal{Z}_2 \mathcal{Z}_3 \mathcal{Z}_4 + \mathcal{Z}_2 \mathcal{Z}_4 \mathcal{Z}_5 + \mathcal{Z}_3 \mathcal{Z}_4 \mathcal{Z}_5}{\mathcal{Z}_1 \mathcal{Z}_3 + \mathcal{Z}_1 \mathcal{Z}_4 + \mathcal{Z}_1 \mathcal{Z}_5 + \mathcal{Z}_2 \mathcal{Z}_3 + \mathcal{Z}_2 \mathcal{Z}_4 + \mathcal{Z}_2 \mathcal{Z}_5 + \mathcal{Z}_3 \mathcal{Z}_4 + \mathcal{Z}_3 \mathcal{Z}_5}$$

Dal numeratore sono esclusi i prodotti $\mathcal{Z}_1 \mathcal{Z}_3 \mathcal{Z}_5$ e $\mathcal{Z}_2 \mathcal{Z}_3 \mathcal{Z}_5$ perchè le loro combinazioni complementari sono formate da impedenze che collegano i poli di riferimento; dal denominatore sono esclusi i prodotti $\mathcal{Z}_1 \mathcal{Z}_2$ e $\mathcal{Z}_4 \mathcal{Z}_5$ perchè le loro combinazioni complementari risultano da impedenze formanti circuito chiuso.

Sostituendo nella (IX) i valori dati dalle (VIII) e semplificando, si ottiene:

$$\text{(X)} \quad \mathcal{Z} = \frac{8 \mathcal{Z}_a \mathcal{Z}_b \mathcal{Z}_c + 3 \mathcal{Z}^2_a \mathcal{Z}_b + \mathcal{Z}_a \mathcal{Z}^2_b + 3 \mathcal{Z}^2_a \mathcal{Z}_c + \mathcal{Z}_a \mathcal{Z}^2_c + 2 \mathcal{Z}^2_b \mathcal{Z}_c + \mathcal{Z}_b \mathcal{Z}^2_c + \mathcal{Z}^3_a}{4 \mathcal{Z}_a \mathcal{Z}_b + 2 \mathcal{Z}_b \mathcal{Z}_c + 4 \mathcal{Z}_a \mathcal{Z}_c + 3 \mathcal{Z}^2_a + \mathcal{Z}^2_b + \mathcal{Z}^2_c}$$

Dividendo numeratore e denominatore per $\mathcal{Z}_a^3 \mathcal{Z}_b^2 \mathcal{Z}_c^2$ e tenendo

Supponiamo che tra i poli del circuito in questione, agisca un'onda di tensione che sia espressa in funzione del tempo dall'equazione seguente:

$$\mathcal{V}(t) = 1{,}025 \cdot 10^6 \left(e^{-0{,}05 \cdot 10^6 t} - e^{-15 \cdot 10^6 t}\right) 1(t)$$

Questa onda di tensione è tale che per raggiungere il suo valore massimo impiega 0,4 microsecondi, e per raggiungere un valore metà di quello massimo impiega 14 microsecondi: è per questo motivo che talvolta si dice che la $\mathcal{V}(t)$ è un'onda del tipo 0,4 — 14, infatti, questi due valori, unitamente alla condizione che la $\mathcal{V}(t)$ è unidirezionale e formata dalla somma di due termini esponenziali, sono sufficienti a caratterizzarla in modo completo.

Per applicare il teorema dello sviluppo cominciamo col risolvere l'equazione che si trova a denominatore nell'espressione di $\mathcal{Y}$. I coefficienti sono riportati nella tabella a pagina seguente.

Le radici sono tutte reali, e ciò era prevedibile dato che il circuito in esame contiene soltanto resistenze e capacità; inoltre la condizione di estinzione esige che i segni di tutte le radici siano —. Il procedimento esposto nell'Appendice A permette di ricavare subito i valori delle radici che, in ordine di valore assoluto decrescente, indicheremo con α_1 ; α_2 ; α_3 ; α_4 rispettivamente.

(18) Notevole la relazione di reciprocità rispetto alle regole precedenti.

$$\log \alpha_1 = \frac{1}{128} \log (8{,}608 \cdot 10^{908}) \quad ; \quad \alpha_1 = -1{,}262 \cdot 10^7$$

$$\log \alpha_2 = \frac{1}{128} \log \left(\frac{10{,}678 \cdot 10^{1806}}{8{,}608 \cdot 10^{908}} \right) \quad ; \quad \alpha_2 = -1{,}0384 \cdot 10^7$$

$$\log \alpha_3 = \frac{1}{128} \log \left(\frac{5{,}2445 \cdot 10^{2486}}{10{,}678 \cdot 10^{1806}} \right) \quad ; \quad \alpha_3 = -2{,}042 \cdot 10^5$$

$$\log \alpha_4 = \frac{1}{128} \log \left(\frac{1{,}38867 \cdot 10^{2984}}{5{,}2445 \cdot 10^{2846}} \right) \quad ; \quad \alpha_4 = -7{,}6932 \cdot 10^3$$

Radici di Enke	Coefficienti dell'incognita				
	x^4	x^3	x^2	x^1	x^0
α	1	$2{,}3215 \cdot 10^{7}$	$1{,}3591 \cdot 10^{14}$	$2{,}7805 \cdot 10^{19}$	$20{,}588 \cdot 10^{22}$
α^2	1	$2{,}67116 \cdot 10^{14}$	$1{,}718056 \cdot 10^{28}$	$7{,}17156 \cdot 10^{38}$	$42{,}3866 \cdot 10^{45}$
α^4	1	$3{,}69898 \cdot 10^{28}$	$2{,}948769 \cdot 10^{56}$	$51{,}2856 \cdot 10^{76}$	$17{,}9662 \cdot 10^{92}$
α^8	1	$7{,}78491 \cdot 10^{56}$	$8{,}695235 \cdot 10^{112}$	$2{,}630158 \cdot 10^{155}$	$3{,}22784 \cdot 10^{186}$
α^{16}	1	$4{,}3214 \cdot 10^{113}$	$75{,}6071 \cdot 10^{224}$	$6{,}91773 \cdot 10^{310}$	$10{,}41897 \cdot 10^{372}$
α^{32}	1	$17{,}162356 \cdot 10^{226}$	$57{,}16435 \cdot 10^{450}$	$47{,}8549 \cdot 10^{620}$	$1{,}08555 \cdot 10^{746}$
α^{64}	1	$2{,}93403 \cdot 10^{454}$	$32{,}67763 \cdot 10^{902}$	$2{,}2901 \cdot 10^{1243}$	$1{,}17842 \cdot 10^{1492}$
α^{128}	1	$8{,}608475 \cdot 10^{908}$	$10{,}67827 \cdot 10^{1806}$	$5{,}2445 \cdot 10^{2486}$	$1{,}38867 \cdot 10^{2984}$

A questo punto si può applicare senz'altro la formola (52) del cap. VI la quale, se si pone:

$$k = 1{,}025 \cdot 10^5 \quad ; \quad a = -0{,}05 \cdot 10^6 \quad ; \quad b = -15 \cdot 10^6$$

diventa:

$$\mathcal{J}(t) = k \left[\frac{M(a)}{N(a)} e^{at} + \frac{M(b)}{N(b)} e^{bt} + \sum_{i=1}^{i=4} \frac{a-b}{(\alpha_i - a)(\alpha_i - b)} \cdot \frac{M(\alpha_i)}{N'(\alpha_i)} e^{\alpha_i t} \right]$$

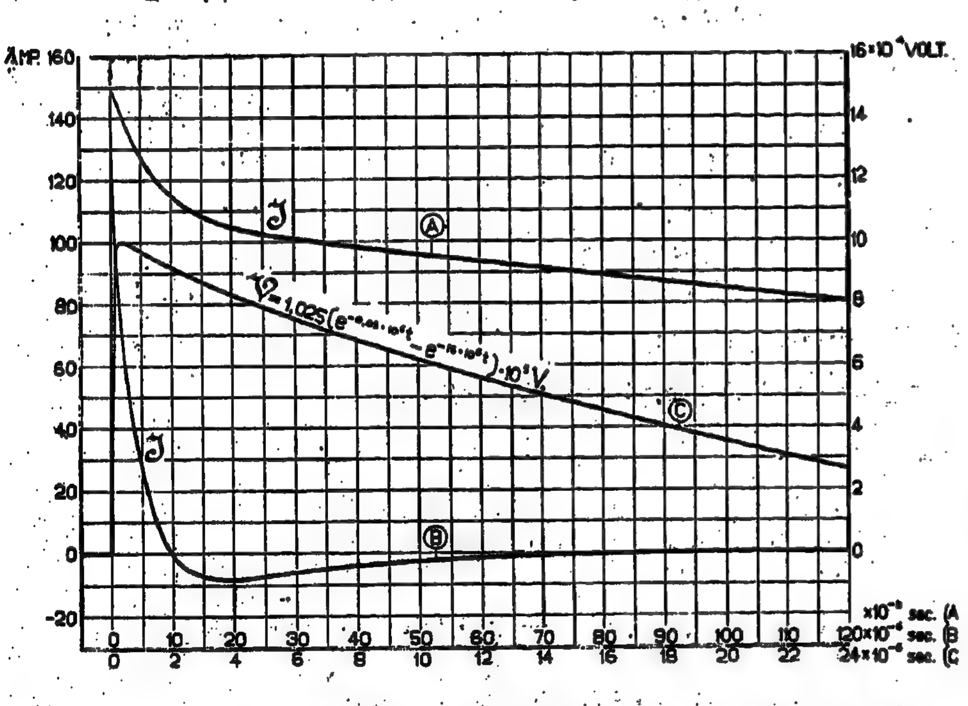


Fig. 32. — Rappresentazione grafica della corrente nel circuito della fig. 30 quando esso è sollecitato dall'onda di tensione $V(t)$ del tipo 0.4 — 14 μ sec e le costanti sono quelle precisate nell'esempio numerico.

La corrente $I(t)$ è rappresentata su due scale diverse per mettere in evidenza il suo andamento iniziale.

Introducendo i valori trovati si ha:

$$\frac{M(a)}{N(a)} = -282{,}123 \cdot 10^{-6}$$

$$\frac{M(b)}{N(b)} = -359{,}83 \cdot 10^{-6}$$

e

$$\frac{a-b}{(\alpha_i - a)(\alpha_i - b)} \cdot \frac{M(\alpha_i)}{N'(\alpha_i)} = \varphi(\alpha_i):$$

$$\varphi(\alpha_1) = 37{,}24 \cdot 10^{-6}$$

$$\varphi(\alpha_2) = 8{,}59 \cdot 10^{-6}$$

$$\varphi(\alpha_3) = 1432 \cdot 10^{-6}$$

$$\varphi(\alpha_4) = -0{,}001645 \cdot 10^{-6}$$

L'espressione finale della $\mathcal{J}(t)$ risulta quindi:

$$\mathcal{J}(t) = 1{,}025 \left\{ -28{,}21 \, e^{-0{,}05 \cdot 10^6 t} + 35{,}983 \, e^{-15 \cdot 10^6 t} + 3{,}724 \, e^{-1{,}262 \cdot 10^7 t} + 0{,}859 \, e^{-1{,}0384 \cdot 10^7 t} + 134{,}23 \, e^{-2{,}042 \cdot 10^5 t} - 1{,}645 \cdot 10^{-4} e^{-7{,}695 \cdot 10^3 t} \right\}$$

L'esattezza di questo risultato, può essere controllata mediante i procedimenti indicati nel cap. VIII. È facile verificare infatti che il valore iniziale della $\mathcal{J}(t)$ coincide con quello calcolato mediante la formola:

$$\mathcal{J}(0) = k \, \alpha_0 \frac{a_1}{b_1} \quad \text{dove} \quad k = \left[\frac{\partial \mathcal{V}(t)}{\partial t} \right]_{t=0}$$

e la derivata iniziale coincide con:

$$\left[\frac{\partial \mathcal{J}(t)}{\partial t} \right]_{t=0} = \left[\beta_0 \frac{a_1}{b_1} + \frac{\alpha_0}{b_1} \left(a_2 - b_2 \frac{a_1}{b_1} \right) \right] k$$

dove:

$$\beta_0 = \left[\frac{\partial^2 \mathcal{V}(t)}{\partial t^2} \right]_{t=0}$$

Rimane così dimostrata con un esempio pratico l'utilità che presentano gli sviluppi del cap. VIII nei calcoli numerici.

In fig. 32 è rappresentato su diverse scale l'andamento delle funzioni $\mathcal{V}(t)$ ed $\mathcal{J}(t)$ in ragione del tempo.

L'esempio trattato si riferisce come abbiamo detto allo studio di un sistema di protezione delle linee contro le sovratensioni introdotto dal Ledoux ([19]) e consistente in una serie di condensatori immersi in un mezzo conduttore di alta resistività: non mi risulta che lo studio quantitativo delle proprietà di un tale sistema di protezione sia stato mai intrapreso. Sull'argomento conto di ritornare in sede più opportuna.

Estensione delle regole precedenti al caso in cui alcuni rami del circuito sono accoppiati induttivamente.

Indicheremo con la notazione $\mathcal{Z}_{\alpha\beta}$ la mutua impedenza generalizzata $\Delta M_{\alpha\beta}$, esistente tra due rami la cui autoimpedenza è $\mathcal{Z}_\alpha$ $\mathcal{Z}_\beta$ rispettivamente.

Anche in questo caso, l'impedenza generalizzata del circuito può essere determinata direttamente in base alla regola seguente:

Si scrive il determinante:

$$D = \begin{vmatrix} \mathcal{Z}_1 & \mathcal{Z}_{12} & \mathcal{Z}_{13} \ldots \ldots \mathcal{Z}_{1n} \\ \mathcal{Z}_{21} & \mathcal{Z}_2 & \mathcal{Z}_{23} \ldots \ldots \mathcal{Z}_{2n} \\ \mathcal{Z}_{31} & \mathcal{Z}_{32} & \mathcal{Z}_3 \ldots \ldots \mathcal{Z}_{3n} \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ \mathcal{Z}_{n1} & \mathcal{Z}_{42} & \mathcal{Z}_{43} \ldots \ldots \mathcal{Z}_n \end{vmatrix}$$

ed il risultato che si otterrebbe se le mutue impedenze non esistessero, avendo cura però di sostituire sia in $P(\mathcal{Z})$ che in $Q(\mathcal{Z})$ a ciascun prodotto il determinante di cui esso è la diagonale principale.

Ad es. al prodotto $\mathcal{Z}_1 \mathcal{Z}_2 \mathcal{Z}_n$ si dovrebbe sostituire il determinante:

$$\begin{vmatrix} \mathcal{Z}_1 & \mathcal{Z}_{12} & \mathcal{Z}_{1n} \\ \mathcal{Z}_{21} & \mathcal{Z}_2 & \mathcal{Z}_{2n} \\ \mathcal{Z}_{n1} & \mathcal{Z}_{n2} & \mathcal{Z}_n \end{vmatrix}$$

È ovvia l'estensione al caso in cui sono date le ammettenze generalizzate invece delle impedenze corrispondenti.

([19]) C. Ledoux: « Ondes mobiles » - R. G. E., 19 novembre - 24 décembre 1927.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

L'Azienda di Stato per i Servizi Telefonici. — Dalla Relazione ufficiale per l'esercizio 1933-34 della Azienda, ricaviamo le seguenti notizie di interesse generale.

Consistenza della Rete Telefonica Statale.

Al 30 giugno 1934 la rete telefonica dell'Azienda utilizzabile per traffico statale era così costituita:

Circuiti aerei:		
Internazionali	N. 30 per km di circuito in territorio italiano	2.763
Interurbani:		
reali	» 128 » » » »	23.678
virtuali	» 8 » » » »	698
ad alta frequenza	» 12 » » » »	4.616
Totale	N. 178 per km di circuito	31.756
Circuiti in cavo:		
Internazionali	N. 74 per km di circuito in territorio italiano	14.261
Interurbani:	» 280 » » » »	109.534
Totale	N. 354 per km di circuito	123.795

Collegamento radiotelefonico Continente-Sardegna:

Fra i terminali km 277.

Complessivamente si avevano quindi in servizio:

N. 104 circuiti internazionali con uno sviluppo in territorio italiano di	km 17.024
N. 429 circuiti interurbani reali e virtuali per un complessivo sviluppo di	» 138.803
Totale	km 155.827

Rete musicale ad uso dell'E.I.A.R. — La rete dei circuiti musicali e di servizio in uso dell'E.I.A.R. è stata aumentata con il collegamento a Milano della stazione radio emittente di Bolzano.

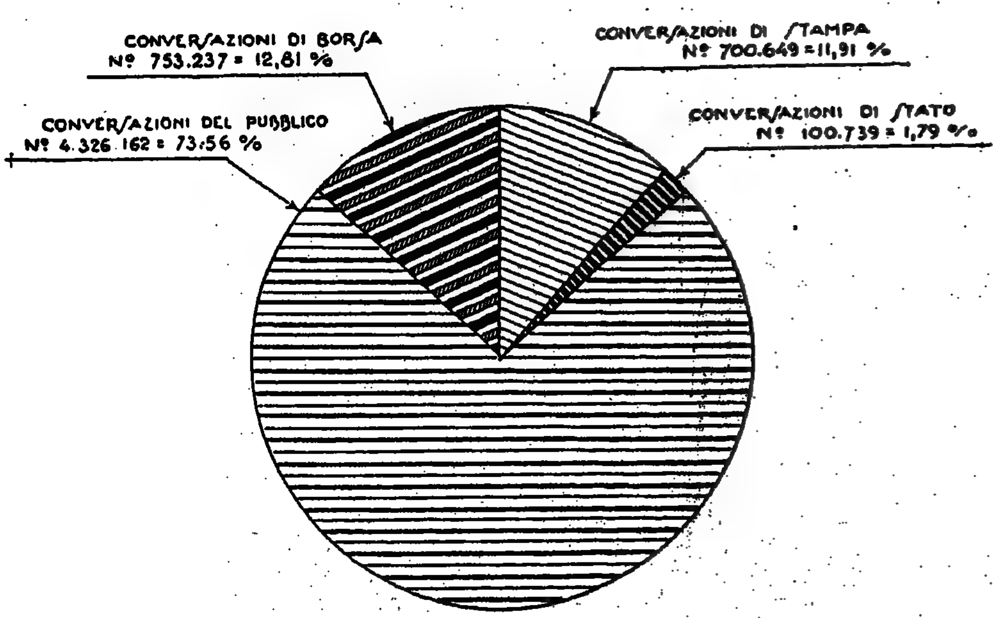


Fig. 1. — Distribuzione per categorie del traffico telefonico interurbano.

Per tale collegamento si è in primo tempo utilizzato un impianto ad alta frequenza sovrapposto ad un circuito aereo statale fra Milano e Bolzano.

Successivamente, in seguito all'attivazione del nuovo cavo interurbano dell'azienda posato fra Trento e Bolzano, le apparecchiature dell'alta frequenza sono state trasportate da Bolzano a Trento, cosicchè il collegamento musicale fra Milano e Bolzano è rimasto stabilito a mezzo dell'alta frequenza Milano-Trento prolungata fino a Bolzano con la coppia schermata esistente nel cavo interurbano Trento-Bolzano.

Gli altri collegamenti dell'E.I.A.R. sono rimasti immutati.

Impianti ad alta frequenza. — Le apparecchiature dell'impianto ad alta frequenza fra Napoli e Bari, resesi disponibili con l'attivazione del cavo interurbano Napoli-Bari, sono state utilizzate per formare una comunicazione diretta Napoli-Taranto, costituita da circuito in cavo fra Napoli e la stazione amplificatrice di Potenza e da circuito ad alta frequenza fra la stazione stessa a Taranto.

È stato attivato l'impianto ad alta frequenza Genova-Ventimiglia che ha permesso la realizzazione di 2 circuiti diretti Genova-Nizza e un circuito Genova-Marsiglia.

L'impianto ad alta frequenza tra Milano e Venezia è stato trasferito tra Pola e Trieste.

Servizio telefonico e radiotelefonico Sardegna-Continente.

Collegamento in cavo sottomarino. — Il servizio si è sempre svolto in modo normale.

Sono stati eseguiti diversi esperimenti per la realizzazione di una seconda comunicazione telefonica (a correnti portanti) sullo

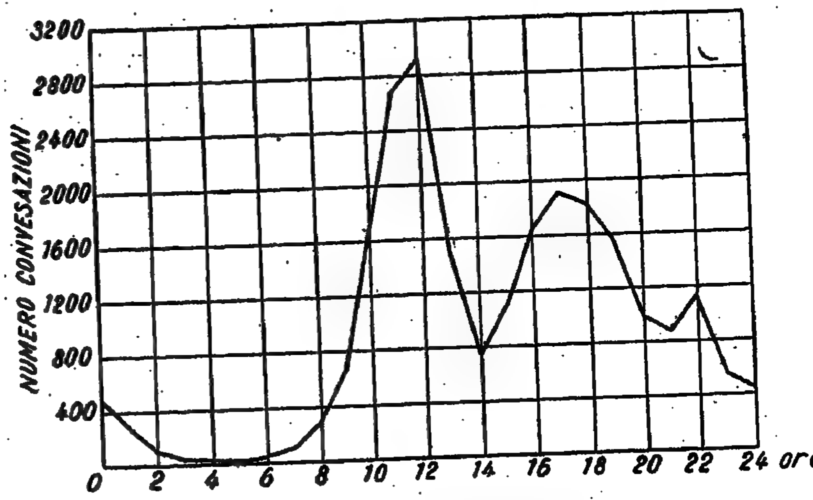


Fig. 2. — Andamento medio del traffico interurbano giornaliero sulle linee dell'Azienda.

stesso cavo sottomarino. Il risultato è stato soddisfacente, tanto che tra non molto saranno iniziati i lavori di montaggio delle apparecchiature all'uopo necessarie.

Collegamento radiotelefonico. — In data 29 luglio 1933 sono entrate in servizio le nuove apparecchiature installate dalla Compagnia Marconi che permettono di lavorare su di una lunghezza d'onda che garantisce in modo continuativo la regolarità delle comunicazioni, tanto che dalla data di attivazione non si è registrata alcuna interruzione di servizio imputabile a deficienza di condizioni di propagazione.

Il traffico via Ponte Radio, dopo l'attivazione del sopradetto impianto, è notevolmente aumentato; il numero totale delle conversazioni è passato da 112 del mese di luglio 1934, in cui era in servizio

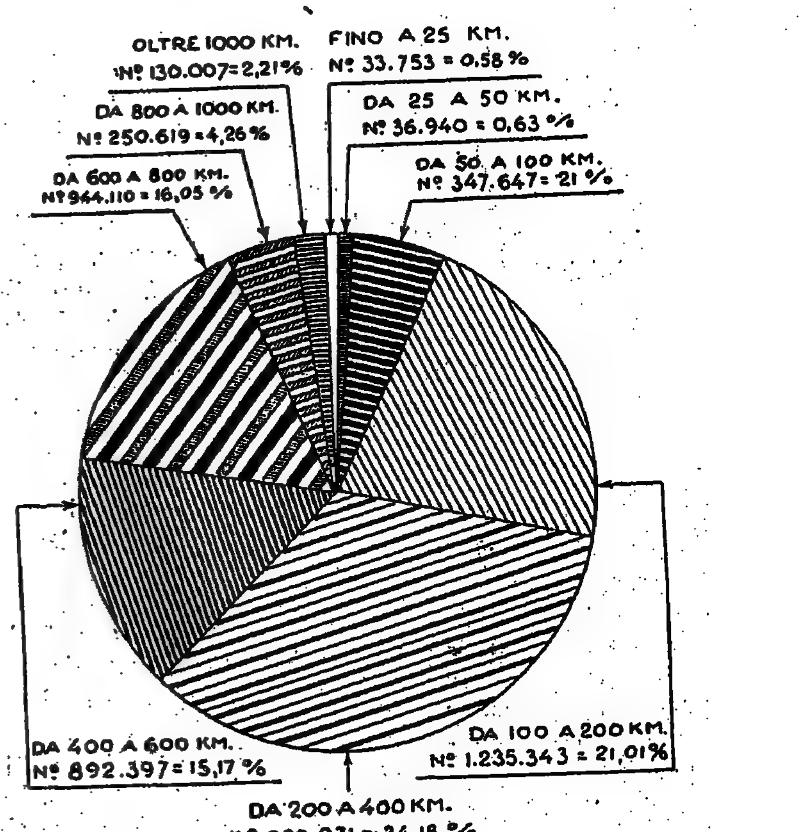


Fig. 3. — Percentuale delle conversazioni interurbane ripartite per distanza.

soltanto il vecchio impianto, a 483 del mese di agosto in cui è entrato in servizio il nuovo impianto, per finire poi a più di mille nel mese di novembre e successivi.

Centrali interurbane. — 1) Bari. - Si è provveduto al montaggio della nuova centrale interurbana utilizzando una parte della centrale interubana tipo Kellogg tolta d'opera a Venezia; essa è già entrata in funzione con 10 posti di lavoro equipaggiati per 30 linee interubane e 20 linee di abbonati speciali a batteria centrale.

2) Roma. - Sono in corso i lavori per una completa revisione della centrale interurbana.

3) Livorno. - Si sono iniziate pratiche per ampliare la centrale interurbana di 3 posti di lavoro.

4) Messina. - È stata attivata una nuova stazione di energia per la centrale interurbana e per l'impianto ad alta frequenza. È allo studio l'ampliamento della centrale interurbana di 6 posti di lavoro.

5) Milano. - È allo studio l'ampliamento della centrale interurbana che, per far fronte alle prevedibili esigenze del traffico,

ha bisogno di altri 36 posti di lavoro. Sono stati approvati i lavori per un impianto pneumatico destinato alla distribuzione e raccolta dei cartellini delle conversazioni sulle tavole interurbane statali.

6) TORINO. - Si sono iniziate pratiche per ampliare la centrale interurbana di 4 posti di lavoro.

7) TRIESTE. - La centrale interurbana deve essere ampliata di 44 posti di lavoro. Insieme con tale ampliamento si è colta l'occasione per studiare la trasformazione della centrale allo scopo di renderla atta a funzionare secondo i sistemi più moderni della tecnica telefonica, in modo da avere, con la multiplicazione generale di tutte le linee e relativi segnali, la possibilità di disimpegnare il servizio con un numero di operatrici qualunque, e cioè la concentrazione automatica del traffico.

8) GENOVA. - È stata attivata la nuova centrale interurbana che la Società Telefonica Tirrena ha impiantato nel suo palazzo di via Maragliano e che è stata prevista per soddisfare alle esigenze tanto del servizio statale, quanto del servizio sociale.

L'impianto è dotato di un commutatore di tipo modernissimo, con multiplicazione generale di tutte le linee e dei relativi segnali, e tutto il servizio può essere disimpegnato indifferentemente da una qualsiasi operatrice, o da un qualunque numero di esse, avendosi la concentrazione automatica del traffico.

I posti di lavoro sono equipaggiati per il comando automatico diretto delle comunicazioni nella rete di Genova.

La registrazione delle comunicazioni viene eseguita a mezzo di timbratori speciali, ed ogni coppia di cordoni è munita inoltre di un cronoscopio di controllo.

Il trasporto dei cartellini di registrazione delle comunicazioni è compiuto con sistema pneumatico, esteso a tutti i posti di lavoro.

Le predette tavole di transito sono state munite inizialmente di 6 amplificazioni sui cordoni, che potranno venire aumentati, previ accordi tra Azienda e Società in relazione alle esigenze del traffico di transito fra linee statali, sociali o miste. L'Azienda e la Società provvedono separatamente all'esercizio delle tavole di commutazione cui sono allacciate rispettivamente le linee statali e le linee sociali, nonchè all'esercizio dei distinti tavoli di sorveglianza impiantati in sala di commutazione per il servizio statale e per quello sociale.

Sono esercitate in comune le tavole di transito.

PROSEGUIMENTO DEI LAVORI DELLA RETE TELEFONICA NAZIONALE IN CAVI SOTTERRANEI

Tratta Bari-Napoli. — Si è provveduto alla posa di circa un chilometro di *feeder* nella località Pagani fra Napoli e Salerno.

Tratta Reggio di Calabria-Mili Marina. — Sono stati posati tre cavi sottomarini fra Reggio Calabria e Mili Marina. Detti cavi del tipo a tre bicoppie hanno la lunghezza complessiva di km 46,670.

Tratta Mili Marina-Palermo. — I lavori per la posa del cavo in detta tratta iniziati verso la fine dell'anno 1932 sono stati ultimati.

La lunghezza del cavo sotterraneo posato è di circa km 146 dei quali km 12 a 49 bicoppie più 1 coppia schermata sulla tratta Mili Marina-Catania e di km 134 a 39 bicoppie più 1 schermata sulla tratta Catania-Palermo.

È stata eseguita la canalizzazione di Palermo lunga complessivamente m 3.037.

Cavo Trento-Bolzano. — Nel mese di marzo si sono iniziati i lavori di costruzione delle sedi del cavo Trento-Bolzano.

Il cavo è stato attivato al pubblico servizio il 10 ottobre 1934.

Cavo Torino-Modane. — Alla fine del novembre 1933 si è iniziata la costruzione della canalizzazione in grès a 2 fori in Torino.

Sono stati eseguiti metri lineari 2.848 di canalizzazione.

Cavo Milano-Casteggio (2° cavo). — Nel mese di maggio 1934 si è iniziata la canalizzazione di Milano.

Centrali amplificatrici. — Gli edifici per le Centrali amplificatrici di Atena, Potenza e Gravina e quelli per le centrali della tratta Atena-Reggio di Calabria sono stati completamente ultimati.

In essi è stato anche eseguito il montaggio delle apparecchiature telefoniche e degli impianti ausiliari.

SERVIZIO TELEFONICO INTERNAZIONALE.

Durante l'esercizio 1933-34 il traffico telefonico internazionale è stato esteso ai seguenti Stati: Isole Filippine, Congo Belga, Algeria, Tunicia, Turchia, Grecia, Paraguay, Siria, Isole Bahama.

Sono in corso pratiche per attivare il servizio con gli Stati dell'America Centrale e cioè: Costarica, Guatemala, Nicaragua, Panama.

TRAFFICO DELLA RETE DELL'AZIENDA DI STATO.

Il traffico svoltasi sulle linee dell'Azienda nell'esercizio 1933-34 comprende 5.880.787 conversazioni accettate per l'interno e 1.586.580 conversazioni internazionali; in totale n. 7.467.367.

Nell'esercizio precedente si ebbero invece n. 5.556.923 conversazioni interurbane e n. 1.493.734 conversazioni internazionali per un totale di n. 7.050.657 conversazioni.

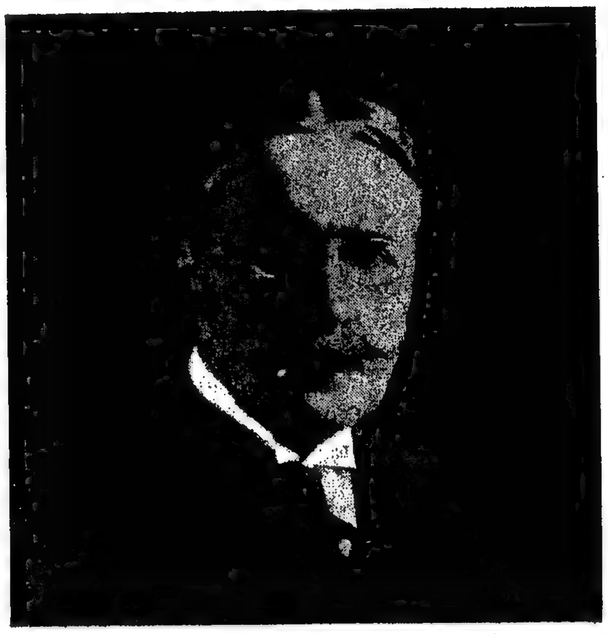
Nell'esercizio 1933-34 il traffico, nel complesso, è stato superiore di n. 416.710 conversazioni così ripartite: n. 323.864 interurbane e n. 92.846 internazionali.

*

La morte di Michele Pupin. — È giunta notizia che il 12 marzo scorso Michele Pupin, moriva nella età di 77 anni; era nato a Idvon in Serbia nel 1858.

Il nome di Michele Pupin è associato sovratutto allo sviluppo della telefonia interurbana che deve a Lui gli studi teorici e sperimentali, mediante i quali la propagazione delle correnti telefoniche venne resa possibile a grandi distanze. Mentre la fatale ed incessante evoluzione del progresso sta per mutare radicalmente la tecnica della telefonia a grande distanza e sta per rendere tutto il precedente periodo, caratterizzato dalle invenzioni di Pupin, come transitorio, scompare questo insigne scienziato, la cui vita è anche un meraviglioso esempio di geniale tenacità.

Il Pupin, figlio di poveri contadini, dopo aver avuti i primi rudimenti della sua educazione nella scuola del villaggio nativo, avendo dimostrato particolari attitudini allo studio, potè andare a Praga per la preparazione a scuole superiori.



Nel 1874, appena sedicenne, emigrò negli Stati Uniti d'America, accumunato al flusso umano che l'emigrazione spingeva, particolarmente in quell'epoca, attraverso l'Atlantico.

Il Pupin stesso narra nella sua autobiografia «Da emigrato ad inventore» le dolorose sue vicende nei primi cinque anni di lotta per l'esistenza da lui combattuta in quel paese, durante i quali egli seppe, per l'intenso amore allo studio, non solo continuare come autoditatta la sua istruzione nelle scienze matematiche e fisiche, ma pure raggranellare tanto che bastò per accedere al Columbia College, quella istituzione alla quale egli dedicò la sua intiera attività scientifica e che non abbandonò più se non per un periodo di perfezionamento a Cambridge ed a Berlino, dove ebbe il titolo di Dottore in filosofia.

Nel 1889 era nominato istruttore della Columbia University, dove iniziava la sezione della Ingegneria Elettrica.

L'attività del Pupin è associata alle più importanti scoperte nel campo delle comunicazioni elettriche quale vero pioniere. I primi studi del Pupin furono dedicati al fenomeno del passaggio della elettricità attraverso i gas rarefatti.

Nel 1892 egli si occupò della risonanza dei circuiti elettrici per la analisi sperimentale delle correnti alternate complesse ed inventò il principio dell'accordo per risonanza tra i circuiti elettrici, che costituì poi uno dei fondamenti delle radio comunicazioni; i suoi brevetti su questo sistema furono acquistati dalla American Marconi Wireless Co.

Nel 1895-96 Pupin fu il primo a studiare ed inventare un rettificatore (elettronico) e ad indicare il principio della rettificazione delle correnti ad alta frequenza. Tale sistema divenne poi fondamentale per la ricezione dei segnali radiotelegrafici.

La sua maggiore invenzione è stata quella della appropriata inserzione delle bobine di induttanza nelle linee telefoniche per diminuirne la attenuazione e la distorsione.

Questa invenzione che data dal 1899, è veramente da segnalare nella storia della scienza perchè fu la risultante di teorie matematiche e di ricerche sperimentali che confermarono dette teorie e diedero a queste una larga applicazione. In un suo memorabile scritto sul progresso delle comunicazioni elettriche il Pupin definisce la sua opera di convincimento verso i telefonisti di dare applicazione, colla sua invenzione, alle teorie del Maxwell e del Heaviside, come un'opera missionaria, per la pazienza e la fatica che gli costò il vincere pregiudizi derivanti dalla non precisa conoscenza della propagazione delle correnti telefoniche.

Mediante i ben noti paralleli meccanici dei fenomeni vibratori da lui istituiti, egli riuscì a persuadere i tecnici di allora, e ad ottenere dalla Bell Telephon Co. che fosse sperimentato in larga scala il suo sistema.

Al Pupin spettano i primi perfezionamenti delle bobine alle

quali è associato il suo nome, colla loro costruzione a nucleo di ferro toroidale, ulteriormente perfezionata da successivi inventori sia costruttivamente che coll'uso di leghe speciali.

Il Pupin diede altri notevoli contributi allo studio della propagazione delle correnti variabili, con lavori aventi essenzialmente carattere teorico.

Recentemente aveva fornito gli elementi per il calcolo dei circuiti a caratteristiche non uniformi, quali modernamente si impiegano nei cavi telefonici e telefonici sottomarini.

Di altri campi della fisica il Pupin si occupò ancora, ed è da segnalare come immediatamente dopo la scoperta dei raggi X egli apportasse a questa importante applicazione due fondamentali contributi: quello della scoperta del fenomeno della radiazione dei raggi X secondari, che servì di base a ulteriori progressi di questa tecnica, e quello dell'uso dello schermo fluorescente per le fotografie di tali raggi.

Michele Pupin fu un maestro nel più alto senso della parola, tenendo in modo continuo e diligente l'insegnamento delle teorie della elettricità, esprimendo frequentemente in memorie di alto valore scientifico nuove idee e calcoli ed infine partecipando con discorsi e scritti di eletta volgarizzazione, alla divulgazione dei principi scientifici.

Ebbe dal mondo scientifico i maggiori onori, con cariche e premi, in riconoscimento delle sue veramente grandi benemerenze verso il progresso civile.

Gli elettrotecnici italiani nell'apprendere la notizia della scomparsa dell'insigne Uomo il cui nome vivrà lungamente oltre la soglia della tomba, si associano a questo grave lutto che colpisce la scienza.

e. s.

NOTE LEGALI

Giurisprudenza sul tema di energia elettrica.

Contratto di Fornitura.

« È valido il patto con il quale l'utente di energia elettrica si impegna per tutta la durata della fornitura al pagamento di un minimo di consumo mensile, e, nella ipotesi di interruzione o sospensione della fornitura, al pagamento immediato di tutte le rate mensili ancora da scadere.

« Non costituisce caso di forza maggiore, che autorizzi la risoluzione ante tempus di un contratto di fornitura di energia elettrica, la necessità dell'utente di abbandonare i locali nei quali veniva fornita l'energia, qualora tale necessità dipenda da intervenuta scadenza del contratto d'affitto dei locali stessi. - art. 1226 c. c. ».

(C. Appello di Milano 13 febbraio 1934 - Mon. Trib. 1935 p. 177).

« La clausola contenuta in un contratto di somministrazione di energia elettrica di durata novennale, per la quale ad ogni triennio l'utente possa domandare la revisione del contratto stesso *per sue nuove esigenze*, non può essere interpretata nel senso che nelle *nuove esigenze* si debbano comprendere le mutate condizioni del mercato che rendono più gravosa per l'utente l'esecuzione del contratto - art. 1454 c. c. ».

(C. Appello di Milano 3 gennaio 1935 - Mon. Trib. 1935 p. 221).

Fallimento.

« Nel caso di fallimento dell'utente di un contratto di fornitura di energia elettrica, quantunque sia stata stipulata la clausola di consumo minimo garantito, l'impresa fornitrice non ha diritto, ove il curatore non intenda proseguire l'esecuzione del contratto, di essere ammessa al passivo per l'importo dei canoni minimi di consumo dovuti per tutta la durata del contratto.

« Qualora nel contratto di somministrazione di energia elettrica sia stata pattuita la clausola per cui l'utente s'impegna al consumo di un minimo garantito per tutta la durata del contratto, e sia pure stata pattuita la clausola risolutiva espressa per il mancato pagamento dei canoni, il fornitore ha diritto nel caso di fallimento dell'utente, e ancorchè questo non consumi più energia, di insinuare al passivo il suo credito per l'intiero importo dei canoni minimi di consumo dovuti per la durata del contratto, a condizione però che l'utente fosse in mora coi pagamenti già prima della dichiarazione di fallimento, e avesse conseguentemente dato luogo alla risoluzione del contratto.

« È giudizio di fatto incensurabile in Cassazione quello del giudice di merito che abbia accertata la avvenuta risoluzione di un contratto (nella specie, di un contratto di fornitura di energia elettrica a seguito del taglio dei fili operato dalla fornitrice) ».

(C. Cassazione 20 luglio 1934 - Mon. Trib. 1935 p. 164).

« Nel caso di fallimento dell'utente di un contratto di fornitura di energia elettrica nel quale sia stata stipulata la clausola di consumo minimo garantito, l'impresa fornitrice ha diritto, ove il curatore non intenda proseguire l'esecuzione del contratto, di essere ammessa al passivo per l'importo dei canoni minimi di consumo dovuti per tutta la durata del contratto - art. 701 Cod. Comm. - art. 1172 c. c. ».

(C. Cassazione 24 luglio 1934 - Mon. Trib. 1935 p. 166).

Furto.

« Costituisce furto aggravato per uso di violenza sulle cose la sottrazione di energia elettrica attuata mediante derivazione abusiva a mezzo di un filo collegato alla rete di distribuzione del fornitore, qualora per l'applicazione di tale derivazione sia stato necessario asportare il nastro isolante che copriva la rete stessa - art. 625 n. 2 c. p. ».

(C. Appello penale di Milano 4 ottobre 1934 - Mon. Trib. 1935 p. 199).

Furto - Truffa.

« Costituisce furto aggravato per uso di mezzo fraudolento e non truffa la sottrazione di energia elettrica compiuta dall'utente mediante alterazione dell'apparecchio di misurazione - art. 625 n. 2 c. p.

« Costituisce truffa la retrocessione del contatore operata dall'utente di energia elettrica in modo da far risultare un consumo inferiore a quello reale - art. 640 c. p. ».

(C. Cassazione penale 9 marzo 1934 - Mon. Trib. 1935 p. 198).

F. L.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

Soc. Montecatini - A.C.N.A. — *Una grande industria italiana. I coloranti sintetici.* (Un volume di cm. 24×32 di 117 pagine con molte tavole. — Senza indicazione di prezzo).

In questa elegantissima pubblicazione è illustrato il sorgere e lo svilupparsi in Italia della industria dei coloranti sintetici. Sorta, fra noi, dalla trasformazione delle fabbriche chimiche di guerra, essa è ormai giunta ad un altissimo grado di perfezionamento tecnico ed alimenta anche una notevole corrente di esportazione, in costante incremento.

Il volume documenta le tappe dello sviluppo e le mete raggiunte e illustra i principali impianti italiani e l'organizzazione generale dell'industria.

*

G. Canesi - A. Cassi Ramelli. — *Architetture luminose e apparecchi per illuminazione.* (Milano, Hoepli 1935. — Un volume di cm 22 × 29, di 108 pagine con 216 figure. — Prezzo L. 80).

L'importanza assunta in questi ultimi tempi dalla così detta architettura luminosa ha dato luogo a manifestazioni svariatissime nelle quali le genialità e la bizzarria degli architetti specialisti ha fatto uso di tutte le risorse della tecnica più moderna ottenendo effetti decorativi spesso veramente nuovi e cospicui.

Il libro che presentiamo è una documentazione ampia e organica di quanto di meglio è stato fatto finora in questo campo. Il volume si compone quasi esclusivamente di una ricca serie di tavole, suddivise in tre categorie: architetture di esterni, architetture di interni, apparecchi per illuminazione.

Il volume che raccoglie opere di 100 architetti diversi, è presentato in una veste tipografica veramente elegante e dignitosa. Esso può essere utile fonte di informazioni e di ispirazione pei tecnici della illuminazione e per gli architetti.

*

L'Azoto e le iniziative della Montecatini in Italia e all'Estero.

In elegantissima veste tipografica la Soc. Montecatini ha pubblicato un volume di 83 pagine di cm 24×32 in cui viene illustrata l'attività svolta nel campo della fissazione dell'azoto atmosferico. Dal primo impianto eseguito col sistema Fauser nel 1923 si è arrivati oggi ad un imponente complesso produttivo il cui ultimo anello è costituito per ora dallo stabilimento di Bussi del 1933. Il fascicolo illustra brevemente l'importanza di tale industria e la sua organizzazione tecnica.

Il sistema Fauser-Montecatini si è rapidamente diffuso anche all'estero affermandosi in moltissimi Paesi e perfino in Germania che è la patria d'origine dell'industria della fissazione dell'azoto atmosferico. Il fascicolo documenta questa nuova affermazione della tecnica italiana all'estero illustrando i numerosi impianti effettuati in Europa e fuori.

*

Siegel-Nissel. — *Elektrizitätstarife* (Berlino, J. Springer 1935. — Un volume di cm 15 × 23 di 318 pagine, con 54 figure e numerose tabelle. — Prezzo, rilegato, marchi 28,50).

Il libro costituisce una trattazione organica e, per quanto possibile, completa, del problema delle tariffe dell'energia elettrica. Esso si compone di due parti, la prima di carattere generale, la seconda invece di carattere più particolare ed esemplificativo,

La prima parte si apre con un capitolo sui criteri di apprezzamento del valore dell'energia fornita rispettivamente per servizio di illuminazione, o come forza motrice o per usi chimici o termici. Vengono dettagliatamente analizzati tutti gli elementi che entrano ad influenzare il costo di produzione e di distribuzione dell'energia, e l'influenza relativa di essi sul costo finale complessivo.

Nella seconda parte sono invece illustrate anzitutto alcune forme tipiche di tariffe e i criteri informativi delle tariffe scalari o discrezionali. Infine sono fornite notizie sulle tariffe in uso in tutti gli Stati europei e nell'America. Sebbene, a giudicare da quanto è detto per l'Italia, questa ultima parte sia lontana dall'essere completa, tuttavia essa costituisce una fonte di informazioni notevolissima.

Il libro è arricchito da una grande quantità di esempi numerici e da frequenti tabelle. Esso merita di essere largamente conosciuto fra i tecnici che devono occuparsi di questi problemi.

SUNTI E SOMMARI (*)

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

I nuovi relais Oerlikon. (Bull. Oerlikon, settembre-ottobre 1934, pag. 881-884, con 9 fig.). **3 e**

Vengono descritti anzitutto relais a massima corrente che possono prestarsi ad una protezione selettiva di reti ramificate, ma non a maglie chiuse; questi tipi di relais sono semplici e sicuri ed il loro tempo di scatto diminuisce gradatamente dalla centrale fino all'estremità più lontana della rete. Il sistema meno costoso consiste in relais montati sulla linea ad alta tensione in modo che siano percorsi dalla corrente principale. Si adotta talvolta una armatura oscillante ad elettromagnete per la limitazione di corrente ed un piccolo motore a campo rotante, eccitato dalla stessa elettrocalamita per la temporizzazione; il dispositivo non conviene per basse frequenze o per reti a corrente continua. Un perfezionamento notevole si è ottenuto nel nuovo relais descritto, il quale comprende un circuito magnetico con due armature montate in serie, disposte in modo che il circuito magnetico presenta sempre un solo intraferro prima che ciascuna delle armature si sposti. L'induttanza varia quindi assai poco e si ottiene quindi una grande sensibilità di chiamata. Altri dispositivi assicurano che la temporizzazione conservi esattamente lo stesso valore per tutte le intensità di corrente di corto circuito. Un altro relais dà la soluzione più economica della protezione a massima corrente qualora si disponga di una batteria di comando; anche questi tipi di relais hanno subito perfezionamenti recenti di dettaglio che vengono descritti. Un nuovo tipo di relais per tensioni superiori a 50.000 V presenta un consumo di soli 0,1 VA. Si tratta di un relais ad armatura girevole leggerissima su perni di pietra dura e che può essere munito di ammortizzatore a liquido; esso richiede un contattore ausiliario e una piccola batteria. L'ultimo relais descritto è una modificazione del noto relais a disco, completato e trasformato in un relais a massima corrente che soddisfa alle maggiori esigenze moderne. Esso presenta una grande esattezza nei riguardi della temporizzazione che arriva fino ad 1 o 2 centesimi di secondo; costruttivamente l'apparecchio è abbastanza semplice ed ha anche il vantaggio di non essere soggetto ad una rotazione continua che porterebbe usura eccessiva.
Ri.

R. Edler — **Indagini sopra un elettromagnete a corrente alternata.** (E. u. M., N. 37, 16 settembre 1934, pag. 434-435, con 4 fig.). **3 a**

I risultati esposti dall'A., allo scopo di colmare una lacuna nella letteratura tecnica, dimostrano che è possibile determinare, con mezzi semplici in sala prove, tutte le grandezze atte ad individuare le particolarità costruttive ed il comportamento in esercizio degli elettromagneti a corrente alternata.
V. D Ma.

Ledoux — **Gli scaricatori parafulmine per alta e bassa tensione.** (R. G. E., 15 e 22 settembre 1934, pag. 373-87 e 403-13). **3 e**

L'A. tratta diffusamente la questione limitando tuttavia il suo esame al solo lato tecnico, relativo alla descrizione degli apparecchi e alla loro installazione. Così, accennato per sommi capi al meccanismo della scarica temporalesca, fa una rassegna dei principali sistemi di protezione e studia quindi sistematicamente i diversi tipi di parafulmine: a soffiatura normale o magnetica, ad autorigenerazione, a resistenza variabile, riportando in ciascun caso la curva caratteristica della tensione in funzione dell'intensità. Esamina pure l'influenza della qualità dei contatti terminali e delle resistenze (liquide, metalliche, «ceramiche» cioè a base grafitica o di carborundum) e chiude illustrando diffusamente alcuni scaricatori del commercio, dei quali riporta anche le prove di funzionamento, le norme per l'impianto e per la realizzazione di un efficace presa di terra.
G. Cc.

(*) Per i titoli delle riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

APPLICAZIONI AGRICOLE.

L. Zerbini — **Verso più vasti orizzonti dell'elettroagricoltura.** (L'Agricoltore Bolognese, gennaio 1935, pag. 4-10, con 6fig.). **4**

L'A. si occupa specialmente dei dispositivi di elettro-aratura, distinguendoli in due categorie: apparecchi a trazione diretta e a trazione indiretta funicolare. I primi apparecchi, del tipo a trattore hanno sempre rendimenti bassi, costo elevato, costipano eccessivamente il terreno e lavorano male in terreni umidi o bagnati. I sistemi a trazione indiretta funicolare eliminano alcuni inconvenienti ma tuttavia hanno sempre un costo rilevante ed un esercizio oneroso per ammortamenti, interessi, e mano d'opera, e in generale sono applicabili soltanto in vasti appezzamenti; dànno tuttavia indubbiamente migliori risultati di carattere agrario. Un nuovo indirizzo si è andato affermando tendendo ad abbandonare la coppia trattore-aratro, nonchè i complessi organi della trazione funicolare, adottando una aratrice vera e propria, cioè una macchina che, avendo in se stessa l'aratro, disimpegni direttamente la lavorazione del terreno. Un tipo di tale macchina, detto aratrice per aggrappamento, utilizza una fune di alaggio fissata alle estremità dell'appezzamento da arare e alla quale la macchina si aggrappa con speciali dispositivi di morse in serie che successivamente si aprono e si chiudono comandate da un motore elettrico installato sulla macchina. L'alimentazione del motore elettrico è fatta mediante un cavo Remy disteso sull'appezzamento parallelamente alla fune di alaggio; il cavo porta tre scanalature, nelle quali penetrano tre pattini portati dalla macchina, i quali arrivano così a contatto dei conduttori; il dispositivo è congegnato in modo che lo stesso organo di presa provveda a richiudere ermeticamente il cavo dopo il suo passaggio. Questo tipo di aratrice ha ingombro e peso minimo, non costipa il terreno, può lavorare anche terreni soffici; il prezzo d'acquisto, il costo d'esercizio e le spese di manutenzione sono lievi; il rendimento elettromeccanico pare che superi 0,70. Si ritiene che la aratrice ad aggrappamento possa permettere di raggiungere velocità di aratura relativamente elevata, di qualche metro al secondo.
Ri.

APPLICAZIONI TERMICHE.

N. Frati — **I forni fusori ad induzione ad alta frequenza nella metallurgia moderna.** (L'Elettrot., 15 dicembre 1934, pag. 828-832, con 12 figure). **5 b**

Vengono richiamate le notizie generali sullo sviluppo e le caratteristiche dei forni a induzione a frequenza relativamente elevata, illustrando i requisiti necessari per i gruppi convertitori di frequenza, per i condensatori destinati alla correzione del fattore di potenza e per le altre parti essenziali di un impianto di forni di tale tipo. Alcune considerazioni di indole metallurgica sono riportate per mettere in evidenza i pregi di tali forni. *Ri.*

A. Brambilla — **Le grandi caldaie elettriche per la produzione di vapore.** (L'Elettrot., 15 novembre 1934, pag. 741-747, e 25 novembre, pag. 771-777, con 27 fig.). **5 v**

Esposte alcune considerazioni circa i requisiti di una buona caldaia elettrica, vengono successivamente descritte le caratteristiche di costruzione e di funzionamento di parecchi tipi di grandi caldaie elettriche. Sono poi illustrati alcuni esempi di importanti installazioni italiane di caldaie elettriche per produzione di vapore a servizio di stabilimenti industriali. *Ri.*

APPLICAZIONI VARIE.

P. Letrilliart — **Alcuni procedimenti di frenatura elettrica di motori a corrente alternata.** (Boll. Soc. Franc., gennaio 1935, pag. 25-38, con 25 figure). **6 c**

Attualmente si tende a preferire i motori a corrente alternata a quelli a corrente continua per il comando degli apparecchi di sollevamento. A tali motori veniva attribuito lo svantaggio di prestarsi male alla frenatura elettrica. L'A. passa in rivista alcuni dispositivi recenti che eliminano l'inconveniente. Considerando dapprima il motore asincrono ad anelli e tralasciando gli schemi più noti di frenatura a contro corrente e come generatrice sincrona con eccitazione a corrente continua, illustra in particolare 3 dispositivi. Uno di essi consiste nel collegare lo statore in monofase, mettendo in parallelo 2 fasi, ed utilizzando il rotore normalmente con reostato inserito; il dispositivo permette la frenatura continua del motore anche al di sotto del sincronismo. Un altro dispositivo consiste nel connettere lo statore a V chiudendo in corto circuito su una resistenza la fase libera coll'intervento di un reostato regolatore: il dispositivo interessa solo per piccoli valori della coppia frenante. Il terzo sistema consiste nell'alimentare simultaneamente la macchina a corrente continua ed a corrente alternata connettendo la sorgente di corrente continua ad una o due fasi. Il motore ad anelli permette la frenatura continua soltanto a spese di un consumo di energia abbastanza rilevante; migliori condizioni si hanno nei motori autocompensati, con un artificio indicato dall'A. Vengono poi esaminati i motori serie discutendo 2 categorie di schemi: frena-

tura potenziometrica o reostatica. Nella prima si inseriscono resistenze nel secondario, formando un punto neutro su un reostato trifase e si inverte il senso del campo ruotante. Nella seconda si fa funzionare il motore formando un punto neutro all'uscita dello statore e lasciando aperto il primario del trasformatore del rotore chiudendo lo statore su una resistenza regolabile ed una induttanza fissa in parallelo. Per i motori shunt a doppie spazzole viene esaminata la frenatura come generatore asincrono e la frenatura reostatica usata per scopi speciali. Viene infine descritto un servomotore a corrente monofase ed a frenatura automatica che si presta a numerose applicazioni. *Ri.*

M. Lavet — **Orologi a riserva di marcia sincronizzati colle reti di distribuzione di energia.** (Boll. Soc. Franc., gennaio 1935, pag. 39-64, con 7 fig.). **6 c**

L'A. richiama anzitutto la teoria generale di Cornu sui fenomeni di sincronizzazione dei sistemi oscillanti e passa poi a studiare le proprietà dei bilanceri mantenuti in oscillazione mediante un'azione elettromagnetica dovuta ad una tensione periodica, tenendo conto delle variazioni del periodo proprio in funzione della ampiezza, e dell'influenza delle variazioni dello sfasamento del movimento sulla forza ricevuta dal bilanciere. Vengono poi descritte le particolarità degli oscillatori e degli organi motori di parecchi dispositivi recentemente proposti per realizzare il comando continuo per risonanza a una frequenza multipla di quella delle correnti alternate a frequenze industriali. Questi sistemi si applicano vantaggiosamente agli orologi sincroni azionati dal settore, pei quali l'impiego di semplici motori rotativi non riesce soddisfacente in vista delle inevitabili interruzioni della corrente di distribuzione. Accoppiando dispositivi di sincronizzazione sulla rete di distribuzione di energia coi noti meccanismi pendolari e coi ricevitori a elettromagnete si ottengono nuovi tipi di orologi molto robusti, i quali, pur usufruendo della regolazione cronometrica garantita dalle centrali, possiedono una riserva di funzionamento illimitata e possono essere rimessi a punto simultaneamente a distanza. I nuovi dispositivi di sincronizzazione che vengono descritti possono facilmente essere applicati agli orologi a pendolo esistenti. I principali sistemi di orologi sincronizzati sulla rete vengono descritti classificandoli in 3 gruppi: orologi sincronizzati con una corrente interrotta periodicamente dal movimento del bilanciere per mezzo di un orologio centrale, la cui velocità dipende dalla frequenza f della rete; orologi sincronizzati con una forza periodica di frequenza f/n fornita da un motore sincrono direttamente o con ingranaggi demoltiplicatori; orologi a bilanciere sincronizzati con una forza elettromagnetica dovuta alla tensione alternativa della rete e prodotta coll'intermediario di un motore. *Ri.*

F. Hannig — **Escavatore a cingoli con motori in corto circuito.** (E. T. Z., N. 33 del 16 agosto 1934, pag. 817-818, con 4 fig.). **6 c**

L'A. descrive la trasformazione di un escavatore su rotaie a corrente continua in escavatore a cingoli. Per l'azionamento dei cingoli si sono aggiunti nove motori a induzione con rotore in corto circuito: per l'alimentazione di questi motori si è dovuto installare anche un impianto di conversione per avere la corrente trifase a 380 volt. Di particolare interesse è poi la presa di corrente costituita da un carrello che si sposta sulla linea di contatto. *Tt.*

G. L. Clark — **I raggi X.** (Elec. Eng., gennaio 1935, pag. 3-14, con 11 fig.). **6 c**

Dopo aver sommariamente riassunto le nozioni fondamentali relative alla natura e alla produzione dei raggi X, l'A. passa ad esaminare i diversi campi di applicazione soffermandosi specialmente su quelli che maggiormente interessano il tecnico. Recentemente si è arrivati a produrre raggi X sotto una tensione di 3000 kV con una lunghezza d'onda minima di sole 0,004 unità Angström. Oltre agli impieghi diagnostici e curativi in medicina, numerose sono le applicazioni industriali. Così nelle costruzioni meccaniche e metallurgiche l'impiego dei raggi X per l'esame interno dei materiali è giunto ormai ad un elevato grado di perfezione. Si fa uso di solito di tensioni di generazione non superiori a 300 kV con che si possono esaminare spessori metallici di circa 10 cm. La tecnica delle saldature si serve in misura sempre più larga di questo modo di controllo. L'A. cita una quantità di impieghi particolari. Risultati eccezionalmente importanti si possono ottenere eseguendo le radiografie con raggi γ emessi dal radio nel qual caso con pose abbastanze lunghe si può arrivare ad esaminare spessori di acciaio di oltre 25 cm. Ma il campo più interessante è quello nel quale probabilmente si devono attendere i maggiori sviluppi è quello dell'analisi della fine struttura dei materiali. L'A. richiama in proposito i fondamenti degli studi di Laue sulla diffusione dei raggi X per effetto dei reticoli cristallini e descrive qualche dispositivo già applicato per lo studio delle leghe metalliche e delle conseguenze dei trattamenti termici fatti subire ai materiali metallici; l'analisi ai raggi X può anche svelare l'esistenza di sforzi interni nei materiali o le conseguenze di sollecitazioni meccaniche di vario genere da essi subiti; anche qui l'A. cita una quantità di pratiche applicazioni che già sono correntemente eseguite in certe particolari lavorazioni. Anche i liquidi danno luogo a spettri di interferenza quando sono esaminati ai raggi X; studi a questo riguardo conducono a risultati molto interessanti per l'interpretazione delle strutture molecolari e per il controllo delle rispettive teorie. Un altro campo capace di utilissime applicazioni è quello dello studio delle sostanze ad alto grado di polimerizzazione, estremamente importanti nel campo biologico e anche in certe industrie chimiche (gomma, seta artificiale, proteine, ecc.). *N.*

F. H. Gulliksen e R. N. Stoddard — **Applicazioni industriali dei tubi elettronici.** (Elec. Eng., gennaio 1935, pag. 40-49, con 23 fig.). **6 c**

L'impiego dei tubi elettronici come organi di comando e di regolazione di operazioni industriali va assumendo sempre maggiore importanza; è probabile un larghissimo sviluppo di tali applicazioni specialmente se i progressi della tecnica arriveranno a ridurre il costo dei tubi e ad aumentare la loro durata.

L'A. illustra una quantità di tali applicazioni. Una prima categoria è quella dei comandi fotoelettrici, al riguardo dei quali è illustrato un dispositivo per macchine da carta per la segnalazione di strappi sul foglio, e altri per conteggio di oggetti; uno schema riportato serve per la rapida verifica automatica dello stato di vari oggetti (etichettatura di flaconi, ecc.) o per la loro classifica in funzione del colore. Appartengono alla stessa categoria un comando automatico pel taglio di fogli di carta, un dispositivo di protezione per ascensori, un'altro pel comando automatico di impianti di illuminazione, un apparecchio per la verifica della trasparenza, un regolatore di temperatura, un misuratore di concentrazione di soluzioni. Di tutti questi apparecchi sono riportati e descritti gli schemi elettrici. Una seconda categoria comprende i relais elettronici, fra i quali sono descritti un relais per sincronizzazione, un relais a tempo ritardato particolarmente accurato e di facile ed ampia regolazione, un dispositivo di sicurezza per precipitatori elettrici. L'ultima categoria di apparecchi considerata è quella dei regolatori elettronici adatti nei casi in cui l'energia disponibile per la regolazione è troppo piccola per permettere l'applicazione di regolatori elettromeccanici ordinari; pei regolatori elettronici basta infatti avere a disposizione meno di un microwatt, mentre la maggior parte di quelli elettromeccanici richiede circa 100 VA. Vengono descritti un regolatore elettronico per regolare la tensione di dinamo a corrente continua entro limiti del 0,1 %, un regolatore elettronico di velocità per motori di comando di macchine industriali adatto per vastissimo campo di regolazione, un regolatore di tensioni alternate entro limiti di 0,1 %, un regolatore di frequenza, e parecchi altri dispositivi. In ultimo è fatto cenno di dispositivi di comando per saldature continue. *N.*

M. Lavet — **Procedimenti di sincronizzazione dei bilanceri degli orologi e di altri oscillatori meccanici.** (R. G. E., 27 ottobre 1934, pag. 568-75 e 3 novembre, pag. 607-623). **6 c**

È un lungo studio che ha per mira i seguenti obiettivi: la distribuzione continua o la correzione a lunghi intervalli della marcia degli orologi con emissioni sovrapposte via filo o via radio; la trasmissione dell'ora con correnti alternate industriali; il miglioramento della regolarità dei cronometri astronomici associando a un pendolo libero uno sincronizzato; la regolazione perfetta della velocità dei gruppi turboalternatori nelle centrali. A questo scopo l'A. espone qualche principio generale relativo ai fenomeni di risonanza, riassume i principali lavori sulla sincronizzazione con correnti di frequenza eguale o multipla a quella dell'oscillatore da Foucault a Cornu, da Bonasse a Naag, sino ai recenti brevetti delle officine Hatot. Svolge quindi uno studio comparativo dei vari sistemi proposti, classificandoli, valutando per ciascuno la spesa d'energia elettrica e istituendo un parallelo tra oscillatori meccanici ed elettrici. Infine tratta il modo di trasmettere gli impulsi sincronizzati sia in relazione alla forma della corrente applicata, sia relativamente ai metodi di trasmissione e ricezione selettive. Trattando delle realizzazioni pratiche svolge una rassegna dei procedimenti di sincronizzazione con correnti alternate: orologio pilota, bilancere a vibrazione rapida, bilancere lento con demoltiplicazione della frequenza della corrente di esercizio, sincronizzazione indiretta con motore rotante e chiude con l'esposizione di alcuni recenti brevetti di origine americana. *G. Cc.*

CONDUTTURE.

M. Preiswerk e G. Dassetto — **Conduttori antivibranti.** (L'En. Elettr., gennaio 1935, pag. 55-59, con 10 fig.). **9 f**

A proposito della larghezza della zona di formazione di vortici intorno ad un condutore immerso in un'atmosfera di vento lo Schwenkhagen ha dimostrato che essa non supera un valore pari a 1,22 volte il diametro del condutore stesso; l'ampiezza massima di vibrazione resta quindi limitata a circa due volte il diametro. La lunghezza d'onda varia fra 1 e 8 metri, e la frequenza f è compresa fra 6 a 60 per/sec; si può ritenere $f = c\, v/d$, essendo v la velocità del vento in m/s, d il diametro del conduttore in centimetri e c una costante pari a circa 0,2 secondo Kàrmàn. Questi movimenti vibratori nei conduttori hanno, come è noto, effetti assai perniciosi nei riguardi della resistenza meccanica dei conduttori, producendo col

tempo la rottura dei singoli fili o dei conduttori interi. Artifici relativi ad apparecchiature antivibranti hanno dato talvolta risultati abbastanza soddisfacenti, ma gli AA. ritengono che la soluzione integrale del problema sia da ricercarsi in un conduttore antivibrante per qualità intrinseche. Ciò può ottenersi con l'accoppiamento di due sistemi vibranti sempre con differente frequenza. La realizzazione pratica consiste in una corda cava contenente un'anima formata da un filo o da una treccia, avente un certo gioco rispetto alla cavità del conduttore. L'esame di un siffatto conduttore viene eseguito dettagliatamente dagli AA. Prove eseguite hanno dimostrato che per eliminare una zona critica per la quale si annulla l'effetto antivibrante è opportuno ricorrere per l'anima a materiali di elevato peso specifico e dare altresì all'anima una tensione meccanica. La migliore soluzione per conduttori in alluminio o sue leghe è rappresentata da un'anima di acciaio. Con questi conduttori antivibranti si realizza anche una migliore utilizzazione delle qualità meccaniche dell'acciaio in confronto alle comuni corde bimetalliche alluminio-acciaio. Come sostegni possono essere adottati i comuni morsetti. La fabbricazione delle corde antivibranti descritte non implica speciali apparecchiature e gli AA. ritengono che la diffusione di tali conduttori abbia a crescere rapidamente. *Ri.*

E. Blank — **Elettrodotto del Gottardo e sua costruzione.** (L'Elettrot., 15 dicembre 1934, pag. 817-828, con 27 fig.). **9 a**

Viene descritta la recente linea costruita per collegare gli impianti del Canton Ticino con quelli del nord della Svizzera. Vengono esposte ampiamente le caratteristiche costruttive dei pali, delle fondazioni e degli isolatori con relativa morsetteria. Viene anche riferito con qualche dettaglio circa l'organizzazione dei lavori, particolarmente studiata per consentire una eccezionale rapidità nella esecuzione della linea stessa. *Ri.*

F. Buske — **Sul calcolo alla torsione di pali a traliccio.** (E. T. Z., N. 31 del 2 agosto 1934, pag. 769-770, con 5 fig.). **9 b**

Vengono analizzate le formule per il calcolo dei pali a traliccio alla torsione, esposte nelle norme per la costruzione delle linee aeree di trasmissione, in particolare per le diagonali, poichè in queste si possono sviluppare sollecitazioni inammissibili. Lo studio dell'A. è rivolto specialmente al caso di pali soggetti a forte tiro da parte dei conduttori, oppure di pali molto svasati in basso: per queste condizioni viene indicato come vanno modificate le formule del VDE per evitare sollecitazioni pericolose. L'articolo è corredato anche da due esempi numerici. *Tt.*

J. Drappier — **I danni delle formazioni di ghiaccio sulle linee.** (R. G. E., 27 ottobre 1934, pag. 577-85). **9 c**

L'A. prende spunto dagli incidenti verificatisi sulle linee francesi di montagna nell'inverno 1933-34 (di cui cita e documenta alcuni casi interessanti) per richiamare brevemente il processo di formazione dei manicotti di ghiaccio. Accenna quindi alle conseguenze che influiscono sulla resistenza meccanica della linea: si verifica anzitutto in senso trasversale un aumento dello sforzo di flessione dovuto al vento che si trova ad agire su conduttori di diametro notevolmente maggiorato a causa del manicotto. La sollecitazione può salire sino a 5 volte quella massima prevista per il vento; cosicchè un grado di sicurezza di 3 nelle costruzioni risulterebbe insufficiente. Poi l'irregolare distribuzione delle formazioni di ghiaccio, modificando l'equilibrio longitudinale della linea, dà luogo a sforzi longitudinali sui supporti e a sforzi di torsione sulle palificazioni in quanto le sollecitazioni longitudinali spesso non agiscono nel piano di simmetria dei sostegni. L'A. conclude dando alcune regole generali tendenti a migliorare la prestazione delle linee nelle condizioni sopra espresse. Oltre a una prudenziale valutazione degli sforzi e all'opportuna scelta dei gradi di sicurezza raccomanda di stabilire razionalmente lo scartamento tra i conduttori per evitare contatti in caso di rotture od oscillazioni anormali; consiglia la scelta di palificazioni a portale ed espone i vantaggi delle sezioni in cemento armato. *G. Cc.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

E. Marx e H. Buchwald — **Ulteriori progressi nella costruzione dei raddrizzatori ad arco.** (E. T. Z., N. 35, del 30 agosto 1934, pag. 861-863, con 5 fig.). **10 d**

Già nell'*E.T.Z.* del 4 agosto 1932 (v. *L'Elettrotecnica* del 1933, pag. 298) è stato riferito sui raddrizzatori ad arco studiati nell'Istituto per le Alte Tensioni della Scuola Superiore di Braunschweig. Da allora in questo campo sono stati realizzati nuovi progressi, grazie ad un miglioramento nella forma degli elettrodi, che ha portato con sè un'ulteriore diminuzione nella pressione necessaria del gas e nelle perdite, e grazie ad un nuovo processo per l'accensione periodica che ha consentito di ridurre il complesso degli accessori necessari al funzionamento del raddrizzatore. Questi raddrizzatori costituiscono un mezzo semplice e sicuro per la conversione di tensioni alternate in continue: sono state costruite unità per tensioni continue da 380 a 700.000 volt e per intensità da 0,2 a 1000 A. Per le tensioni elevate i rendimenti sono molto buoni. I raddrizzatori ad arco non sono influenzati dalla temperatura esterna e possono funzionare all'aperto. Inoltre, rispetto agli altri tipi di raddrizzatori, presentano il vantaggio di lavorare indifferentemente nei due sensi. *Tt.*

R. Savagnone — **La trasformazione statica della corrente continua in alternata mediante il controllo magnetico di archi nel vapore di mercurio.** (L'Elettrot., 5 dicembre 1934, pag. 789-803, con 32 fig.). **10 c**

Viene illustrata l'azione di un campo magnetico agente trasversalmente alla colonna positiva di un arco a mercurio, dimostrando come si possa ottenere la modulazione della corrente, l'interruzione di essa, la paralizzazione dell'innesco dell'arco e il comando magnetico dell'istante di innesco. Viene poi impostato uno studio analitico di tali fenomeni dimostrando in base ai risultati raggiunti come si possa realizzare con tale metodo la trasformazione statica della corrente continua in alternata e si studia il rendimento di tale trasformazione. *Ri.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

E. Persico — **Questioni di assestamento nella fisica atomica.** (L'Elettrot., 15 novembre 1934, pag. 747-749). **14 b**

Sono riportate le parti più interessanti di una conferenza relativa alla evoluzione subita dai metodi di rappresentazione matematica dei concetti della nuova fisica e sono esposte alcune considerazioni circa i diversi atteggiamenti nei riguardi della interpretazione e giustificazione delle nuove teorie. *Ri.*

G. Alocco — **La tecnica della produzione di ioni artificialmente accelerati per le disintegrazioni nucleari.** (L'En. Elettr., gennaio 1935, pag. 7-16, con 13 fig.). **14 b**

Come è noto, per studiare i fenomeni di trasformazione atomica in seguito a disintegrazione nucleare, occorre bombardare i nuclei con particelle dotate di elevatissima energia. Sono stati recentemente elaborati diversi metodi che permettono di ottenere artificialmente particelle in tali condizioni e l'A. ne descrive le caratteristiche essenziali. Alcuni metodi si basano sulla produzione di ioni a grande velocità mediante elevate differenze di potenziale. Gli ioni vengono accelerati in un campo elettrico intenso stabilito fra gli elettrodi di un tubo di scarica. Le elevate differenze di potenziale necessarie per realizzare i campi acceleratori possono essere ottenute con diversi dispositivi: trasformatore di Tesla (ad alta frequenza), trasformatori in cascata (a bassa frequenza), generatori ad impulso con batterie di condensatori caricati in parallelo e scaricati in serie, dispositivi di rettificazione di una tensione alternata con moltiplicazione del potenziale, macchine elettrostatiche. Di tutti questi dispositivi vengono illustrate le caratteristiche principali e sono descritti i principali tipi usati per le esperienze di disintegrazione atomica. Più moderni e più promettenti sono alcuni altri sistemi assai recenti, che si basano sul concetto di imprimere elevate velocità ai corpuscoli elettricamente carichi, facendo loro subire una serie di accelerazioni successive in un campo elettrico alternato applicato ad opportuni elettrodi e generato con una frequenza tale che un corpuscolo giunga successivamente in questi campi nel momento in cui può risentirne una accelerazione. Uno di tali apparecchi è quello di Sloan e Lawrence, in cui il sistema acceleratore è costituito da 30 corti cilindri di rame, che vengono successivamente percorsi dalle particelle; l'apparecchio è adatto soltanto per ioni pesanti e con esso fu possibile ottenere ioni di mercurio con energia corrispondente a 1260 kV. Un dispositivo per ioni leggeri è quello di Lawrence e Livingston, nel quale con un campo magnetico si costringono gli ioni a percorrere ripetutamente un campo elettrico perpendicolare a quello magnetico creato da una coppia di elettrodi cavi con una differenza di potenziale alternativa di frequenza tale che gli ioni attraversando il campo 2 volte per giro lo trovino sempre diretto nel verso del moto e vi subiscano quindi 2 accelerazioni. Si è così arrivati ad ottenere ioni idrogeno con energia corrispondente a 5000 kV. Viene anche fatto cenno del dispositivo di Beams per l'accelerazione progressiva di ioni col metodo del campo mobile. *Ri.*

F. Lori — **Nuove vie: studi nuovi.** (L'Elettrot., 15 ottobre 1934, pag. 677-679). **14 b**

Vengono esposte considerazioni circa i problemi relativi ai cosidetti plasmi e ai metodi generali coi quali si devono affrontare i problemi relativi ai plasmi stessi e in genere alle scariche in gas rarefatti. Viene messo in evidenza come non sia possibile prendere a base dell'elettrodinamica dei plasmi le equazioni di Maxwell e come sia necessario ricorrere ad una meccanica assai più complessa di quella newtoniana. È prevedibile che per tali categorie di problemi occorra progredire nello studio di equazioni meno semplici di quelle finora considerate dall'elettrotecnica. *Ri.*

J. K. Kikoin — **Circa un nuovo effetto fotoelettrico dell'ossidulo di rame.** (Phys. Zeit. Sow., 1934, N. 5, pag. 478-489, con 8 fig.). **14 c**

Immergendo un provino di ossidulo di rame a temperatura molto bassa (aria liquida) in un campo magnetico ed illuminandolo in direzione perpendicolare a quello del campo magnetico, si osserva che, nella direzione perpendicolare alla illuminazione

ed al campo magnetico, si genera nel provino un campo elettrico che dà luogo ad una differenza di potenziale agli estremi del provino stesso; se tali estremi vengono chiusi su un circuito contenente un galvanometro si ottiene una corrente elettrica di valore costante. Descritta la tecnica seguita nelle esperienze, l'A. rileva che l'intensità della corrente si mantiene rigorosamente proporzionale all'intensità del campo magnetico e può assumere valori relativamente assai elevati arrivando anche a 20 V in un campo di 11.000 gauss. La differenza di potenziale cresce dapprima rapidamente con l'intensità di illuminazione, ma si arriva presto ad un valore costante; invece l'intensità della corrente varia linearmente con l'intensità della illuminazione. Con l'illuminazione con luce rossa si è osservato che l'effetto scompare sebbene l'effetto fotoelettrico interno si mantenga abbastanza rilevante. Vengono anche fornite alcune notizie circa la distribuzione spettrale dell'effetto descritto. Per lunghezza di onda oltre 570 $m\mu$ l'intensità dell'effetto va rapidamente diminuendo. Alla temperatura ambiente la differenza di potenziale è estremamente piccola, mentre l'intensità di corrente mantiene un valore da 5 a 6 volte più piccolo di quello alla temperatura dell'aria liquida. *Ri.*

P. L. Bellaschi e W. L. Teague — **Rigidità dell'aria rispetto a scariche d'impulso o a 60 periodi per secondo.** (Elec. Eng., dicembre 1934, pag. 1638-1645, con 14 fig.). **14 b**

Le esperienze di cui viene reso conto sono state eseguite secondo la tecnica più perfezionata e tenendo conto dei coefficienti di correzione da introdurre nei rispetti della umidità, della temperatura, ecc. Furono usate tensioni, sia ad impulso sia a 60 per/sec, fino a valori di due milioni di volt. Come elettrodi sono stati usati una piastra metallica orizzontale, di m 3 × 4,50 e una sbarra rettangolare di 12 mm di lato sospesa verticalmente; altre volte venne usata invece della sbarra una sfera di 25 cm di diametro. Si è riconosciuto che l'effetto della polarità dipende dalla forma dell'elettrodo; la tensione di scarica è minore quando la polarità positiva è applicata all'elettrodo dove è più intenso il campo elettrico, mentre la tensione di scarica è minore se a tale elettrodo viene applicata la polarità negativa. Quando la forma o il distanziamento degli elettrodi variano in modo che il campo fra essi compreso diventi disimmetrico, le caratteristiche della scarica cambiano bruscamente; nel caso della sfera contro piastra ciò si verifica ad esempio quando il distanziamento supera il doppio del diametro. Nel caso di campi relativamente uniformi la tensione di scarica a impulso è minore con polarità negativa che con quella positiva. Per elettrodi che diano luogo a campo nettamente disimmetrico la tensione di scarica a 60 per/sec è leggermente più bassa del valore minimo di tensione positiva di scarica ad impulso; per campi praticamente simmetrici la tensione di scarica a impulso o a 60 per/sec, è pressochè la stessa. Nel caso di elettrodi molto disimmetrici operando con tensioni a 60 per/sec si manifestano effetti corona ed effluvi che alterano profondamente i fenomeni cambiando la forma efficace dell'elettrodo. Fra le tensioni di scarica coll'elettrodo a sbarra e con quello a sfera si può riconoscere una relazione ben definita che permette di esprimere i valori delle prime in funzione di quelli delle seconde. *N.*

J. C. McLennan — **Fenomeni elettrici a temperature estremamente basse.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 456, dicembre 1934, pag. 693-709, con 19 fig.).

Per le esperienze nelle vicinanze dello zero assoluto serve l'elio liquido col quale è stato possibile raggiungere la temperatura di 0,71 °K. La misura di queste temperature può essere fatta con l'approssimazione di 0,01 °K indirettamente attraverso al rilievo della suscettività magnetica di certi sali (fluoruro ed etilsolfato di cerio, oppure l'etilsolfato di disprosio; con allume di potassio e di cromo è stata raggiunta la temperatura di 0,03 °K). L'elio liquido diventa solido a 1,1 °K con una pressione di 26 kg/cm². Le ricerche sulla superconduttività dei metalli sono state possibili con l'elio liquido; l'aggiunta di bismuto al piombo eleva la temperatura di transizione di questo da 7,2 a 8,8 °K; la lega di bismuto ed oro diventa superconduttiva a 1,94 °K mentre i costituenti non lo sono a nessuna temperatura. La superconduttività dei metalli puri si manifesta in modo brusco mentre per le leghe la variazione è graduale. La superconduttività scompare per effetto di un campo magnetico di intensità tanto maggiore quanto più bassa è la temperatura del filo; tal volta la corrente stessa che circola nel filo superconduttore può ristabilire la resistenza quando la sua intensità è tale da creare un campo sufficientemente intenso nell'interno del filo. La presenza di una corrente nel filo fa abbassare la temperatura alla quale il metallo diventa superconduttore e rende più graduale il manifestarsi di questo fenomeno.

In corrispondenza della temperatura critica il calore specifico del metallo subisce un brusco aumento; il piombo e lo stagno al punto critico diventano nettamente diamagnetici. Il piombo mantiene la stessa capacità di assorbimento dei raggi β anche al disotto della temperatura critica, lo stesso dicasi per i raggi luminosi e fotoelettrici. Si ritiene che la superconduttività dei metalli non sia più sensibile quando il filo è percorso da una corrente alternata di frequenza maggiore di 10^9 hertz; poco chiaro è il fenomeno della superconduttività quando la frequenza è compresa fra 3×10^7 e 10^9 hertz mentre al disotto di 3×10^7 hertz la corrente alternata ha lo stesso effetto della corrente continua.

Diverse teorie sono state proposte per spiegare la superconduttività dei metalli senza però arrivare ad una spiegazione del tutto soddisfacente. *I. L.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

G. Giorgi — **Questioni vive sulla sistemazione delle unità elettrotecniche.** (L'Elettrot., 25 novembre 1934, pag. 765-770). **15 a**

Vengono richiamati i concetti fondamentali della prima proposta dell'A. per sistemare le unità elettrotecniche pratiche attualmente in uso, formandone un sistema assoluto in unione col metro, col chilogramma massa e col secondo. Viene messo in rilievo come tale sistema con 4 unità fondamentali sia preferibile per semplicità e razionalità ai due sistemi C. G. S. e agli altri in uso. *Ri.*

Bourgonnier — **Il campo magnetico di un conduttore a corrente alternata in presenza della terra.** (R. G. E., 10 novembre 1934, pag. 643-54). **15 b**

La parte originale della trattazione è rappresentata dall'idea zione di uno schema elettrico equivalente che permette di semplificare notevolmente lo studio e il calcolo del campo magnetico di un conduttore percorso da corrente alternata in presenza della terra, studio che normalmente è condotto secondo Heaviside col calcolo vettoriale. L'A. richiama appunto la trattazione classica e mostra come sia possibile giungere a risultati più semplici, accessibili al calcolo diretto, considerando sostanzialmente l'immagine del conduttore rispetto al piano coordinato $z = 0$ e una serie ideale di conduttori elementari ottenuti per traslazione verticale verso le z negative a partire dall'immagine. Di questo schema viene fatta un'applicazione a un conduttore rettilineo indefinito parallelo al suolo, ciò che permette anche di stabilire un'interpretazione fisica dello schema. La considerazione del conduttore immagine ha carattere generale, anche nel caso che il circuito induttore sia costituito per un tratto dalla terra o nel caso che la frequenza sia tale che i circuiti non possano più considerarsi trascurabilmente piccoli rispetto alla lunghezza d'onda. L'A. completa le sue ricerche con la determinazione delle linee di campo e di alcune formule approssimate suscettibili di essere applicate all'esplorazione magnetica del sottosuolo o al volo cieco con guida dell'aeromobile mediante cavi. *G. Cc.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

G. Rebora — **Determinazione rapida dei kVA capacitivi massimi di un generatore sincrono.** (L'Elettrot., 25 novembre 1934, pag. 770, con 1 fig.). **17 a**

Viene esposto un metodo molto rapido e semplice per determinare il numero massimo di kVA capacitivi che un generatore sincrono può fornire, basandosi sulle caratteristiche a vuoto ed in corto circuito rilevate o calcolate. *Ri.*

IDRAULICA.

L. Allievi — **Arresto di una colonna liquida in moto ascendente.** (L'Elettrotecnica, 25 ottobre 1934, pag. 694-701). **18 d**

Richiamate le formule generali del moto idraulico perturbato si dimostra come esse, mediante semplici inversioni di segni, si prestino allo studio dei problemi inerenti al moto ed all'arresto di una colonna liquida ascendente. È dimostrata l'utilità delle nuove formule ricavate per il caso di impianti di sollevamento di acqua con pompe e sono indicate, per il caso di arresto della potenza che aziona la pompa, le manovre da compiersi perchè il colpo d'ariete che ne deriva abbia intensità prestabilite. *Ri.*

D. Bonvicini — **Sulla propagazione delle perturbazioni di regime nei corsi a pelo libero.** (L'Elettrot., 5 ottobre 1934, pag. 652-656). **18 b**

Viene preso in esame il problema delle piccole oscillazioni della velocità media e dell'altezza dell'acqua in un corso a pelo libero, valutando la perdita di energia per attrito mediante la formula di Strickler e tenendo conto, mediante un termine apposito, della variazione del raggio medio. Lo sviluppo analitico della questione conduce a ritenere che nei casi della pratica le perturbazioni di regime si propagano da monte a valle con assai piccola attenuazione. *Ri.*

E. Indri — **Sulla forza di trascinamento delle correnti liquide.** (L'En. Elettr., dicembre 1934, pag. 988-998, con 6 fig.). **18 b**

Si definisce forza critica di trascinamento per un elemento di date dimensioni il valore della forza esercitata dalla corrente liquida, per la quale l'elemento considerato comincia a muoversi. In particolare per un determinato materiale mobile costituente il fondo di un corso d'acqua si dice forza critica quella per cui tutti gli ele-

menti del fondo sono messi in movimento. Numerose esperienze sono state eseguite per determinare una relazione fra le caratteristiche geometriche e fisiche del materiale e la forza critica di trascinamento. Dopo avere citato gli studi precedenti di altri autori e specialmente quelli del Kramer, l'A. illustra una serie di esperienze eseguite a tale riguardo nell'Istituto di idraulica di Padova. Veniva a tale scopo usata una speciale canaletta a inclinazione variabile con materiale di fondo di vario genere, nella quale si faceva circolare dell'acqua in condizione perfettamente definite e misurabili. In lunghe tabelle numeriche ed in qualche diagramma sono riportati i dati relativi alle esperienze eseguite e alla forza di trascinamento rilevata in funzione della portata, della pendenza del pelo liquido, della profondità e delle caratteristiche della sezione bagnata. Nel complesso la discussione dei risultati numerici ottenuti tende a confermare la attendibilità del metodo di Kramer sulla valutazione della forza critica di trascinamento di una miscela attraverso la curva di granulazione, pur con qualche limitazione per il campo di applicabilità. Tale metodo non risulta in contraddizione con quello di Schoklitsch. Riguardo all'entità del trasporto solido le esperienze eseguite concordano abbastanza bene con le esperienze e le formule di Meyer-Peter. *Ri.*

A. Bordini — **Regolazione dei laghi.** (L'En. Elettr., gennaio 1935, pag. 25-51, con 14 fig.). **18 b**

L'A. partendo dall'ipotesi che sia già risolto il problema idraulico della regolazione di un lago e quindi siano già individuate le opere da costruirsi, le quote fondamentali ed i regimi idraulici da realizzare, analizza le condizioni, a cui dovrebbe soddisfare il progetto esecutivo della diga di sbarramento sull'emissario del lago. Ritiene senz'altro che per grandi emissari la soluzione più conveniente, così dal lato tecnico come da quello economico, sia rappresentata da uno sbarramento mobile abbattibile, del quale unicamente si occupa. Tale opera di sbarramento deve permettere di realizzare facilmente in modo assai rapido l'apertura graduale di almeno il 95 % della luce sbarrata, lasciando tuttavia un congruo periodo di osservazione prima di dover prendere la decisione del totale abbattimento dello sbarramento. Inoltre si richiede che si possa in un tempo relativamente breve tornare dallo stato di apertura totale a quello di ritenuta e che sia possibile effettuare la normale manutenzione mentre la diga è in istato di ritenuta. L'A. svolge molte considerazioni di carattere analitico intese alla determinazione del valore da assegnare al tempo di apertura totale dello sbarramento e al tempo di osservazione. Dimostra come sia necessario risolvere il problema dei deflussi e delle altezze del lago in funzione di una curva di piena nota. Tali considerazioni sono poi applicate in modo particolare al problema della regolazione del Lago Maggiore, esaminando criticamente un progetto di regolazione già elaborato. Vengono a tale scopo illustrate le scale di deflusso del Ticino a Sesto Calende, il diagramma delle cadenti e quello dell'area dello specchio d'acqua del lago. Viene poi preso in esame dettagliato il calcolo relativo al caso della nota piena del 1928. Sono dedotte alcune considerazioni riguardo alle caratteristiche di funzionamento dello sbarramento. *Ri.*

C. Marcello — **Sulla progettazione delle traverse fondate su terreni permeabili.** (L'En. Elettr., gennaio 1935, pag. 17-24, con 13 fig.). **18 c**

Nello studio di una traversa fondata su terreno permeabile occorre assicurare che le pressioni trasmesse al terreno non superino il valore consentito dal terreno stesso; che la loro distribuzione sia quanto più possibile uniforme su tutta la fondazione; che il rapporto fra le forze orizzontali e le verticali non sia superiore al rapporto fra il coefficiente di attrito e quello di sicurezza allo scorrimento; che la velocità della corrente filtrante sotto la struttura sia inferiore al limite di trascinamento di particelle del terreno; finalmente la conformazione della struttura deve essere tale da permettere un conveniente smorzamento dell'energia della corrente liquida sfiorante. Difficoltà notevoli si oppongono alla determinazione della corrente filtrante sotto la struttura. Vengono in proposito ricordati alcuni metodi analitici che sono stati usati nel passato per lo studio di traverse su terreni permeabili ed in particolare sono ricordate le così dette regole di Bligh. Tutti questi metodi presentano inconvenienti più o meno gravi. Alcune considerazioni sulla analogia esistente fra la distribuzione della corrente elettrica in un conduttore e quella della corrente idrica in un mezzo filtrante hanno condotto il Prof. Pavlovski alla creazione di un metodo che consente anche nei casi più complessi della pratica una determinazione sperimentale rapida, semplice ed abbastanza esatta dei caratteri di una corrente filtrante sotto una traversa. Il metodo si fonda sull'artificio di riprodurre in scala geometrica con materiale conduttore, il mezzo filtrante, alimentandolo con una differenza di potenziale applicata lungo i contorni e determinando l'andamento delle linee equipotenziali che vengono a stabilirsi. La dimensione verticale del modello del mezzo filtrante deve essere di circa 2,5 volte la lunghezza orizzontale dell'opera. Il materiale più adatto si è dimostrato il piombo in fogli molto sottili. Numerosi dettagli vengono riportati circa le esperienze eseguite con questo metodo per lo studio di alcune importanti traverse costruite o progettate nella U.R.S.S. In qualche caso si è dimostrato utile l'uso, come mezzo conduttore, di una soluzione salina, che si può bene esplorare con un ago metallico. Il metodo presenta larghe possibilità per lo studio di molti altri problemi di idrotecnica di difficile trattazione analitica. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

G. Valle e B. Rossi — **Lampadine al neon in regime di contatore.** (N. Cimento, dicembre 1934, pag. 708-716, con 6 fig.). **19 d**

Gli AA. si riportano alle osservazioni di Baeyer e Kutzner che le ordinarie lampadine al neon possono essere messe in condizione di funzionare come contatori; l'azione fotoelettrica si manifesta con un aumento della frequenza media degli impulsi di corrente spontanei ed irregolari, che si succedono nella lampadina e ne caratterizzano il regime di contatore. Gli AA. hanno eseguito esperienze a tale riguardo e ne riferiscono per esteso. Il regime di contatore si ottiene con le minime correnti di alimentazione, ma il fenomeno non sempre si presenta nelle lampadine nuove, mentre si ottiene con facilità e permane più a lungo dopo una forte accensione preventiva od un uso prolungato; probabilmente ciò dipende da uno stato di polarizzazione degli elettrodi e specialmente di quello funzionante da catodo. Quando il regime di contatore non si può ottenere, si manifesta invece il regime di bagliore di Townsend all'anodo, senza traccia del bagliore catodico. Il regime di contatore si manifesta con una successione di impulsi di corrente spiccatamente irregolari perchè il potenziale di scarica è diverso per ciascun impulso, con valori statisticamente distribuiti intorno ad un valore medio; pure diverso è il massimo di corrente raggiunto prima dell'estinzione spontanea ad un potenziale più basso. Aumentando oltre un certo valore l'intensità della corrente di alimentazione gli impulsi cessano di essere irregolari, diventano più deboli, il potenziale di scarica diventa minore e costante e la sensibilità fotoelettrica non si manifesta più. Gli AA. hanno studiato i limiti del campo di sensibilità fotoelettrica e la loro dipendenza dalla illuminazione per alcuni tipi di lampadine al neon. Si è riconosciuto che il campo di manifestazione del fenomeno è limitato superiormente da un valore massimo della velocità di accrescimento tra un impulso e il successivo. L'illuminazione accresce la frequenza media degli impulsi, riduce il limite suddetto restringendo il campo di sensibilità per un ulteriore aumento dell'intensità dell'illuminazione. *Ri.*

Montchatre — **Gli insegnamenti dei più recenti impianti francesi di illuminazione stradale.** (R. G. E., 29 settembre 1934, pag. 485-44). **19 b**

Argomento di viva attualità in tempi di traffico veloce. Riferendosi alle più recenti installazioni sulle strade francesi di grande comunicazione l'A., avendo analizzato gli elementi che interferiscono sul problema (dalla natura della sede stradale, alla potenza e alla distribuzione topografica delle lampade) muove alla ricerca delle condizioni più soddisfacenti e giunge alle seguenti conclusioni. È necessario adottare per le strade di grande traffico rivestimenti particolarmente adatti a facilitare l'illuminazione e quindi di colore meno cupo e di aspetto meno liscio. La fatica visiva sarebbe di gran lunga alleviata se si limitasse nettamente alla sola apertura utile, per esempio con due schermi, il fascio luminoso proiettato dalle lampade. L'interasse tra le lampade è legato alla altezza dal suolo delle lampade stesse: valori sperimentali raccomandabili sarebbero rispettivamente 35 metri e 8 metri. Si avrebbe vantaggio a costruire gli apparecchi di illuminazione in modo da concentrare il flusso luminoso ai bordi della strada, anzichè al centro come avviene di solito. È da preferirsi l'alimentazione in serie con trasformatori singoli a rapporto regolabile e impiego di lampade a bassa tensione anzichè l'alimentazione diretta in parallelo. Infine l'A. accenna all'importanza e ai risultati favorevoli della lampada al sodio di cui auspica una riduzione di prezzo che porti un incremento nella sua diffusione. *G. Cc.*

IMPIANTI.

M. Medici — **Orientamenti tecnici attuali per gli impianti termoelettrici a vapore.** (L'Elettrot., 5 novembre 1934, pag. 717-728, con 27 fig.). **20 f**

Viene fatto cenno dei più moderni orientamenti per la tecnica degli impianti termoelettrici, accennando anzitutto ai sistemi di accumulazione ed in particolare a quello Marguerre. Sono poi descritte le caratteristiche costruttive e funzionali di alcuni tipi speciali di caldaie moderne ad alta pressione e di alcuni tipi di turbine a vapore di recente costruzione. Sono citati alcuni esempi di modificazioni introdotte in impianti esistenti. *Ri.*

G. Gentile — **Problemi idroelettrici dell'U.R.S.S.** (L'Elettrot., 25 ottobre 1934, pag. 701-706 e 5 novembre, pag. 728-735, con 33 fig.). **20 v**

Esposti i caratteri generali geografici e climatici del territorio della Russia Sovietica, sono illustrate le difficoltà che si oppongono ad una rapida costruzione dei numerosi ed importanti impianti idroelettrici che sono stati già studiati in linea di massima. Vengono poi sommariamente descritti i principali fra gli impianti

già costruiti o di prossima realizzazione nelle diverse regioni del territorio suddetto fino alla Russia Asiatica, illustrando in particolare il grandioso piano per la utilizzazione del Volga a scopo di irrigazione e di produzione di energia. *Ri.*

Lo sbarramento di Bonneville. (Eng. N. R., novembre 1934). **20 i**

L'impianto è progettato sul fiume Columbia a circa km 225 a monte della foce di esso; sullo stesso fiume sono progettati dieci impianti per una potenza di 8.000.000 di kW. Lo sbarramento è del tipo a diga mobile con traversa tracimabile e comprende 18 luci di m 15,24; la lunghezza complessiva sarà di m 380 circa con una luce totale tracimabile di m 274. Le paratoie piane su rulli pesano ciascuna 200 tonnellate. Ad apertura completa potrà essere smaltita una portata di oltre m^3 45.000 al secondo, che supera di circa 1/3 la massima piena registrata negli ultimi 55 anni. La traversa tracimata è costruita in calcestruzzo. L'altezza massima dal punto inferiore delle fondazioni all'estremità superiore delle pile è di circa m 52. L'impianto comprenderà una centrale idroelettrica, che a sviluppo completo conterrà dieci gruppi da 43.000 kW; in un primo tempo l'edificio sarà costruito per sei gruppi e ne verranno installati due soli. Le turbine saranno del tipo Kaplan a pale regolabili, con un rendimento di 0,90 fra il carico totale e metà carico; il salto può variare fra m 6 e 21, ma per circa il 50 % della durata si può avere disponibile un salto di m 17, limitando i valori di salto inferiori ai m 15 soltanto per un periodo di tempo eguale al 6 % della durata. La massima portata utilizzabile con dieci unità sarà di 3470 m^3/sec.

Difficoltà ancora non interamente risolte si presentano per la tenuta attraverso un isolotto che divide il fiume in due rami; non è ancora deciso se si procederà alla costruzione di un taglione di cemento armato attraverso l'isola o a costipamento per mezzo di pozzi riempiti di argilla e di sabbia o finalmente a trattamento chimico del terreno. Lo sbarramento e la centrale sono rispettivamente costruiti attraverso i due bracci nei quali il fiume viene ad essere diviso dall'isolotto. Lungo la sponda dell'isola l'edificio della centrale si prolunga in un muro d'ala in cemento armato alto m 36 e che farà parte poi della tura per il prolungamento definitivo della centrale per contenere dieci gruppi. L'impianto dovrebbe entrare in servizio nel 1937. *Ri.*

A. Linker — **Dispositivi di misura a distanza per l'esercizio di impianti elettrici.** (E. T. Z., N. 35 del 30 agosto 1934, pag. 857-860, con 9 fig.). **20 l**

Dopo aver brevemente ricordato lo scopo dei dispositivi di misura a distanza per l'esercizio di reti elettriche di trasmissione e di distribuzione, l'A. espone in dettaglio i diversi sistemi di misura che possono venir adottati in questo caso. Da principio per le misure a distanza si erano adottati sistemi di trasmissione a corrente continua, ma poichè la resistenza delle condutture può falsare le misure, si dovevano aggiungere provvedimenti di compensazione che non erano sempre liberi da errore. Recentemente si sono invece sviluppati i sistemi di misura, cosiddetti ad impulso, che lavorano mediante impiego di colpi di corrente e consentono perciò di scoprire disturbi o guasti di trasmissione. Anche sistemi a corrente alternata vengono ora adottati, nei quali generalmente si fanno agire sugli strumenti correnti alternate, la cui frequenza varia con la grandezza da misurare. L'articolo è corredato dalla descrizione di strumenti di misura a distanza basati su questi diversi sistemi. *Tt.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

M. Lo Presti — **La sala prove per macchine e motori termici presso il laboratorio di meccanica industriale del R. Istituto Superiore di Ingegneria di Milano.** (L'En. Elettr., dicembre 1934, pag. 999-1008, con 18 fig.). **23**

La sala prove occupa un'area di m 38 per 9,70. Essa contiene fra l'altro un banco prova composto di due sezioni distinte, una a carattere fisso e l'altra a carattere di fortuna per l'installazione di qualunque motore venga presentato per le prove. Nella parte fissa sono installati due grandi motori di aviazione Isotta Fraschini con relativo freno ed impianto completo per le prove, oltre un grande motore di automobile. Sul banco prova vero e proprio si trovano quattro motori d'automobile completi di installazioni di prove; vi è anche posto per eseguire prove di altri quattro motori a combustione interna di qualunque tipo venisse presentato. La sistemazione dei motori sul banco è ottenuta mediante guide di ferro, affondate nel calcestruzzo della soletta del salone collegata alle fondazioni, e sulle quali vengono opportunamente assicurati traversoni e squadre di collegamento. Ogni motore è fornito di un completo quadro di comando e in qualche caso di termometri a distanza per la misura della temperatura dell'olio e dell'acqua in vari punti. Le tubazioni di scarico sono munite di prese pirometriche per la temperatura dei gas di scarico e di dispositivi di captazione dei gas stessi per eventuali analisi. I dettagli di installazione dei diversi motori sul banco prove sono ampiamente descritti. Nel laboratorio sono altresì installati diversi altri motori a combustione interna a ciclo Diesel o a gas povero, nonchè due motrici a vapore a stantuffo. Completano l'installazione compressori d'aria ed una pompa per pressioni fino a 100 atm. Nell'articolo sono anche descritti gli impianti per i diversi servizi per l'alimentazione del combustibile, per l'acqua di raffreddamento, per l'aspirazione dei gas di scarico. *Ri.*

MACCHINE A COLLETTORE.

J. Fiedler — **Determinazione del campo nel traferro delle dinamo a campo trasversale.** (E. u. M., N. 39, 30 settembre 1934, pag. 453-455, con 5 fig.). **25 c**

L'A. espone un suo metodo per il calcolo del campo nel traferro di dinamo per saldatura a campo trasversale in funzione della corrente nel circuito esterno. I risultati ottenuti sono utilizzati per costruire la caratteristica statica di saldatura ossia per determinare graficamente la tensione ai morsetti in funzione della corrente di saldatura. Un cenno è fatto sulla possibilità di variare la caratteristica esterna con mezzi opportuni: variazione della saturazione con la variazione delle dimensioni dei poli, variazione del traferro, alterazione del percorso del flusso disperso, variazione del numero di spire dell'eccitazione. *V. D. Ma.*

MATERIALI.

W. Ruppert — **Nuovi isolanti specialmente adatti per alte frequenze.** (E. T. Z., N. 25, del 21 giugno 1934, pag. 608-610, con 2 fig.). **26 f**

Specialmente per le alte frequenze occorre disporre di isolanti che presentino basse perdite dielettriche: per isolanti solidi che possono venire opportunamente modellati a parte prima di essere impiegati e non devono poi essere più lavorati si presta bene la porcellana; ma finora mancavano materiali del tipo dei cartoni e dei fili smaltati che presentassero basse perdite. Ora invece sono stati ottenuti e l'A. ne fa oggetto del suo articolo. Così informa che è stato di recente prodotto un cartone verniciato, denominato « Frequahn », che non assorbe umidità e ha perdite molto ridotte alle alte frequenze: esso viene impiegato nei condensatori radio. Così pure un nuovo tipo di filo smaltato a perdite dielettriche ridotte viene ora prodotto per essere usato negli avvolgimenti delle bobine di apparecchi radio. *Tt.*

F. M. Clark — **Rigidità dielettrica degli olii minerali.** (Elec. Eng., gennaio 1935, pag. 50-55, con 12 fig.). **26 f**

L'A. richiama la classificazione proposta dei liquidi nei riguardi delle proprietà dielettriche in due categorie: liquidi puri e liquidi impuri, e si occupa in particolare di questi ultimi intendendo con tale denominazione di indicare tutti i liquidi isolanti che contengono gas disciolti. La classificazione prescinde dalla presenza di acqua o di particelle sospese, che vengono considerate come « impurità » e che posono essere presenti nei liquidi isolanti delle due categorie. La rigidità dielettrica di liquidi « impuri » è in relazione colle variazioni della pressione del gas e colla temperatura. Per chiarire il meccanismo della scarica nei dielettrici in seguito alla ionizzazione risultante dalle collisioni di particelle cariche sotto l'effetto del campo applicato, sono svolte dapprima alcune considerazioni sulla scarica nell'aria. La solubilità dell'aria negli oli minerali a temperatura e pressione normale dipende dalla qualità dell'olio ed è massima negli oli da trasformatori di piccola viscosità. Col variare della temperatura la solubilità dell'aria negli oli può aumentare o diminuire secondo il tipo di olio, in generale cresce colla temperatura negli oli poco viscosi e diminuisce invece per gli oli molto viscosi; di solito raggiunge un massimo verso i 100°. L'A. definisce densità relativa del gas disciolto il valore $D = V_1/V$ essendo V_1 e V la solubilità (in volume) del gas nel liquido considerato rispettivamente alle condizioni di temperatura e pressione considerate e alle condizioni normali (25° e 760 mm Hg); questo parametro D si presta bene a rappresentare il comportamento delle proprietà dielettriche degli oli col variare delle condizioni ambiente. Per quanto riguarda la temperatura si ha la relazione: $E_t' = E\,D^{0,55}$ dove E_t' è a tensione di scarica alla temperatura t considerata, E è la rigidità dielettrica alle condizioni normali; una relazione analoga, con lo stesso esponente per D, vale per la tensione di scarica E' a pressione p qualunque a temperatura normale. Numerosi diagrammi sono riportati a illustrare risultati sperimentali. Relazioni analoghe valgono per altri liquidi; per il benzolo si ha: $E' = E\,D^{0,55}$ mentre per il petrolio si ha: $E' = E\,D^{0,41}$. *N.*

H. Eisler — **Prove sulla conducibilità dell'olio per mezzo di misure di corrente-tensione.** (E. T. Z., N. 33 del 16 agosto 1934, pag. 809-810, con 4 fig.). **26 f**

Furono fatte serie di prove, descritte nell'articolo, per stabilire che la curva di corrente in funzione della tensione per olii puri isolanti è caratteristica per le loro proprietà isolanti. I risultati sembrano indicare che, come completamento delle prove di scarica, sia utile la registrazione della curva corrente-tensione. Il metodo è basato sul concetto che le eventuali impurità, che si possono trovare nell'olio, sono portate tra gli elettrodi e producono

già costruiti o di prossima realizzazione nelle diverse regioni del territorio suddetto fino alla Russia Asiatica, illustrando in particolare il grandioso piano per la utilizzazione del Volga a scopo di irrigazione e di produzione di energia. *Ri.*

Lo sbarramento di Bonneville. (Eng. N. R., novembre 1934). **20 i**

L'impianto è progettato sul fiume Columbia a circa km 225 a monte della foce di esso; sullo stesso fiume sono progettati dieci impianti per una potenza di 8.000.000 di kW. Lo sbarramento è del tipo a diga mobile con traversa tracimabile e comprende 18 luci di m 15,24; la lunghezza complessiva sarà di m 380 circa con una luce totale tracimabile di m 274. Le paratoie piane su rulli pesano ciascuna 200 tonnellate. Ad apertura completa potrà essere smaltita una portata di oltre m³ 45.000 al secondo, che supera di circa 1/3 la massima piena registrata negli ultimi 55 anni. La traversa tracimata è costruita in calcestruzzo. L'altezza massima dal punto inferiore delle fondazioni all'estremità superiore delle pile è di circa m 52. L'impianto comprenderà una centrale idroelettrica, che a sviluppo completo conterrà dieci gruppi da 43.000 kW; in un primo tempo l'edificio sarà costruito per sei gruppi e ne verranno installati due soli. Le turbine saranno del tipo Kaplan a pale regolabili, con un rendimento di 0,90 fra il carico totale e metà carico; il salto può variare fra m 6 e 21, ma per circa il 50 % della durata si può avere disponibile un salto di m 17, limitando i valori di salto inferiori ai m 15 soltanto per un periodo di tempo eguale al 6 % della durata. La massima portata utilizzabile con dieci unità sarà di 3470 m³/sec.

Difficoltà ancora non interamente risolte si presentano per la tenuta attraverso un isolotto che divide il fiume in due rami; non è ancora deciso se si procederà alla costruzione di un taglione di cemento armato attraverso l'isola o a costipamento per mezzo di pozzi riempiti di argilla e di sabbia o finalmente a trattamento chimico del terreno. Lo sbarramento e la centrale sono rispettivamente costruiti attraverso i due bracci nei quali il fiume viene ad essere diviso dall'isolotto. Lungo la sponda dell'isola l'edificio della centrale si prolunga in un muro d'ala in cemento armato alto m 36 e che farà parte poi della tura per il prolungamento definitivo della centrale per contenere dieci gruppi. L'impianto dovrebbe entrare in servizio nel 1937. *Ri.*

A. Linker — **Dispositivi di misura a distanza per l'esercizio di impianti elettrici.** (E. T. Z., N. 35 del 30 agosto 1934, pag. 857-860, con 9 fig.). **20 l**

Dopo aver brevemente ricordato lo scopo dei dispositivi di misura a distanza per l'esercizio di reti elettriche di trasmissione e di distribuzione, l'A. espone in dettaglio i diversi sistemi di misura che possono venir adottati in questo caso. Da principio per le misure a distanza si erano adottati sistemi di trasmissione a corrente continua, ma poichè la resistenza delle condutture può falsare le misure, si dovevano aggiungere provvedimenti di compensazione che non erano sempre liberi da errore. Recentemente si sono invece sviluppati i sistemi di misura, cosiddetti ad impulso, che lavorano mediante impiego di colpi di corrente e consentono perciò di scoprire disturbi o guasti di trasmissione. Anche sistemi a corrente alternata vengono ora adottati, nei quali generalmente si fanno agire sugli strumenti correnti alternate, la cui frequenza varia con la grandezza da misurare. L'articolo è corredato dalla descrizione di strumenti di misura a distanza basati su questi diversi sistemi. *Tt.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

M. Lo Presti — **La sala prove per macchine e motori termici presso il laboratorio di meccanica industriale del R. Istituto Superiore di Ingegneria di Milano.** (L'En. Elettr., dicembre 1934, pag. 999-1008, con 18 fig.). **23**

La sala prove occupa un'area di m 38 per 9,70. Essa contiene fra l'altro un banco prova composto di due sezioni distinte, una a carattere fisso e l'altra a carattere di fortuna per l'installazione di qualunque motore venga presentato per le prove. Nella parte fissa sono installati due grandi motori di aviazione Isotta Fraschini con relativo freno ed impianto completo per le prove, oltre un grande motore di automobile. Sul banco prova vero e proprio si trovano quattro motori d'automobile completi di installazioni di prove; vi è anche posto per eseguire prove di altri quattro motori a combustione interna di qualunque tipo venisse presentato. La sistemazione dei motori sul banco è ottenuta mediante guide di ferro, affondate nel calcestruzzo della soletta del salone collegata alle fondazioni, e sulle quali vengono opportunamente assicurati traversoni e squadre di collegamento. Ogni motore è fornito di un completo quadro di comando e in qualche caso di termometri a distanza per la misura della temperatura dell'olio e dell'acqua in vari punti. Le tubazioni di scarico sono munite di prese pirometriche per la temperatura dei gas di scarico e di dispositivi di captazione dei gas stessi per eventuali analisi. I dettagli di installazione dei diversi motori sul banco prove sono ampiamente descritti. Nel laboratorio sono altresì installati diversi altri motori a combustione interna a ciclo Diesel o a gas povero, nonchè due motrici a vapore a stantuffo. Completano l'installazione compressori d'aria ed una pompa per pressioni fino a 100 atm. Nell'articolo sono anche descritti gli impianti per i diversi servizi per l'alimentazione del combustibile, per l'acqua di raffreddamento, per l'aspirazione dei gas di scarico. *Ri.*

MACCHINE A COLLETTORE.

J. Fiedler — **Determinazione del campo nel traferro delle dinamo a campo trasversale.** (E. u. M., N. 39, 30 settembre 1934, pag. 453-455, con 5 fig.). **25 c**

L'A. espone un suo metodo per il calcolo del campo nel traferro di dinamo per saldatura a campo trasversale in funzione della corrente nel circuito esterno. I risultati ottenuti sono utilizzati per costruire la caratteristica statica di saldatura ossia per determinare graficamente la tensione ai morsetti in funzione della corrente di saldatura. Un cenno è fatto sulla possibilità di variare la caratteristica esterna con mezzi opportuni: variazione della saturazione con la variazione delle dimensioni dei poli, variazione del traferro, alterazione del percorso del flusso disperso, variazione del numero di spire dell'eccitazione. *V. D. Ma.*

MATERIALI.

W. Ruppert — **Nuovi isolanti specialmente adatti per alte frequenze.** (E. T. Z., N. 25, del 21 giugno 1934, pag. 608-610, con 2 fig.). **26 f**

Specialmente per le alte frequenze occorre disporre di isolanti che presentino basse perdite dielettriche: per isolanti solidi che possono venire opportunamente modellati a parte prima di essere impiegati e non devono poi essere più lavorati si presta bene la porcellana; ma finora mancavano materiali del tipo dei cartoni e dei fili smaltati che presentassero basse perdite. Ora invece sono stati ottenuti e l'A. ne fa oggetto del suo articolo. Così informa che è stato di recente prodotto un cartone verniciato, denominato « Frequahn », che non assorbe umidità e ha perdite molto ridotte alle alte frequenze: esso viene impiegato nei condensatori radio. Così pure un nuovo tipo di filo smaltato a perdite dielettriche ridotte viene ora prodotto per essere usato negli avvolgimenti delle bobine di apparecchi radio. *Tt.*

F. M. Clark — **Rigidità dielettrica degli olii minerali.** (Elec. Eng., gennaio 1935, pag. 50-55, con 12 fig.). **26 f**

L'A. richiama la classificazione proposta dei liquidi nei riguardi delle proprietà dielettriche in due categorie: liquidi puri e liquidi impuri, e si occupa in particolare di questi ultimi intendendo con tale denominazione di indicare tutti i liquidi isolanti che contengono gas disciolti. La classificazione prescinde dalla presenza di acqua o di particelle sospese, che vengono considerate come « impurità » e che posono essere presenti nei liquidi isolanti delle due categorie. La rigidità dielettrica di liquidi « impuri » è in relazione colle variazioni della pressione del gas e colla temperatura. Per chiarire il meccanismo della scarica nei dielettrici in seguito alla ionizzazione risultante dalle collisioni di particelle cariche sotto l'effetto del campo applicato, sono svolte dapprima alcune considerazioni sulla scarica nell'aria. La solubilità dell'aria negli oli minerali a temperatura e pressione normale dipende dalla qualità dell'olio ed è massima negli oli da trasformatori di piccola viscosità. Col variare della temperatura la solubilità dell'aria negli oli può aumentare o diminuire secondo il tipo di olio, in generale cresce colla temperatura negli oli poco viscosi e diminuisce invece per gli oli molto viscosi; di solito raggiunge un massimo verso i 100°. L'A. definisce densità relativa del gas disciolto il valore $D = V_1/V$ essendo V_1 e V la solubilità (in volume) del gas nel liquido considerato rispettivamente alle condizioni di temperatura e pressione considerate e alle condizioni normali (25° e 760 mm Hg); questo parametro D si presta bene a rappresentare il comportamento delle proprietà dielettriche degli oli col variare delle condizioni ambiente. Per quanto riguarda la temperatura si ha la relazione: $E_t' = E\,D^{0,55}$ dove E_t' è a tensione di scarica alla temperatura t considerata, E è la rigidità dielettrica alle condizioni normali; una relazione analoga, con lo stesso esponente per D, vale per la tensione di scarica E' a pressione p qualunque a temperatura normale. Numerosi diagrammi sono riportati a illustrare risultati sperimentali. Relazioni analoghe valgono per altri liquidi; per il benzolo si ha: $E' = E\,D^{0,55}$ mentre per il petrolio si ha: $E' = E\,D^{0,41}$. *N.*

H. Eisler — **Prove sulla conducibilità dell'olio per mezzo di misure di corrente-tensione.** (E. T. Z., N. 33 del 16 agosto 1934, pag. 809-810, con 4 fig.). **26 f**

Furono fatte serie di prove, descritte nell'articolo, per stabilire che la curva di corrente in funzione della tensione per olii puri isolanti è caratteristica per le loro proprietà isolanti. I risultati sembrano indicare che, come completamento delle prove di scarica, sia utile la registrazione della curva corrente-tensione. Il metodo è basato sul concetto che le eventuali impurità, che si possono trovare nell'olio, sono portate tra gli elettrodi e producono

costruiti con diversi materiali: ottone, grafite ed ottone sovrapposti, stagnola sottile (fino a 0,05 mm) con interposto un materiale adesivo quale grafite e vaselina, mercurio, argentatura diretta del vetro. La frequenza della corrente alternata poteva essere variata fra 800 e 6.000.000 di hertz. In complesso le misure hanno rivelato la superiorità degli elettrodi di mercurio specialmente se fra l'isolante e il mercurio si dispone un adesivo a base di grafite. Qualora il mercurio non si potesse usare conviene disporre uno strato di vaselina sul quale viene teso accuratamente un sottile foglio di stagnola; l'operazione è però piuttosto lunga e laboriosa. La grafite incorporata ad un adesivo con sovrapposto un elettrodo metallico piano dà dei buoni risultati quando le misure si eseguiscono con corrente continua oppure con corrente alternata a frequenza industriale. L'elettrodo metallico semplice può servire quando lo spessore del campione in prova è di almeno 6 mm purchè le superficie di appoggio siano ben spianate. *I. L.*

G. F. Shotter — Esperienze e problemi relativi ai sopporti per i contatori d'energia. (J. I. E. E. Londra, LXXV, 456, pag. 755-772 e discuss. fino a pag. 784, con 24 fig.). **28 e**

L'A. riferisce di risultati ottenuti su oltre 4000 sopporti per strumenti di misura monofasi ad induzione tenuti in funzione fino ad 8 anni; i sopporti sono tutti di zaffiro sintetico lubrificati con olio minerale, il perno è di acciaio, il peso della parte rotante di 16 gr e la coppia massima di 50 grmm; nel complesso sono stati registrati fino a 30 milioni di giri del perno per ogni strumento. La percentuale dei sopporti che presentano segni di usura palese cresce linearmente col numero dei giri del perno, e dopo 14 milioni di giri è del 50 %.

Sono stati provati lungamente anche i perni fatti coi seguenti materiali: acciaio, stellite, zaffiro, duralluminio, alluminio, bronzo fosforoso, tungsteno, platino-iridio, platino con e senza lubrificante; il sopporto era sempre di zaffiro. In generale ne è risultata la superiorità del perno di acciaio su tutti gli altri. Una causa di deterioramento dei sopporti sono gli urti che l'equipaggio riceve ad ogni brusca variazione del carico; uno speciale apparecchio è stato all'uopo studiato per sottoporre i sopporti di pietra dura ad una successione di urti in ragione di 18 al minuto. L'ossigeno atmosferico favorisce il deterioramento dei perni; le prove eseguite col perno immerso in un'atmosfera di gas inerte chiuso in un'ampolla di vetro hanno tuttavia dimostrato ancora la presenza di ruggine; si ritiene che la causa risieda nell'ossigeno combinato della pietra dura; i perni di platino iridiato non presentano ossidazione.

Discussione. — I sopporti di diamante deteriorano meno il perno anche se esposti all'aria probabilmente perchè il diamante non contiene ossigeno. I raggi X potrebbero dare delle utili indicazioni sulla lavorazione degli zaffiri; la superiorità della stellite dipenderebbe dalla mancanza di carburo di ferro che ha una durezza maggiore dello zaffiro. L'olio destinato alla lubrificazione dei sopporti deve mantenersi fluido anche a temperature abbastanza basse, in relazione al servizio al quale il contatore viene adibito. *I. L.*

MOTORI PRIMI.

P. Pourchot — Le caldaie a circolazione forzata sistema " La Mont ". (Rev. Electr. Mec., novembre-dicembre 1934, pag. 24-35, con 8 fig.). **30 d**

Vengono dapprima riassunti rapidamente i progressi compiuti nella tecnica delle caldaie a vapore ad alta pressione ed in base alla considerazione dell'utilità del tiraggio forzato dell'aria di combustione è messa in evidenza la corrispondente utilità di una rapida circolazione forzata dell'acqua nei tubi delle caldaie. I numerosi tentativi fatti in proposito hanno avuto scarso successo. In migliori condizioni si presenta il recente sistema La Mont che impiega tubi di piccolo diametro percorsi dall'acqua a grande velocità. Vi sono attualmente in servizio circa una quarantina di impianti La Mont, mentre altri trenta sono in corso di costruzione. Un impianto La Mont sia a combustione diretta, sia per ricupero di calore, comprende un fascio di tubi di piccolo diametro, nei quali l'acqua è fatta circolare da una pompa che aspira da un serbatoio; una parte dell'acqua vaporizza e il miscuglio acqua e vapore ritorna al serbatoio, dove il vapore si separa dall'acqua. Apposita pompa di alimentazione mantiene costante il livello dell'acqua nel serbatoio. La quantità d'acqua in circolazione è circa 8 volte la quantità di vapore da produrre; la velocità dell'acqua all'entrata nei tubi è di almeno un metro al secondo e la velocità d'uscita del miscuglio varia da 10 a 30 metri al secondo in funzione della pressione di esercizio. Per le elevate velocità sono impedite le incrostazioni. Ai tubi può essere data una forma qualunque, adattandola alle esigenze locali. L'ingombro è assai più piccolo che per caldaie ordinarie. Il coefficiente di trasmissione è, per tubi piccoli (mm 32), alquanto più elevato. A parità di perdita di carico e di altre condizioni una caldaia La Mont ha una produzione unitaria assai più elevata di una caldaia ordinaria. La costruzione riesce semplice ed il peso assai minore. La pompa di circolazione deve essere costruita per pressioni poco superiori a quelle di esercizio ed assorbe meno dell'1 % della potenza totale corrispondente alla caldaia. La messa in servizio è assai rapida. Nel caso della rottura di un tubo le conseguenze sono assai limitate. *Ri.*

RADIOTECNICA.

N. Carrara — Il magnetron come resistenza negativa. (A. F., febbraio 1935, pag. 20, con 12 fig.). **34 c**

È stato osservato (Ranzi, Slutzkin e Steinberg) che il magnetron, quando la direzione del campo magnetico è obbliqua rispetto a quella del catodo, può presentare valori anormali di corrente anodica e resistenza negativa. Il Ranzi attribuisce i primi alla presenza di oscillazioni elettroniche nell'interno del tubo, mentre avanza l'ipotesi che la seconda sia dovuta al particolare andamento delle traiettorie percorse dagli elettroni. Secondo altri invece (Hollmann) in questo particolare andamento delle traiettorie va ricercata la causa tanto dei valori anormali di corrente anodica, quanto della resistenza negativa; su questa base sono stati fondati i più recenti studi (Megaw) riguardanti l'impiego del magnetron come generatore di oscillazioni elettriche (dinatron).

Nel presente lavoro sono svolte alcune considerazioni teoriche, convalidate da risultati sperimentali, che portano ad escludere quest'ultima spiegazione; altre considerazioni conducono a formulare l'ipotesi che la causa dei fenomeni descritti risieda unicamente nelle oscillazioni elettroniche che, come l'A. ha accertato, il magnetron manifesta sempre insieme con essi.

M. Boella — Misura diretta della conduttanza di perdita dei condensatori con alte frequenze. (A. F., febbraio 1935, pag. 5, con 18 fig.). **34 g**

Si descrive un metodo di sostituzione per la misura della conduttanza di perdita dei condensatori usati nei circuiti a radiofrequenza. Il metodo è stato studiato per evitare un grave inconveniente a cui è soggetto il metodo di sostituzione ordinario nel caso delle frequenze più alte e che consiste nella necessità di conoscere le perdite nel condensatore variabile in aria adoperato quale riferimento. Queste perdite diventano infatti in tal caso, variabili in funzione della capacità. Si espongono le difficoltà incontrate nell'attuazione del metodo e gli accorgimenti usati per superarle. Si riportano i risultati di alcune misure di perdite su tre diversi condensatori variabili in aria, ponendo in rilievo quale sia, anche per fequenze relativamente basse (2.10^6 Hz), l'importanza delle perdite variabili, dovute alla resistenza ohmica delle parti metalliche percorse da corrente, rispetto a quelle costanti, dovute ai materiali isolanti di sostegno.

C. Borsarelli — L'industria dei ricevitori radiofonici negli Stati Uniti d'America. (A. F., febbraio 1935, pag. 39, con 8 fig.). **34 v**

Si ricordano i primordi dell'industria radio negli Stati Uniti d'America e si espone il rapido sviluppo della produzione dei radioricevitori. Sulla base dei risultati conseguiti nel suo primo decennio di vita vengono considerate le caratteristiche principali della nuova industria, cioè l'altro grado di perfezione ad essa richiesto ed il suo continuo progredire, da cui deriva la necessità di intima collaborazione con la scienza e di accurata continua verifica della qualità dei prodotti. Vengono illustrate le particolarità tecniche ed economiche della radioindustria, il suo ordinamento, la scelta delle materie prime, i criteri ed i metodi per il progetto di nuovi tipi, l'organizzazione della produzione, la mano d'opera, la fluttuazione stagionale e l'aumento graduale della produzione, l'assorbimento da parte del mercato e la sua saturazione.

A. T. Stan, H. C. Hall — Un nomogramma per il calcolo dei filtri di banda (tipo Zobel). (J. I. E. E. Londra, LXXV, 456, dicembre 1934, pag. 749-754, con 12 fig.).

Gli AA. riferiscono su 8 tipi diversi di filtri e di ciascuno danno le formule per il calcolo dell'attenuazione in funzione della frequenza della corrente alternata. Per facilitare l'applicazione di dette formule riportano un nomogramma in grande scala. Un filtro potrebbe in generale essere definito dai valori della frequenza per i quali l'attenuazione diventa nulla (al massimo due) e dai valori per i quali diventa infinita. *I. L.*

R. Linsmayer — La stazione radiotrasmittente di Vienna (Bisamberg). (E. u. M., N. 38-39, 23-30 settembre 1934, pag. 441-446, 455-459, con 15 figure). **34 c**

Dopo un cenno sui criteri che hanno indotto i dirigenti della radio austriaca a scegliere il Bisamberg come località particolarmente adatta per la costruzione della stazione, l'A. descrive in dettaglio l'impianto di produzione dell'energia, i gruppi rettificatori ad alta tensione, l'impianto di amplificazione e modulazione, i servizi accessori e l'antenna di trasmissione. Si rileva, in particolare, che la stazione possiede un impianto proprio di produzione dell'energia costituito da due gruppi elettrogeni, ciascuno composto di un motore Diesel e da un alternatore da 420 kVA, e da un terzo gruppo Diesel-alternatore da 335 kVA. L'energia è fornita a 220/380 V, 50 Hz. Per la conversione dell'energia in continua, necessaria per i servizi accessori, per l'accensione dei filamenti e per la tensione anodica dei

diversi stadî, sono impiegati gruppi convertitori rotanti a tensioni diverse. La tensione anodica per i due tubi dell'amplificatore finale di potenza da 300 kW è fornita da un raddrizzatore esafase a vapore di mercurio, in cassa metallica, da 50 A a 13 kV massimi; un secondo raddrizzatore ad ampolla di vetro è tenuto come riserva del rettificatore normale di servizio. *V. D. Ma.*

STATISTICA.

Sviluppo dell'elettrotecnica nei tempi recenti. (E. u. M., N. 39, 30 settembre 1934, pag. 459-462). **36**

Si tratta di una rassegna delle costruzioni più notevoli realizzate in Germania, in questi ultimi tempi, in tutti i campi dell'elettrotecnica. Essa è estesa particolarmente alle seguenti branche: costruzione delle centrali, macchine rotanti e trasformatori, quadri, protezione selettiva, tecnica delle alte tensioni, mutatori, linee di trasporto d'energia, trazione, applicazioni termiche, applicazioni industriali varie, misure, illuminazione, elettrochimica, telefonia, elettrofisica, produzione dell'energia. *V. D. Ma.*

I consumi dell'energia elettrica in Italia durante l'anno 1933. (L'En. Elettr., dicembre 1934, pag. 941-987, con molte figure). **36**

L'annata 1933 ha segnato rispetto al 1932 un aumento di consumo di quasi 871.000.000 kWh, pari al 10,31 %. Sono stati in diminuzione le categorie della illuminazione privata, delle industrie varie, chimiche, meccaniche ed affini e l'industria del legno; tutte le altre voci di consumi sono state in aumento. L'illuminazione pubblica è aumentata dell'8,6 %. Per l'illuminazione privata il consumo massimo per abitante si verificò a Milano con 77,5 kWh per abitante anno. Il maggior consumo di energia per uso industriale si verificò in Lombardia con oltre 2.115.000.000 kWh, segue il Piemonte con 1.678.000.000 kWh e il Veneto con 626.000.000; il minimo si ebbe in Lucania con 5.800.000 kWh. Il coefficiente di elettrificazione cioè la potenza media per operaio, dedotta dal quoziente dei kWh totali consumati per il numero di ore-operaio, è risultato massimo per l'industria cartaria (4,55 kW); seguono le industrie metallurgiche con 4,50 kW; le tessili dànno una media generale di 1,08 kW con un massimo di 3,21 kW per il rayon. Le industrie elettrochimica ed elettrometallurgica hanno aumentato il consumo di 13,34 % rispetto al 1932. Il massimo aumento assoluto e percentuale fu dato dal riscaldamento industriale (215 milioni di kWh pari a oltre il 108 %). Per la trazione l'aumento fu del 3,88 per cento (15 milioni di kWh), e il consumo totale arrivò a 884 milioni di kWh. Il massimo consumo assoluto fu quello delle industrie elettrochimiche ed elettrometallurgiche con 2666 milioni di kWh; seguono le industrie tessili con 1067 milioni di kWh. Il consumo totale per abitante e per anno che era di 200 kWh nel 1931 e di 203 kWh nel 1932 è arrivato nel 1933 a 223 kWh; queste cifre, depurate dai consumi relativi alle industrie elettrochimiche ed elettrometallurgiche e al riscaldamento industriale, divengono rispettivamente di 143, 141 e 150 kWh. Nei consumi totali l'Italia settentrionale rappresenta il 70,33 %, l'Italia centrale il 17,40 %, l'Italia meridionale il 10,20 % e le isole 2,06 %. *Ri.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

A. B. CLARK — **Trasmissione di larghe bande su circuiti bilanciati.** (Elec. Eng., gennaio 1935, pag. 27-30). **38 c**

L'A. usa il termine di circuito bilanciato per indicare circuiti telefonici costituiti da due fili identici e disposti simmetricamente rispetto alla terra e agli altri circuiti, e muniti all'estremità di apparecchiature simmetriche rispetto alle impedenze in serie e alle ammettenze in derivazione verso la terra. Nei cavi ordinari l'attenuazione ha le stesse caratteristiche come nei nuovi conduttori concentrici recentemente proposti ma è naturalmente assai più forte in causa delle minori dimensioni e delle forti perdite dei cavi. Prove eseguite hanno dimostrato che si possano realizzare due o più « canali » per televisione, dell'ampiezza ciascuno di 1.000.000 per/sec, con paia di conduttori opportunamente disposti in un cavo. Assai diverse sono le condizioni nel caso di linee aeree ma anche qui, per quanto riguarda la televisione, l'A. ritiene che si possa arrivare a una banda di 1.000.000 per/sec senza ricorrere a cambiamenti radicali nell'attuale disposizione dei conduttori. Prendendo in esame la costruzione di nuovi cavi l'A. espone considerazione che tendono a rendere realizzabili anche la trasmissione telefonica con onde portanti distribuite su una banda di 1.000.000 per/sec così da poter usufruire di oltre 200 « canali ». *N.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

E. J. ABBOTT — **Una sottostazione resa silenziosa.** (Elec. Eng., gennaio 1935, pag. 20-26, con 4 fig.). **40 v**

Nello studio della riduzione dei rumori del macchinario bisogna ricorrere alle misure fonometriche perchè l'orecchio inganna spesso. Infatti se in un locale vi sono due o più sorgenti sonore, togliendone una l'orecchio può percepire una riduzione assai limitata del rumore totale perchè in generale un cambiamento di meno del 25 % (1 decibel) nell'intensità sonora non viene nemmeno percepito mentre aumenti del 200 o del 300 % (3 a 4,8 decibel) danno una impressione di aumento assai limitata. Se quindi si cerca di riconoscere quale è la macchina rumorosa togliendole una alla volta per osservare se il rumore diminuisce, difficilmente si arriverebbe a buon risultato. Vengono descritti in particolare i rilievi fonometrici e gli studi eseguiti per ridurre silenziosa una cabina che conteneva nove regolatori a induzione da 200 kVA e uno da 120 kVA oltre a due trasformatori trifasi da 6000 kVA. Le misure vennere eseguite sulla pressione sonora ma furono corrette con coefficienti che tengano conto del diverso apprezzamento dell'orecchio. I primi rilievi dimostrarono che il rumore consisteva principalmente di armoniche di 120 per/sec mentre le armoniche dispari di 60 per/sec erano trascurabili; la componente più elevata era proprio quella a 120 per/sec. La prima serie di esperienze permise di determinare la distribuzione spaziale del rumore intorno alla cabina e di riconoscere l'importanza relativa delle varie sorgenti sonore. La più importante di tutte risultò essere uno dei trasformatori la cui eliminazione portò ad un abbassamento di 29 decibel, mentre il secondo trasformatore risultò praticamente silenzioso; il primo venne quindi sostituito. Per i regolatori a induzione si ricorse invece a coprire alcune aperture delle celle che li contenevano, con mateteriali assorbenti. Si arrivò così a ridurre il rumore nelle vicinanze della cabina da 50 o 60 decibel a soli 20 o 25 decibel. Numerose tabelle sono riportate coi risultati numerici delle singole misurazioni eseguite. Grazie ai rilievi fonometrici compiuti fu possibile eliminare l'inconveniente lamentato dei disturbi alle vicine abitazioni mentre la ventilazione dei regolatori a induzione fu assicurata mediante canali nelle fondazioni. *N.*

J. E. CLEM — **Impedenza di messa a terra del neutro di una rete di cavi.** (Elec. Eng., gennaio 1934, pag. 30-40, con 10 fig.). **40 d**

Colla estensione delle reti di trasmissione di energia acquista importanza il problema di limitare le eventuali correnti di corto circuito a terra ad un valore massimo tale che non possa danneggiare le apparecchiature e le macchine. Il problema si riduce a quello di determinare il valore massimo che si può dare all'impedenza della messa a terra del neutro per limitare le correnti di circuito a terra, pur continuando a poter considerare la rete come funzionante con neutro a terra. Secondo l'A. e secondo una norma in esame attualmente presso l'American Standards Ass. si intende come sistema con neutro a terra un sistema il cui neutro sia collegato a terra attraverso una impedenza abbastanza bassa perchè le tensioni derivanti da un eventuale messa a terra non possano danneggiare l'apparecchiatura connessa alla rete; per i cavi queste condizioni si potrebbero considerare soddisfatte quando la massima tensione di arco verso terra calcolata nelle condizioni normali non superi il triplo della differenza normale di tensione fra linea e neutro. Perchè tale condizione sia soddisfatta la resistenza di messa a terra del neutro di una rete di cavi non dovrebbe superare il valore $R = 1{,}15/\omega\, C_a$ essendo C_a la capacitanza di sequenza zero cioè un terzo della capacitanza dei tre conduttori in parallelo verso terra. Se la rete di cavi è messa a terra attraverso una reattanza, il valore di essa non dovrebbe essere maggiore di $X_n = X_1\ (2 + p)/6$ essendo X_1 la reattanza di sequenza positiva del sistema e p il rapporto fra la reattanza di sequenza zero (ad esclusione di X_n) e la reattanza di sequenza positiva. L'A. indica poi come si possa procedere al calcolo della capacitanza di sequenza zero e delle reattanze della rete. Espone poi il metodo di calcolo delle tensioni che possono derivare da archi a terra e dimostra come si possa arrivare a risultati sufficientemente soddisfacenti anche mediante un metodo approssimato, illustrandolo con l'applicazione ad un caso concreto. *N.*

P. SPORN e S. W. GROSS — **Scaricatori a espulsione su linee a 132 kV.** (Elec. Eng., gennaio 1935, pag. 66-73, con 8 fig.). **40 d**

I cosidetti scaricatori a espulsione (expulsion protective gaps) sono costituiti essenzialmente da due intervalli spinterometrici realizzati nell'interno di due tubi di fibra disposti in serie fra loro e con un altro intervallo nell'aria libera; il complesso è inserito fra il conduttore e la terra nelle immediate vicinanze della catena di isolatori. In particolare sono riferiti i risultati ottenuti con questo dispositivo di protezione sulle linee a 120 kV della Appalachian Elec. Pow. Co. Gli scaricatori vennero inseriti sui tre fili di una terna di una linea a due terne così da poter avere buoni termini di confronto fra il comportamento delle due terne simili. Vennero anche disposti amperometri di cresta per determinare, per quanto possibile, le caratteristiche e la gravità delle scariche atmosferiche. Numerose tabelle racolgono i risultati ottenuti, illustrati anche da alcuni oscillogrammi. Nel complesso questi scaricatori si sono dimostrati efficaci per prevenire le scariche sulle catene e i conseguenti danneggiamenti agli isolatori; il funzionamento si è dimostrato sicuro e l'interruzione è sempre avvenuta in uno o due periodi. I tipi costruttivi più recenti di tali scaricatori si prestano bene a venire inseriti su linee esistenti. Miglioramenti ulteriori sono desiderabili nel senso di diminuire le spese di sorveglianza e manutenzione che gli scaricatori attuali richiedono per essere mantenuti in buone condi-

zioni di funzionamento. Anche il comportamento degli scaricatori alle scariche ad impulso merita di essere ulteriormente studiato per migliorarne le caratteristiche. Nello stimare la durata probabile di un scaricatore bisogna tenere presente che spesso le scariche atmosfericre hanno un carattere iterativo; si sono riconosciute fino a otto scariche successive in una durata di 26 periodi. Gli scaricatori hanno dimostrato di saper scaricare corrente di fulminazione di intensità di 37.000 A; ma sono state osservate correnti di fulminazione fino di 200.000 A. Il comportamento della terna protetta è stato molto più soddisfacente di quello della terna lasciata senza protezione. *N.*

K. B. McEachron — **Fulminazioni con scariche multiple.** (Elec. Eng., dicembre 1934, pag. 1632-1637, con 5 fig.). **40 d**

Solo recentemente si sono potuti riconoscere chiaramente esempi di fulminazioni di linee, costituite da molte scariche susseguentesi in brevissimo periodo di tempo, sebbene già prima, col metodo degli specchi rotanti, si fosse potuto dimostrare che molte scariche di fulmini presentano tale carattere. Finora non si era potuto ottenere una chiara registrazione di scariche multiple sulle linee perchè gli apparecchi di cui si disponeva non erano adatti allo scopo; la scala dei tempi degli oscillogrammi catodici arriva al massimo a 1000 microsecondi ed è troppo breve per registrare scariche multiple; anche gli altri istrumenti in uso per lo studio delle scariche sulle linee erano inadatti a rilevare la molteplicità delle scariche. Ciò si è potuto fare con uno speciale oscillografo, appositamente costruito, in cui la pellicola viene fatta scorrere in modo continuo durante il temporale e la sorgente luminosa è costituita da una lampada a cratere che viene accesa in circa 20 microsecondi per l'intervento di un tyratron. Si poterono così ottenere parecchie registrazioni ben chiare di scariche multiple. In qualche caso il numero delle scariche è arrivato fino a 12; le scariche possono essere così vicine da verificarsi tutte in un solo periodo (della frequenza 60 per/sec) oppure essere distribuite fino a comprendere una decina di periodi. Dalle osservazioni finora compiute sembra si possa dedurre che le scariche multiple si verifichino molto frequentemente e di esse va quindi sempre tenuto conto nel considerare i problemi dell'isolamento delle linee. Sembra che la polarità dei conduttori abbia importanza nel determinare su quale di essi si verifichi la scarica verso terra; ciò sembra avvenire più frequentemente quando un conduttore è colpito da una scarica atmosferica di polarità opposta a quella del conduttore stesso. La polarità del conduttore sembra anche avere qualche relazione colla propabilità di essere o meno colpito da scariche atmosferiche. Naturalmente se la sovratensione generata dalla scarica atmosferica è abbastanza elevata può avvenire la scarica a terra su tutti e tre i conduttori della terna. *N.*

W. Gosebruch — **Sulla questione dell'aumento della potenza di reti di distribuzione.** (E. T. Z., N. 28 del 12 luglio 1934, pag. 691-692, con 2 fig.). **40a**

L'A. si propone di mostrare che adottando il sistema di distribuzione a corrente continua ad alta tensione a tre fili su linee di distribuzione trifasi già esistenti, si può accrescere la capacità di trasporto di energia elettrica delle linee stesse senza ampliare gli impianti. Inoltre in questo modo si può ricorrere all'impiego di batterie di accumulatori da tenere in riserva per i bisogni di punta nelle vicinanze dei luoghi ove questi carichi eccezionali si verificano. L'A. espone due schemi che possono essere adottati per una distribuzione a 17 kV: nell'un caso e nell'altro egli pensa di ricorrere al sistema Thury in serie: in uno di essi, calcolando di avere 17 sottostazioni, egli installa in ciascuna due motori da 500 volt e connette tutte le macchine delle diverse sottostazioni in serie: ognuno di questi motori comanda poi due dinamo a 250 V connesse in serie, che alimentano una rete di distribuzione a tre fili a 500 volt. Nell'altro caso invece i motori di ogni sottostazione sono collegati in parallelo sulla rete; in ogni sottostazione se ne hanno due a 8500 volt connessi in serie fra loro e ciascuno di essi comanda due dinamo a 250 volt pure connesse in serie per alimentare sempre la rete secondaria a 500 volt. Se si vuole poi alimentare una rete di distribuzione trifase, basta sostituire le dinamo da 250 volt con alternatori oppure ricorrere ad invertitori. *Tt.*

M. Schleicher — **La pratica moderna in Germania e nel continente europeo riguardante gli impianti di controllo a distanza delle grandi reti di distribuzione.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 456, dicembre 1934, pag. 710-721 e discussione fino a pag. 729 con 7 fig.). **40 f**

L'aumento del carico in una grande città fornita di una potenza installata di 500.000 kW può verificarsi in certi periodi della giornata in ragione di 10.000 kW/minuto. La regolazione del carico diventa allora un problema difficile se si pensa che le grandi unità a vapore che in molti casi formano il servizio di base urbano, richiedono 30 minuti per l'avviamento finchè la potenza non supera i 20.000 kVA ed anche 60 minuti oltre tale limite; soltanto le batterie di accumulatori, i motori Diesel e gli impianti ad accumulazione di vapore o con riserva d'acqua possono entrare in servizio prontamente e dare subito tutta la loro potenza. In Germania esistono 11 impianti di sollevamento d'acqua destinati a garantire una riserva d'acqua per il servizio di punta; la potenza ricavabile da ogni impianto è in media di 20.000 kVA.

La frequenza di una corrente alternata è un indice sicuro per giudicare quando si devono avviare nuove macchine generatrici oppure arrestarne a seconda delle variazioni del carico; bisogna però che la sensibilità dei frequenziometri sia tanto maggiore quanto maggiore è la potenza dell'impianto di distribuzione altrimenti non è possibile accorgersi dell'entrata in funzione di ogni singola unità. Indicazioni più complete si ottengono coi dispositivi di indicazione a distanza della potenza generata in ogni centrale della rete accoppiati con gli apparecchi di totalizzazione dell'energia installati in ogni centrale ed anche presso il direttore generale di tutto il servizio di distribuzione. Gli ordini vengono trasmessi o per telefono o con apparecchi telescriventi.

L'A. dà una sommaria descrizione degli impianti di distribuzione di Berlino con 1.000.000 di kW (per illuminazione, forza motrice e trazione), di Vienna con 200.000 kW, di Oslo e della Norvegia con 500.000 kW; di Genova per gli impianti di trazione italiani e dell'Unione di Elettricità di Parigi con 720.000 kW.

Discussione. — L'impianto di Londra ha un servizio di base di 300.000 kW; al mattino la potenza di 900.000 kkW può essere raggiunta in 90 minuti; la massima potenza di 1.600.000 kW viene raggiunta nell'ora di punta del pomeriggio in inverno; il comando di tutto l'impianto è accentrato a Bankside. Recentemente è stato costruito un frequenziometro con una scala estesa fra 48 e 52 per/sec su una lunghezza di 102 cm; esso permette di apprezzare delle variazioni di 0,002 per/sec nella frequenza, per mm di scala. *I. L.*

E. B. Wedmore — **Il riscaldamento dei cavi esposti al sole.** (J.I.E.E. Londra, LXXV, 456, dicembre 1934, pag. 737-748, con 15 fig.). **9 d**

Un cavo elettrico esposto al calore radiante del sole assume due temperature diverse nella parte esposta e nella parte in ombra, ciò vuol dire che una parte del calore assorbito dal cavo viene ceduto all'aria nella parte in ombra. Scopo della ricerca è di stabilire la porzione di calore rimasto nel cavo in base al rilievo delle temperature al sole ed all'ombra del rivestimento esterno. Il calore radiante espresso in milliwatt/cm² può essere dedotto moltiplicando per 3 la differenza in °C fra le temperature segnate da due termometri uno col bulbo esposto al sole e l'altro all'ombra. La misura presenta qualche difficoltà perchè le indicazioni termometriche risentono della posizione degli oggetti che trovandosi nelle immediate vicinanze possono riflettere una parte del calore radiante ricevuto.

Le esperienze sui cavi sono state eseguite a Londra, Milano e Buenos Ayres tenendo conto della velocità dell'aria attorno ai cavi; la media delle temperature sul rivestimento di piombo di un cavo cresce col diametro esterno di questo a parità di calore radiante assorbito; si può ritenere che per diametri compresi fra 2 e 8 cm il rapporto fra la media delle temperature in °C ed il calore radiante in milliwatt/cm² varia da 0,4 a 0,65 mentre per i cavi armati lo stesso rapporto varia da 0,7 a 0,9. Si può anche mettere in relazione la potenza necessaria per scaldare elettricamente un cavo col calore radiante necessario per ottenere lo stesso dislivello di temperatura sul rivestimento, il rapporto varia da 0,52 a 0,58 (diametro del cavo variabile da 2,1 a 7 cm) ed indica la capacità di assorbimento del cavo alla superficie. *I. L.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

M. Monteggia — **La turbonave Conte di Savoia e il suo impianto elettrico.** (L'Elettrot., 5 ottobre 1934, pag. 642-652 e 15 ottobre, pag. 665-675, con 32 fig.). **41 i**

Viene descritto il complesso delle installazioni elettriche eseguite a bordo del Conte di Savoia. L'impianto comprende una rete per forza motrice con circa 500 motori per una potenza installata di 8800 kW ed una complessa rete per servizi diversi. L'energia è prodotta in una centrale principale da 5100 kW e in una centrale ausiliaria con gruppi Diesel-elettrici. Particolare importanza ha il caratteristico impianto di stabilizzazione giroscopica ottenuta con 2 giroscopi da 100 tonnellate comandati con motori da 600 kW. *Ri.*

L. Monath — **Frenatura reostatica e a ricupero nella trazione elettrica.** (E. T. Z., N. 25, del 21 giugno 1934, pag. 597-601; N. 27, del 5 luglio 1934, pag. 671-676, con 15 fig.). **41 a**

L'A. fa un esame completo dell'argomento della frenatura elettrica e dà le direttive per l'impostazione dei processi di frenatura reostatici e a ricupero nei diversi casi. Nella trattazione della frenatura reostatica viene indicato un nuovo sistema, nel quale viene impiegata una piccola macchina smorzatrice per eliminare l'urto improvviso che potrebbe derivare da una frenatura repentina. La frenatura a ricupero nella corrente continua viene analizzata separatamente a seconda che il tipo di motore impiegato è in derivazione o compound. I motori compound colla frenatura a ricupero sono stati impiegati specialmente in questi ultimi tempi. Da ultimo viene anche fatto un cenno sulla frenatura a ricupero colla corrente monofase: qui il problema è complicato per le necessità della commutazione e per il controllo della fase della corrente ge-

nerata rispetto alla tensione di linea. Per altro la questione è stata favorevolmente risolta e il ricupero viene ora applicato anche sulle principali reti elettrificate a corrente monofase alta tensione. *Tt.*

Apparecchio di telegrafia elettrica utilizzato a bordo delle navi. (Engin., 28 settembre 1934, pag. 328, con 5 fig.). **41 i**

L'articolo considera gli apparecchi di trasmissione e ricezione fra la passerella di comando e la sala macchine della nave. Ogni apparecchio, sia ricevente che trasmittente, comporta un quadrante, una leva di comando e un indice trascinato da un motore elettrico a c. c. a mezzo di pignone-ruota dentata. La leva di comando e l'indice sono collegati ad opportune resistenze. Fra apparecchi riceventi e trasmittenti si hanno 6 conduttori e le connessioni sono realizzate in modo che quando la leva di comando e l'indice del posto trasmettitore, e gli organi corrispondenti del posto ricevente sono sulle stesse indicazioni, non esiste differenza di potenziale ai morsetti dell'indotto dell'uno o dell'altro motore. Se una delle due leve è spostata si manifesta una differenza di potenziale ai morsetti dell'indotto del motore dell'apparecchio coniugato, che trascina il suo indice fino a che non venga ristabilito l'equilibrio. L'installazione inoltre, per ogni posto, comporta una suoneria che è messa in azione non appena un ordine viene trasmesso, e si arresta allorchè viene accusato ricevimento dell'ordine stesso. *E. R.*

G. BIANCHI — **Unificazione delle locomotive elettriche a corrente continua a 3000 V.** (Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, 15 giugno 1934, pag. 410-417, con 2 fig.). **41 e**

In questo articolo sono indicati i principali risultati ottenuti con la normalizzazione delle locomotive elettriche in Italia. Questi risultati hanno superato le previsioni dal punto di vista della semplicità e della robustezza, realizzati per l'apparecchiatura elettrica, e della facilità, per il personale di macchina e dei depositi, della condotta e riparazione del materiale. Con le locomotive precedentemente impiegate, fornite da quattro diversi costruttori, si era ottenuto rispettivamente il seguente numero per le ore di operaio necessarie alla manutenzione, riferite a 1000 km di percorso: 3,87: 0,67; 0,38; 0,20, e la media delle chiamate di macchine di soccorso era di 5,25 per 100.000 km di percorso. Con le locomotive normalizzate, nelle stesse condizioni di marcia e per gli stessi depositi, le ore di operaio non sono state che di 0,11 per 1000 km, e le chiamate di soccorso di 1,1 per 100.000 km. *E. R.*

L'equipaggiamento elettrico del piroscafo « Queen Mary ». (Engin., 28 settembre 1934, pag. 319-324, con 14 fig.). **41 i**

Su questo piroscafo si dispone di sette gruppi turbo-generatori per la produzione di energia elettrica destinata ai servizi ausiliari. Ogni gruppo è costituito da una turbina a vapore a 10 salti di pressione, marciante a 5000 giri/min ed azionante con ingranaggi riduttori una dinamo a 225 V, 600 giri/min. Quattro di tali gruppi forniscono l'energia agli ausiliari del ponte della nave, e delle turbine principali di comando delle eliche. Gli altri tre gruppi forniscono l'energia per gli altri servizi che in genere sono sempre attivi sia durante la navigazione che quando la nave è in porto. I quattro gruppi sono alimentati con vapore prodotto dalle caldaie principali, a 28 kg/cm² e 370° C; gli altri tre gruppi invece sono alimentati con vapore fornito da caldaie separate, alla pressione di 16 kg/cm² e 340° C. Sono inoltre previsti due gruppi di soccorso da 75 kW azionati da motori ad olio pesante. L'equipaggiamento elettrico di bordo comprende in totale 520 motori elettrici per una potenza complessiva di 10.000 kW distribuita in unità da 0,2 kW a 220 kW. L'impianto di illuminazione consta di 30.000 lampade, e la lunghezza delle canalizzazioni di trasporto dell'energia supera i 500 chilometri. *E. R.*

CRONACA TECNICA

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

3 e **La regolazione dei relais ad azione differita** sulle reti di distribuzione per il caso semplice di una sola linea in arrivo e di un numero qualsiasi di partenze è illustrata in *R. G. E.* (30 giugno 1931, pagg. 883-86) da Dubois tanto per i relais a tempo inverso quanto per i relais a tempo indipendente. Nel primo caso tiene conto dell'evento sfavorevole di un guasto simultaneo su due linee in partenza e mostra come si possano tracciare le curve di temporizzazione dei realis generali. Nel secondo caso accenna come occorra anche prendere in esame le caratteristiche degli apparecchi da proteggere per stabilire la soluzione più conveniente. *G. Cc.*

APPLICAZIONI VARIE.

6 c Un'applicazione pratica dei **motori ad asse verticale di rilevante potenza** è descritta in *The El. J.* (settembre 1934, pagg. 371-372 e 1 figura). I motori a c. c. della potenza di 600 kW vennero usati per comandare un laminatoio ad asse verticale destinato a funzionare in parallelo con un laminatoio ad asse orizzontale onde ottenere la lavorazione rapida del lingotto su tutte le facce senza dover girare il pezzo di volta in volta. Il motore accoppiato ai cilindri del laminatoio è montato a sbalzo su una struttura metallica sulla quale può scorrere nei due sensi verticale ed orizzontale a mezzo di martinetti idraulici a seconda delle esigenze del servizio. Lo statore è sostenuto dalla struttura portante nella sua parte più bassa dove si trova anche il sopporto di guida dell'albero del rotor, lo smontaggio può essere eseguito senza dover sollevare tutta la carcassa; il rotore è sostenuto dallo statore a mezzo di un sopporto di spinta posto all'estremità superiore dell'albero. La ventilazione del motore è di tipo assiale forzato. L'albero nella sua parte inferiore è cavo per facilitare l'accoppiamento coi cilindri in modo da lasciare un certo gioco assiale. Sebbene il motore sia completamente chiuso l'ispezione di ogni parte è resa possibile con due passerelle circolari a mezzo di un conveniente numero di sportelli *I. L.*

6 c **Un comando semiautomatico di un orditoio a sezioni a grande velocita** è descritto in *Rev. Elect. Mec.* novembre-dicembre 1934, pag. 39. Il comando elettrico comprende un motore asincrono con rotore in corto circuito e una elettrocalamita per il frenamento del grande tamburo. La velocità di lavoro può essere regolata a 3 valori, corrispondenti a 750-1000-1500 giri al minuto del motore. La messa in marcia è fatta con un bottone di comando. Tutte le altre operazioni vengono pure fatte con bottoni di comando e possono comprendere: la messa in marcia, l'arresto con intervento del freno per maggiore rapidità, allentamento del freno per manovra a mano, piccoli spostamenti del tamburo comandati a motore. L'orditoio si arresta automaticamente quando sia stata avvolta la lunghezza di filo prevista o quando avvenga la rottura di un filo, nel qual caso il guasto viene localizzato da una segnalazione luminosa. È possibile mantenere una velocità di funzionamento di 200 e 300 giri al minuto e i tempi morti vengono ridotti al minimo. Nel complesso il servizio riesce assai migliorato. *Ri.*

CONDUTTURE.

9 d **L'attacco delle termiti ai cavi sotterranei** è un flagello delle distribuzioni elettriche nelle zone tropicali. Come riferisce Allemand in *R. G. E.* (30 giugno 1934, pagg. 886-88) relativamente ad osservazioni compiute a Borneo, Sumatra, alle Molucche, gli insetti attaccano specialmente i giunti e poi il cavo stesso incidendo e forando letteralmente l'involucro di piombo. La soluzione più efficace sembra quella di costruire una armatura di cemento armato chiusa da un coperchio di lamiera perforata allo scopo di lasciare entrare la luce da cui notoriamente le termiti rifuggono. *G. Cc.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

10 c **Nove sottostazioni sotterranee con raddrizzatori a vapore di mercurio** sono state eseguite per la metropolitana di Brooklyn (*The El. J.* ottobre 1934, pagg. 404-407). Ogni sottostazione trova posto in una cameretta di 7,60 × 10 m in pianta e 6,10 m in altezza; la potenza è di 3000 kW suddivisa su 4 unità raddrizzatrici montate su un'unica armatura, la tensione della c. c. è di 625 V mentre per la c. a. è di 27.000 volt (60 per/sec); un unico trasformatore in olio dà il sistema di tensioni dodecafase che alimenta gli anodi dei raddrizzatori. Il rendimento complessivo della sottostazione a pieno carico è del 95,3 % a metà carico del 95,6 % ed 1/4 del 94,7 % ed a 3/2 del 94,5 %. Tutto il macchinario è comandato a distanza; in caso di guasto agli apparecchi o alle linee tutta la sottostazione viene automaticamente disinserita dalla rete e la sede centrale ne è avvertita e può provvedere alle necessarie riparazioni. *I. L.*

10 c **Una sottostazione con raddrizzatori a vapore di mercurio** è stata installata a Cleveland (*The El. J.* ottobre 1934, pagg. 399-403); le unità sono in numero di 2 della potenza di 750 kW ciascuna alimentate con due trasformatori distinti montati all'aperto. La tensione di alimentazione è di 4600 volt e la tensione raddrizzata di 625 volt; tutta l'apparecchiatura di comando sull'alta tensione è sistemata in una cabina separata, la c. c. entra nella cabina in cavo ed esce su una breve linea aerea per raggiungere i trasformatori. Appositi filtri elettrici sono stati studiati per eliminare le armoniche 6ª, 12ª e 18ª dell'onda fondamentale di 60 periodi/sec che si riscontrano nella corrente raddrizzata e che disturbano le comunicazioni telefoniche e telegrafiche. L'impianto è comandato a distanza ed è destinato a funzionare in parallelo con altre 16 sottostazioni di conversione, per una potenza complessiva di 28.000 kW, tutte comandate a distanza. *I. L.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

14 b **Una esposizione della dinamica quantistica dall'elettrone** è esposta in *Physik Zeit Sow.* 1934, n. 5, pag. 425. Viene dapprima esposta la statistica di Bose e i fondamenti matematici inerenti. In una seconda parte viene trattata l'elettrodinamica del vuoto; in ultimo sono considerati i rapporti fra campo e materia, partendo dalle formule di Dirac per il problema di più corpi. Vengono poi illustrate le equazioni di Heisenberg e Pauli. Alcuni esempi sono riportati a dimostrare l'impiego degli sviluppi matematici riportati al caso di problemi concreti. *Ri.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

15 b **Un metodo di calcolo dei filtri elettrici** (insieme di impedenze montate alternativamente in serie e in derivazione) è indicato in *R. G. E.* (30 giugno 1934, pagg. 875-77) da Bubenik che giunge ad esprimere le caratteristiche del complesso mediante una frazione continua. Tale metodo in pratica diventa laborioso per le applicazioni numeriche. Nello stesso fascicolo della *R. G. E.*, Abélès (pagine 877-79) mostra come si possa passare ad una espressione più semplice mediante l'uso di funzioni iperboliche. *G. Cc.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 b Durante la « settimana della strada » tenuta tempo fa a Parigi sono stati fatti interessanti **confronti fra i sistemi d'illuminazione stradale più moderni**: con lampade a vapori di mercurio ad alta pressione, con lampade a vapori di sodio, con lampade ad incandescenza a palloncino selettivo, e con lampade ad incandescenza normali. A ciascun sistema era riservato un tronco della pista di Vincennes. (*Lux*, luglio-agosto 1934). *G. Co.*

19 v Nel **sistema di classificazione decimale Dewey** gli argomenti riguardanti l'illuminotecnica risultano distribuiti in diverse sezioni, spesso anche non di una stessa sottoclasse. Per ovviare a questo inconveniente, A. A. Slobod ha ideato una estensione del sistema di classificazione decimale Dewey applicato all'illuminotecnica — comprensivo di tutte le voci riguardanti la tecnica di produzione della luce, la tecnica dell'illuminazione, la fotometria, e i campi di applicazione, che è pubblicato nelle *Tr. Ill. Eng. S.* del luglio 1934 (pag. 509-604) assieme ad altre tavole Dewy riassuntive di altri altri argomenti interessanti l'ingegnere illuminotecnico. *G. Co.*

19 b **Il calcolo della distanza trasversale fra gli apparecchi di illuminazione stradale** del sistema di distribuzione su due file, viene fatto da E. R. Anderson in *L. u. L.* del 7 giugno 1934 nell'ipotesi che l'intensità d'illuminazione sul ciglio della strada sia uguale all'intensità d'illuminazione sull'asse della strada. *G. Co.*

IMPIANTI.

20 f **La nuova centrale termoelettrica di Costanza** (Romania) è descritta da Bernard in *R. G. E.* (7 luglio 1934, pag. 33-43.) L'elemento più interessante di questo impianto, che è di potenza modesta: 2775 kW, è offerto dall'impiego del combustibile liquido per le caldaie. Sono particolarmente illustrati i serbatoi del combustibile, i polverizzatori-bruciatori ad alta pressione (sino a 13 kg/cm²) gli apparecchi di preriscaldatori del combustibile. Il consumo è di 0,7 kg di olio pesante per kWh in linea. *G. Cc.*

30 d **Alcune considerazioni circa il funzionamento in parallelo di turbine a prese intermedie** sono esposte in *Power*, settembre 1934, pag. 494. Il problema che si pone in tal caso è quello di fare in modo che una o più macchine forniscano vapore nelle condizioni di massima convenienza, mentre un'altra macchina supplisce le variazioni di carico. Occorrono perciò particolari dispositivi di regolazione e particolari accorgimenti durante l'esercizio. *Ri.*

20 f **Alcune notizie sui lavori di ampliamento previsti negli impianti termoelettrici americani** sono riportate in *Power*, ottobre 1934, pag. 548. Nell'impianto di Connors Creek le tre vecchie turbine da 20.000 kW a 16 atm installate nel 1915 vengono sostituite da tre turbine da 30.000 kW servite da nuove caldaie a 42 atm e 430°. In un impianto di Burlington è stato installato un gruppo ad alta pressione funzionante a 45 atm e 450° destinato a scaricare a contropressione per alimentare vecchi gruppi preesistenti; ciò ha permesso di ridurre il consumo d'energia termica a 3600 calorie per kWh. Un impianto analogo è stato effettuato a Honolulu. Acquista sempre maggiore favore la previsione di impianti funzionanti con vapore a 90 atm e 480° circa, ciò che permetterebbe di evitare il surriscaldamento intermedio. Nelle turbine a vapore la costruzione delle palette a bassa pressione con stellite permette di ridurre moltissimo gli effetti di corrosione dovuti all'umidità del vapore. *Ri.*

STATISTICA.

36 **L'importanza della vendita di energia a piccole utenze per illuminazione** è stata illustrata in *Elektr. Wirt.* del 5 ottobre 1934 a proposito della statistica relativa ai consumi di energia per usi domestici nella Svizzera. Negli anni 1931, 1932 e 1933 il consumo di energia per illuminazione arriva a circa il 25 % del consumo totale per usi domestici, mentre gli introiti relativi raggiungono il 70 % dell'introito totale. Dal 1931 al 1933 l'incremento del consumo luce per usi domestici è stato del 10,7 % e, sebbene si sia verificata una riduzione del 3,5 sulla tariffa dell'energia gli introiti relativi sono aumentati dell'8 %. Dalle statistiche svizzere risulterebbe che dal 1932 al 1933 si è verificata una diminuzione nelle applicazioni elettrodomestiche ad esclusione dell'illuminazione. Si rileva quindi la grande importanza economica che riveste per l'industria elettrica il servizio di illuminazione privata, ciò che è confermato da dati statistici riportati relativamente alla Germania. *Ri.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

38 c **Sull'impiego di una macchina speciale per la posa dei cavi sotto le strade pubbliche** sono date notizie in *Annales P. T. T.* novembre 1934, pag. 1021. Si fa uso della perforatrice Mangnall-Irving e mediante il sistema descritto si riesce a posare un cavo od un tubo sotto una strada od un altro ostacolo senza alterarne la superficie. Il metodo, che è stato provato nella regione di Parigi, consiste nello scavare 2 fosse ai lati dell'ostacolo; un tronco metallico ad elementi telescopici viene affondato nel terreno sotto forte pressione da una fossa verso l'altra; l'impiego di mandrini conici di diametro crescente permette di accrescere gradatamente il diametro del foro. Eseguita l'intera perforazione si fissa il cavo o il tubo all'asta di perforazione e si fa invertire il senso della macchina, cosicchè il cavo viene tirato attraverso il foro precedentemente compiuto. Viene descritta con qualche particolare la macchina impiegata che è capace di esercitare una pressione massima di tonnellate 17. Il dispositivo è stato impiegato per posare tubi fino a diametri di cm 10 o 12. Dal punto di vista economico la spesa è dello stesso ordine di quella di uno scavo con relativo rifacimento della superficie stradale, ma si ha il vantaggio di non turbare affatto la circolazione. L'impiego fattone finora ha dimostrato l'utilità del metodo che si presta anche per terreni abbastanza difficili. *Ri.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 a Dal n. 23 del 7 giugno 1934 dell'*E.T.Z.* si rileva che due **importanti ferrovie private svedesi hanno deciso di elettrificare** alcuni tronchi delle loro linee e precisamente la ferrovia di Bergslagerna elettrificherà il tronco, lungo 166 km, fra Amal e Götheborg, mentre la ferrovia di Dalsland elettrificherà il tronco di 63 km da Mellegrud alla frontiera norvegese presso Högen della linea Götheborg-Oslo. *Tt.*

41 a **L'elettrificazione delle ferrovie svedesi.** — Nel n. 33 del 16 agosto 1924 dell'*E.T.Z.* si rileva che l'elettrificazione della linea principale Stoccolma-Trälleborg in Isvezia è ultimata fino dal 1933. Su tale linea è stato adottato un tipo unico di locomotore che può raggiungere 100 km/h tanto per i treni viaggiatori quanto per i treni merci. È stata ora stabilita l'elettrificazione di alcune linee del nord. È stata decisa la costruzione di sottostazioni mobili di conversione equipaggiate con trasformatore e con gruppo motore-generatore, essendo la rete ferroviaria alimentata direttamente dalla rete nazionale a frequenza industriale. Le ferrovie svedesi sono elettrificate, come è noto, col sistema monofase, 15.000 volt, 16 2/3 periodi. *Tt.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

AEI

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI LIVORNO

La sera di giovedì 7 marzo, Prof. Dott. **Cosimo Pistoia** dell'Istituto Elettrotecnico e delle Comunicazioni della R. Marina, ha tenuto alla Sede della Sezione una conferenza sul tema: **« Fotosbarramenti e fotocomunicazioni »**.

Presenziavano numerosi ufficiali della R. Marina e molti soci.

Il Presidente, Prof. Cassuto, riassunto brevemente l'argomento della precedente conferenza, tenuta dallo steso Prof. Pistoia come preparazione a quella odierna, dice che mentre la scienza pura è sempre alla ricerca di un'unica teoria che inquadri in un tutto organico gli antichi e moderni fenomeni luminosi, la tecnica procede con passo accelerato, conseguendo risultati degni della massima considerazione. Il Prof. Pistoia esporrà appunto alcuni di questi risultati.

L'oratore inizia il suo dire facendo osservare come il felice connubio della cellula fotoelettrica con la valvola termoionica, permettendo in forma facile una enorme amplificazione delle debolissime correnti fotoelettriche, ha reso possibile le numerose ed importanti applicazioni scientifiche ed industriali della fotocellula stessa. Dopo avere accennato brevemente agli schemi generali usati per tale amplificazione, l'oratore si sofferma sull'impiego della cellula come « rivelatore », nei fotosbarramenti con radiazioni invisibili (ultrarosse od ultraviolette).

Egli riassume i sistemi usati per tali scopi, impieganti tutti un flusso luminoso modulato meccanicamente a frequenza acustica, in modo da potere amplificare le correnti fotoelettriche pel tramite di comuni amplificatori a bassa frequenza. Passati in rassegna i vari

e gravi inconvenienti presentati da questi sistemi, l'oratore rende nota l'esistenza di una disposizione da lui ideata in questi ultimi tempi, ed ormai accettata dalla R. Marina Italiana, la quale permette di eliminare la modulazione meccanica della luce, rendendo il funzionamento di gran lunga più semplice e più sicuro, e mostra, in funzione, uno di tali apparecchi, effettuando con esso delle esperienze di fotosbarramento a raggi ultrarossi.

L'oratore passa quindi al problema delle « Fotocomunicazioni » e, precisamente, a quello della fototelegrafia e fototelefonia a distanza, ottenute per mezzo di radiazioni (invisibili) modulate in vario modo dalle correnti microfoniche; ne descrive le varie soluzioni tecniche e mostra, in funzione, un piccolo modello di stazione fototelefonica.

Termina, accennando ad altre varie e numerose applicazioni scientifiche ed industrali delle cellule fotoelettriche, tra le quali sovrastano, per enorme importanza attuale, il cinema sonoro, la trasmissione delle immagini a distanza e la televisione, ed annuncia che la descrizione di queste ultime realizzazioni dell'ingegno umano, formerà oggetto di prossime sue altre comunicazioni.

Il Presidente, Prof. Cassuto, dopo aver domandato se qualcuno desidera ulteriori notizie inerenti alla comunicazione del Prof. Pistoia, si compiace con questi pel contributo portato a siffati importanti problemi, lo ringrazia di avere accolto l'invito della Sezione di Livorno della A.E.I. ed a nome di questa gli offre — per ricordo — una medaglia d'oro.

Il numeroso pubblico, che ha seguito con vivo interesse la brillante esposizione del Prof. Pistoia ed i riuscitissimi esperimenti, applaude vivamente il giovane studioso.

* *

SEZIONE DI MILANO

Le sera di venerdì 1° marzo 1935, dopo l'assemblea generale dei soci, il Prof. Dott. **Giorgio Valle**, Direttore dell'Istituto di Fisica della R. Università di Parma, ha tenuto una conferenza sul tema: **« I fondamenti dell'elettrotecnica nella fisica moderna »**.

Presiedeva l'Ing. Comm. Gasparoni.

L'oratore ha messo in evidenza come le idee attuali sulla costituzione degli atomi e delle molecole (in cui le due specie di elettricità hanno sede, intimamente legate in quantità fisse alle particelle costitutive) possano dar ragione dei fenomeni elettrici fondamentali; produzione, per separazione di queste cariche opposte, di differenze di potenziale e di campi elettrici, di forze elettromotrici e, durante il moto delle particelle elettrizzate, di correnti elettriche. Ha illustrato quindi i processi che accompagnano le correnti di elettroni nei metalli, di ioni nei conduttori elettrolitici, di ioni ed elettroni nei gas, mettendo in luce il comportamento diverso dei vari tipi di conduttori e passando infine a considerare il moto libero degli elettroni nei gas estremamente rarefatti, il campo elettrico e magnetico dell'elettrone in moto e le quantità caratteristiche di questo atomo di elettricità: massa, carica, momento magnetico.

Ha poi trattato della polarizzazione dielettrica e paraelettrica e analogamente della polarizzazione diamagnetica, paramagnetica e ferromagnetica, mostrando come oltre alle correnti elettriche di conduzione in campi costanti possano prodursi correnti elettriche e magnetiche di spostamento in campi variabili. Dopo un cenno sulle azioni elettromagnetiche ed elettrodinamiche e sui fenomeni di induzione, l'O. ha potuto così passare direttamente a illustrare sul modello delle correnti di spostamento, la concezione maxwelliana del campo elettromagnetico e la produzione delle onde hertziane, facendo vedere infine come e perchè la natura corpuscolare dell'energia raggiante, messa in evidenza dalle ricerche moderne, non possa manifestarsi nelle onde elettromagnetiche propriamente dette, di frequenza troppo bassa.

La brillante ed interessante conferenza detta con calore oratorio e con notevole chiarezza è stata seguita dai soci con molta attenzione e salutata alla fine da un caloroso applauso, cui si associa il Presidente, che ringrazia vivamente il Prof. Valle di aver accettato l'invito a tenere la detta conferenza.

*

La sera del 15 marzo 1935 il socio Ing. **Giovanni Zeriali** ha tenuto una conferenza sul tema: **« Risultati di un decennio di esperienze pratiche sulla saldatura di ventole per ventilatori e macchine elettriche »**.

Presiedeva il Vice-Presidente, Comm. Ing. G. Locatelli, che presenta ai soci l'oratore.

L'Ing. Zeriali espone ai soci con chiarezza, col corredo di numerose fotografie e tabelle numeriche, i risultati di prove e di esperienze eseguite dalla Marelli sulla saldatura elettrica di ventole per ventilatori ed alternatori. In particolare l'oratore mostra i risultati di prove meccaniche chimiche e metallografiche eseguite su provini di materiale prima e dopo la saldatura e rende conto di risultati assai soddisfacenti ottenuti nelle prove eseguite nella camera blindata sottoponendo le ventole a velocità periferiche ed a sollecitazioni grandemente superiori a quelle normali di esercizio.

Mette in rilievo la superiorità della saldatura elettrica su quella ossiacetilenica perchè evita le deformazioni che si hanno invece sempre con la seconda.

Conclude affermando che l'esperienza favorevole di oltre dieci anni permette ormai di stare completamente tranquilli sui buoni risultati di questo sistema di lavorazione.

La chiusa della interesante comunicazione viene accolta da un cordiale applauso da parte dei soci intervenuti.

L'Ing. *Locatelli* chiede all'oratore se i pregi della saldatura elettrica rispetto a quella ossiacetilena siano soltanto quelli di evitare le deformazioni o se invece la saldatura elettrica non presenti anche una maggiore resistenza dell'altra. Questo fatto è stato osservato spesso dall'Ing. Locatelli nella saldatura delle pale delle turbine idrauliche.

L'Ing. *Zeriali* ritiene che la differenza di resistenza sia dovuta alla differente qualità degli elettrodi adoperati nell'un caso o nell'altro; mentre infatti per la saldatura ossiacetilenica non si adopera come elettrodo che il ben noto ferro di Svezia, con quella elettrica si usano elettrodi di composizione svariatissima a seconda delle particolari circostanze e che sono quasi sempre costituiti da materiale che ha caratteristiche di resistenza molto superiore a quelle dei pezzi da saldare.

Segue una interesante discussione sui pregi ed inconvenienti della saldatura elettrica rispetto a quella ossiacetilenica alla quale parteciapno gli Ingg. Zeriali, Locatelli, Zabban e Tibaldi.

* *

SEZIONE DI PALERMO

Assemblea del 3 marzo 1935-XIII. — Sono presenti i soci: Prof. Buttafarri Gaetano, Prof. Dina Alberto, Ing. Bernasconi Giacomo, Ing. Romagnoli Mauro, Sig. Cocilovo Pietro, Ing. Mario Bruno Zava, Sig. Apostolo Giuseppe, Ing. Bergmann Emanuele, Sig. Cardella Salvatore, Sig. Carradori Alberto, Ing. Cataliotti Antonino, Ing. Fralleoni Emilio, Dott. Ing. Comm. Lo Presti Stefano, Ing. Marino Gaetano, Sig. Marullo Filippo, Ing. Modica Alfonso, Ing. Pasca Francesco, Sig. Pramaggiore Mario, Ing. Restivo Santi, Sig. Schiavo F. Paolo, Ing. Senn Eduardo, Ing. Urso Ignazio, Ing. Vaccaro Giacomo, Ing. Verna Nino, Sig. Vitale Francesco.

Il Presidente, Prof. Buttafarri, invita il Cassiere a presentare il *bilancio consuntivo del decorso anno* 1934.

Il Cassiere espone la situazione finanziaria della Sezione, che si chiude con un saldo attivo di L. 1.076,35.

Il bilancio per il 1935 prevede un saldo attivo di L. 365, oltre il residuo attivo di L. 1.076,35 dell'anno precedente.

Il Presidente comunica che hanno presentate le dimissioni da soci i signori:

Jaci Carmelo - Pizzedaz Arturo - Tomasso Francesco - Ferrari Salvatore.

— che hanno chiesto il trasferimento ad altra Sezione, i signori:

Ing. Aita Paolo, da Palermo a Torino.

Ing. Attilio Casella, da Palermo a Catania.

Il Consiglio prende atto dei trasferimenti, accetta le dimissioni e delibera di radiare i tre soci morosi.

Rendiconto dell'anno sociale 1934 — *Consuntivo.*

Introiti:

Saldo attivo al 31 dicembre 1933	L.	146,95
Contributi:		
N. 50 soci individuali a L. 65	»	3.250,—
» 2 » » » » 75	»	150,—
» 2 » » » » 70	»	140,—
» 1 » » » » 30 (1)	»	30,—
» 3 » collettivi » » 200	»	600,—
» 4 » individuali per quote arretrate a L. 65	»	260,—
Prof. Ettore Conti per differenza contributo 1933	»	20,—
	L.	4.596,95

Spese:

Contributi all'Amministrazione Centrale:		
N. 55 soci individuali a L. 50	L.	2.750,—
» 3 » collettivi » » 140	»	450,—
» 5 » individuali morosi (1/4 della quota, art. 15 del regolamento)	»	67,50
Posta, telegrafo, bolli e varie	»	89,75
Ing. Casella rimborso spese anno 1932	»	64,35
Provvigione incassi	»	99,—
	L.	3.520,—
Saldo attivo	L.	1.076,35

(1) Prof. F. Cipolla per compenso di altrettante pagate in più nell'anno 1933.

Conto preventivo dell'anno sociale 1935.

Introiti:

Contributi:		
N. 51 soci individuali	a L. 65	L. 3.315,—
» 3 » collettivi	» » 200	» 600,—
		L. 3.915,—

Spese:

Versamento alla Sede Centrale di L. 50 per ogni socio individuale	» 2.550,—
Id. c. s. di L. 150 per ogni socio collettivo	» 450,—
Spese postali, telegrafiche, cancelleria e varie	» 150,—
Provvigione incassi	» 100,—
Imprevisti	» 300,—
	L. 3.550,—
Saldo	L. 365,—
Saldo attivo al 31 dicembre 1934	» 1.076,35
	L. 1.441,35

* *

SEZIONE DI ROMA

Visita agli Stabilimenti della Magliana della Società Cementi Armati Centrifugati (*S.C.A.C.*), *il* 13 *gennaio* 1935-XIII. — Un numeroso gruppo di soci della Sezione di Roma dell'A.E.I. e di colleghi del Sindacato Fascista Ingegneri della Provincia di Roma, ha visitato il 13 gennaio u. s. lo stabilimento di recente impiantato alla Magliana dalla Società Cementi Armati Centrifugati di Trento.

L'attività di tale Ditta è affermata in Italia negli opifici di più antica data, di Mori, di Mortara, di Torre Annunziata Ora si è creato alle porte dell'Urbe un altro centro fervido di lavoro tanto più importante e apprezzabile, in quanto, in esso tutto: materia prima, macchine, forza motrice, è italiano. Interessante la novità dei procedimenti di produzione attuati, che sono la realizzazione



concreta di uno studio di complessi problemi tecnici, diretto a far sì che i prodotti ottenuti rispondano, nel modo più perfetto, a tutte le esigenze, d'ordine pratico ed economico, derivanti dallo scopo cui essi debbono servire.

Su due torpedoni gentilmente offerti dalla S.C.A.C. gli intervenuti, in poco più di un quarto d'ora, hanno raggiunto la località ove sorgono gli stabilimenti e dove erano già riunite le maestranze operaie perchè i visitatori potessero rendersi conto del processo completo di lavorazione attraverso un esperimento pratico.

Molto opportunamente la visita fu preceduta da una breve ma lucida illustrazione, fatta dall'Amministratore Delegato della Società Ing. Montagni, sulle linee generali del procedimento industriale che la Società ha adottato già da parecchi anni e che essa va continuamente perfezionando.

I pali in cemento armato della S.C.A.C. differiscono dalle altre costruzioni similari essenzialmente per il procedimento della centrifugazione che conferisce al prodotto particolari requisiti di robustezza e di elasticità.

L'armtura in acciaio, accuratamente calcolata, viene costruita a mano con speciali accorgimenti che assicurano la rigorosa esattezza della disposizione dei ferri in conformità del disegno di ciascun tipo di palo: l'accuratezza della costruzione è tale che l'armatura in acciaio, come gli intervenuti hanno potuto constatare, presenta già una notevole rigidità prima ancora di essere annegata nel cemento.

L'armatura così costruita viene collocata in una forma metallica, nella quale si cola la necessaria quantità di calcestruzzo di cemento, i cui componenti sono accuratamente scelti e dosati, come qualità, pezzatura e quantità, in base alla lunga esperienza ormai fatta.

Il palo è così pronto per la centrifugazione, che viene eseguita in una speciale macchina provvista di ingegnosi dispositivi per l'esatta centratura: l'operazione, alla velocità di 500 giri al minuto primo, ha per effetto di comprimere il cemento tra la forma e l'ossatura, insinuandolo in ogni interstizio, così da eliminare ogni soluzione di continuità e da conferire quella compattezza che è necessaria per la buona qualità del prodotto.

L'operazione di centrifugazione eseguita in presenza degli intervenuti ha richiesto sei minuti e mezzo, e tutto il processo lavorativo, si è concluso in meno di mezz'ora: con ciò il palo è già completo; dopo 24 ore potrà essere tolto dalla forma, e dopo alcuni giorni di stagionatura potrà essere messo in opera.

Altre lavorazioni secondarie vengono compiute nello stesso stabilimento per la fabbricazione di pezzi accessori (mensole, piastre di fondazione, collari parasalite, ecc.).

In fine per la fabbricazione di pezzi destinati a sopportare sforzi limitati (come, per esempio, paline per recinzioni, cancellate e simili) si adotta un procedimento più spicciativo di quello prima descritto e cioè quello della vibrazione, che provoca un sufficiente costipamento del calcestruzzo intorno all'armatura.

Tutte le lavorazioni descritte furono illustrate dai dirigenti dello stabilimento: a conclusione della visita furono eseguite varie prove dimostrative dell'elasticità e robustezza dei pali fabbricati nello stabilimento.

Infine i dirigenti della S.C.A.C. offersero agli intervenuti un signorile rinfresco.

Prima dello scioglimento della riunione l'Ing. Attilio Colombo, organizzatore della visita, prese la parola per ringraziare i dirigenti della S.C.A.C. della gentile accoglienza fatta agli intervenuti e delle interessanti spiegazioni fornite sulle lavorazioni che si compiono nello stabilimento, e, colmando una lacuna dovuta alla modestia dell'Ing. Montagni, illustrò rapidamente i buoni requisiti tecnici dei prodotti della S.C.A.C. e la loro crescente diffusione commerciale, che lascia fondata speranza di successo alla coraggiosa iniziativa presa con l'apertura del nuovo stabilimento alle porte di Roma.

* *

SEZIONE DI TRENTO

Il 20 marzo alle ore 21 nella sala della Filarmonica ebbe luogo l'annunciata conferenza del Presidente della Sezione Ing. **Pippa** sul tema: **« Vita ed elettricità »**.

Esposti succintamente i fenomeni citologici con i quali la vita comincia negli esseri primordiali unicellulari « i protisti », l'Ing. Pippa ricordò le diverse ipotesi formulate nell'800 intorno alle origini del primo germe vitale soffermandosi particolarmente sulla teoria della generazione spontanea riveduta e corretta per opera del Pouchet e dell'Haeckel. E mostrandone i lati oscuri con citazioni critiche del Pasteur e del nostro Paolo Lioy, presentò della vita e delle sue origini una visione completamente e suggestivamente diversa dovuta all'elettrofisiologia il cui postulato fondamentale afferma: Il fenomeno vita è un fenomeno elettrico.

Accennati, in sintesi, i concetti più recenti di autorevoli studiosi americani quali il Matthews, il Crile, l'Abrams ed altri, espose con parola efficace, piana e suadente la teoria del Lakhovsky che considera un risuonatore elettromagnetico, ed il cui principio primo è: « ogni essere vivente emana radiazioni ».

Dall'esame morfologico della cellula l'Ing. Pippa dimostrò come il nucleo di essa, più precisamente il filamento, costituito da sostanze conduttrici organiche o minerali e rivestito di una pellicola isolante, possa assimilarsi ad un circuito elettrico dotato di capacità ed induttanza e quindi in grado di oscillare sotto l'azione di speciali impulsi di origine esterna. Circa la origine cosmica di questa energia necessaria a produrre e mantenere le oscillazioni cellulari vennero illustrate le numerose esperienze compiute dal Lakhovsky su piante ammalate di cancro, interpretandone l'azione antimicrobica.

Anche la formazione della prima cellula, ovverossia l'apparizione della vita, trova, secondo il Lakhovsky, una spiegazione nella presenza dei campi elettrici astrali, nella rotazione della terra ed in cause chimiche agenti, nei passati periodi geologici, sulle goccioline infinitesime d'acqua contenenti in estrema diluizione una grande varietà di elementi chimici che il calore della terra allo stato igneo aveva dissociati ed ionizzati.

L'Ing. Pippa pur rendendo evidente l'arditezza della concezione lakhovskyniana, che in Francia conta numerevoli sostenitori, non dimenticò nel concludere, come l'ultimo trentennio abbia ad usura dimostrato che la potenza della scienza è tale da superare sempre e di molto le previsioni più azzardate. E nell'auspicare la realizzazione dell'occhio capace di rivelare le oscillazioni vitali e cerebrali, ha lasciato intravedere l'incommensurabile utilità che ne deriverebbe dalla padronanza di queste radiazioni sia dal punto di vista biologico e terapeutico che da quello sociale.

I presenti avvinti dalla chiarezza e dalla calda parola dell'oratore lo hanno rimeritato di vivi applausi e congratulazioni.

SEZIONE DI TRIESTE

Assemblea Ordinaria dei Soci del 13 *febbraio* 1935-XIII. — Alle ore 19,30 il Presidente Dott. Ing. de Antonellis apre la seduta rivolgendo un saluto ai numerosi soci della Regione e legge i telegrammi di adesione dei Consiglieri Provinciali.

Prega quindi il Segretario Dott. Ing. Fragiacomo di leggere il verbale della seduta della precedente Assemblea Generale, che viene approvato ad unanimità.

L'Ing. de Antonellis comunica che la Sezione è lieta di avere, fra i nuovi soci, S. E. Cobolli Gigli, Sottosegretario di Stato ai LL. PP., l'Ing. Marchini Direttore della TELVE di Trieste, e l'Ing. Martinolli della Società Elettrica Istriana. Riferisce poi sull'attività della Sezione nello scorso anno, ricordando le conferenze tenute da parte dei consoci Grand'Uff. Turrinelli, Prof. Vercelli, Ing. Pippa, Ing. Bearzi, Ing. Staderini, Ing. Pedretti, Ing. Rutelli, le varie visite agli impianti della Regione. Mette in risalto l'ottimo esito della gita tecnico-turista al giogo dello Stelvio, a Merano ed agli Impianti Idroelettrici del Ponale.

Il Presidente espone il programma di massima per l'anno in corso, che prevede un vasto ciclo di conferenze e di visite tecniche, la grande gita tecnico-turistica a Budapest e Vienna e la visita agli impianti di elettrificazione della linea Udine-Tarvisio.

Passa poi a parlare della situazione dei soci, confidando che la lieve contrazione possa venir compensata della nuova attività sociale.

Illustra quindi i bilanci, consuntivo 1934 e preventivo 1935, il primo controllato dai revisori Dott. Ing. Garavini, Dott. Tommasini, Sig. Scabar.

BILANCIO CONSUNTIVO - ANNO 1934

ATTIVO

N. 19 Soci collettivi a L. 240	L. 4.560,—	
» 203 Soci individuali a L. 75	» 15.225,—	
		» 19.785,—
Proventi varii		» 20,80
Saldo attivo al 31 dicembre 1933		» 811,65
Totale		L. 20.617,45

PASSIVO

Contributi all'Ufficio Centrale:		
N. 18 Soci collettivi a L. 150	L. 2.700,—	
» 200 Soci individuali a L. 50	» 10.000,—	
» 1 Socio moroso collettivo a L. 75	» 75,—	
» 3 Soci individuali morosi a L. 25	» 75,—	
		» 12.850,—
Spese:		
Affitto	» 776,60	
Personale	» 1.006,95	
Stampati e cancelleria	» 1.504,05	
Abbonamenti a Riviste e Giornali	» 134,30	
Spese per gite e conferenze	» 1.887,20	
Spese postali	» 754,—	
Varie	» 511,60	
		» 19.424,70
Cancellazione canoni arretrati 1933		» 225,—
Ammortizzo mobilio con 10%		» 28,75
		L. 19.678,45
Attivo al 31 dicembre 1934:		
Cassa esistenza	L. 130,—	
Debitori canoni arretrati 1934	» 550,—	
Mobilio	» 259,—	L. 959,—
Totale		L. 20.617,45

BILANCIO PREVENTIVO - ANNO 1935

ATTIVO

N. 17 Soci collettivi a L. 240	L. 4.080,—	
» 187 Soci individuali a L. 75	» 14.025,—	
		L. 18.025,—
Attivo al 31 dicembre 1934		» 939,—
Totale		L. 19.064,—

PASSIVO

Contributi all'Ufficio Centrale:		
N. 17 Quote soci collettivi a L. 150	L. 2.550,—	
N. 187 Quote soci individuali a L. 50	» 9.350,—	
		L. 11.900,—
Spese:		
Affitto	» 750,—	
Personale	» 500,—	
Stampe e cancelleria	» 1.100,—	
Gite e Conferenze	» 1.500,—	
Postali	» 700,—	
Abbonamenti a Riviste e Giornali	» 150,—	
Varie	» 300,—	
		» 5.000,—
Cancellazione contributi inesigibili 1934		» 400,—
Ammortizzo del 10% mobilio		» 25,90
Totale passivo		L. 17.325,90
Saldo attivo al 31 dicembre 1935		» 1.738,10
Totale		L. 19.064,—

I bilanci vengono approvati ad unanimità.

L'Ing. de Antonellis passa poi a parlare della nuova categoria di soci sostenitori e propone pertanto la modifica degli art. 12 e 20 del Regolamento interno, il primo per l'inclusione delle categorie: Soci sostenitori collettivi e Soci sostenitori individuali, stabilite a Gardone nell'Assemblea Generale del 26 settembre 1934, il secondo per il cambiamento di procedura della votazione nelle elezioni sociali, sostituendo a quella per scrutinio segreto quella per acclamazione. La proposta viene approvata ad unanimità.

Si passa quindi alla rinnovazione delle cariche sociali. Il Presidente ricorda che scadono per compiuto triennio il Segretario Dott. Ing. Fragiacomo ed il Cassiere Sig. Brivonese, i Consiglieri: Dott. Ing. G. Salerni, Dott. Ing. de Mottoni, i Consiglieri Delegati Dott. Ing. Barbisio e Ing. Cecovini ed i Revisori Dott. Ing. Garavini, Dott. Tommasini, Sig. Scabar. Vengono riconfermati in carica il Segretario ed il Cassiere. A nome di un gruppo di soci vengono proposti quali nuovi Consiglieri: Dott. Ing. C. Barbisio, Dott. Ing. G. Rutelli; a Consiglieri Delegati: Dott. Ing. de Job, Dott. Ing. De Stefano; ed a Revisori: Dott. Ing. Airoldi, Decorti, Pagnini.

Il Presidente esprime agli uscenti un cordiale ringraziamento per l'opera proficua svolta a favore della Sezione e rivolge un saluto augurale ai nuovi eletti, facendo appello alla loro alacrità per il maggior potenziamento del Sodalizio.

In relazione alle direttive impartite dall'Ufficio Centrale, il Presidente informa l'Assemblea della costituzione in seno alla Sezione del Comitato Comunicazioni e ne illustra le finalità. A far parte del Comitato stesso propone i camerati: Dott. Ing. Prof. Giovanni Rutelli Diretore del Radio Centro, Dott. Ing. Pietro Crepaz Direttore del Circolo Costruzioni telegrafiche e telefoniche, Dott. Ing. Gino Marchini Direttore della Telve Esercizio di Trieste, Dott. Ing. Pedro Benussi esperto in Radiotecnica ed il Sig. Bruno Pagnini per i fabbricanti apparechi radio. Messa a voti, la proposto è approvata ad unanimità per acclamazione.

Alle varie chiede la parola l'Ing. Italo Bonazzi il quale rileva che tutte le manifestazioni della Sezione portano l'impronta del Presidente, al cui indirizzo rivolge un plauso per l'attività svolta nel decorso anno.

L'assemblea applaude.

L'Ing. de Antonellis ringrazia l'Ing. Bonazzi per le cortesi espressioni particolarmente gradite perchè provenienti da un ex Presidente di cui tutti ricordano l'alacre attività.

Viene deliberato infine di spedire telegrammi di omaggio alle Superiori gerarchie, e alle 21,15 l'Assemblea si scioglie con un vibrante « Saluto al Duce ».

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza de' Celestini, 4).

2 *Maggio* - ore 21. — GRAFFI Dott. Prof. Dario: « L'effetto Lussemburgo ».

SEZIONE DI GENOVA (Via Assarotti, 4/2).

9 *Maggio* - ore 21,15 (presso l'Istituto di Fisica della R. Università). — OCCHIALINI Dott. Prof. Augusto: « Esperienze sulle oscillazioni elettriche » (continuazione e fine).

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

10 *Aprile* - ore 21,15 (presso il Sindacato Fascista Ingegneri, nuovo Palazzo della Borsa). — MONTI GUARNIERI Dott. Ing. G.: « Radioricevitori a selettività variabile ».

25 *Aprile* - ore 21,15. — Visita alla Fiera Campionaria di Milano.

26 *Aprile* - ore 21,15. — PINCIROLI Dott. Ing. Prof. Andrea: « Trasformatori per elettroacustica ».

1 *Maggio* - ore 21,15 (presso il Sindacato Fascista Ingegneri, al Palazzo della Borsa). — COCCI Dott. Ing. G.: « Rivelatori e controllo automatico di volume ».

3 *Maggio* - ore 21,15. — PANARA Dott. Ing. Ito: « Le corrosioni nei cavi sotterranei e i sistemi di protezione ».

10 *Maggio* - ore 21,15. — MOTTOLA Dott. Ignazio: « Materiali ceramici a minima perdita nelle radiocostruzioni ».

17 *Maggio* - ore 21,15. — LEIDI Dott. Ing. Carlo: « I raddrizzatori a vapore di mercurio ».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

6 *Maggio* - ore 21,15. — *Assemblea Generale Ordinaria dei Soci.* - Precederà una conferenza del Dott. Ing. Sisto SAMMARCO sul tema: « Forni elettrici ».

SEZIONE DI TRIESTE (Via C. Battisti, 22/1).

1 *Maggio* - Riunione mensile. — Il Dott. Ing. Giuseppe AIROLDI intratterà su: « Microonde ».

14 *Maggio* - ore 19 (presso il Circolo Artistico - via S. Nicolò, 7). — PUGNO VANONI Dott. Ing. Prof. Enzo: « Apparecchi per terapia con onde corte ».

4-10 *Giugno.* — Gita tecnico-turistica Budapest-Vienna (*alla gita potranno partecipare anche i Soci di altre Sezioni*).

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.* Ind. Graf. It. STUCCHI - Milano.

Vol. XXII (XXXIX degli Atti) 25 Maggio 1935 - Anno XIII N. 10

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

SOMMARIO

Linee trifasi e carichi monofasi.

La questione della equilibratura di carichi monofasi inseriti su reti trifasi non è certo nuova e sono note le numerose soluzioni proposte le quali si basano però quasi esclusivamente sull'impiego di macchine ruotanti. Molti erano anzi inclinati a ritenere che l'equilibratura con mezzi statici non fosse praticamente possibile a raggiungersi.

Al recente Congresso di Gardone la questione è stata incidentalmente posta in discussione in occasione di studi ed esperienze eseguiti a proposito degli impianti di grossi forni monofasi installati a Marghera. In tale occasione venne messo in evidenza come sia sempre possibile eliminare lo squilibrio prodotto da un carico monofase su una rete trifase mediante un altro carico monofase reattivo.

Prendendo lo spunto dalla discussione avvenuta a Gardone e completando le informazioni già in quella sede fornite, il Prof. Someda, fondandosi sulla considerazione della così detta « potenza fluttuante » dà, nell'articolo che oggi pubblichiamo, una trattazione sintetica ed elegante del problema della equilibratura delle condutture trifasi soggette a carichi monofasi.

La soluzione di equilibratura statica che viene prospettata è anzitutto un esempio interessante di sviluppo teorico di una questione, conseguente allo studio di un particolare problema di natura prettamente industriale. Ma tale soluzione, basata sull'impiego di reattanze di segno e di entità opportuna, si presenta altresì interessante nelle pratiche applicazioni per i sensibili vantaggi economici che essa presenta rispetto agli altri metodi noti di equilibratura, di tipo dinamico.

Il sistema, da quanto è emerso dalla discussione di Gardone, è ormai uscito dallo stato di evoluzione teorica per entrare in quello applicativo; ci auguriamo che presto il Prof. Someda possa informare i nostri lettori dei risultati concreti raggiunti dopo un congruo periodo di effettivo esercizio dei nuovi dispositivi, e delle loro particolarità di installazione.

Regolazione e stabilità.

I problemi della stabilità statica e dinamica degli impianti elettrici presentano due aspetti diversi. Uno di essi è quello della protezione contro fenomeni transitori, e in particolare i corti circuiti, mediante apparecchi per così dire estranei od aggiunti al sistema; e ne è venuta la ricchissima tecnica dei relais di protezione nelle loro ormai numerosissime forme, tuttora in via di continuo perfezionamento.

L'altro aspetto è quello della protezione, per così dire, intrinseca al sistema, quella cioè dipendente dalle caratteristiche proprie delle macchine che costituiscono il sistema di trasmissione stesso.

Anche in questo campo la tecnica ha studiato e realizzato una quantità di accorgimenti che dai regolatori rapidissimi di eccitazione vanno fino alle particolari caratteristiche costruttive delle macchine elettriche e delle linee.

È tuttavia abbastanza singolare osservare come nella assai abbondante bibliografia che la tecnica moderna presenta sull'argomento, appaia relativamente meno considerato un altro elemento che entra grandemente in gioco nei riguardi della stabilità degli impianti. Intendiamo accennare alle caratteristiche proprie di funzionamento dei motori primi, termici o idraulici, che comandano i generatori elettrici, e dei regolatori di cui essi sono provvisti.

Non che questo lato del problema sia stato completamente trascurato; esso è infatti stato trattato, ad esempio, assai efficacemente anche nell'ultima Riunione Annuale di Gardone dal compianto Ing. Ratti a proposito dei motori idraulici. Ma forse non si è sempre portato su di esso quella attenzione che avrebbe meritato, per l'importanza che viene talvolta a rivestire, specialmente in certi casi di interconnessione di centrali comandate da motori primi di caratteristiche molto diverse.

È chiaro che uno studio completo della questione della stabilità non può aversi se non prendendo in considerazione successivamente tutti gli elementi che entrano a costituire gli impianti, in modo da metterne in evidenza l'influenza immediata, e quella indiretta che ciascuno di essi assume per l'azione che esercita rispettivamente sugli altri elementi.

Una simile trattazione generale del problema è impostata, a grandi linee, nell'articolo del Prof. Barbillion che oggi pubblichiamo e nel quale l'influenza dei motori primi è messa in opportuna evidenza. Alcune considerazioni relative a impianti francesi dimostrano l'importanza di questo aspetto della questione.

Ci auguriamo che gli specialisti italiani dell'argomento, e specialmente i costruttori di macchinario e gli esercenti di impianti elettrici, prendano lo spunto dall'interessante esposizione dell'egregio Collega francese per portare sul nostro giornale il contributo dei propri studi e della propria esperienza sull'importante questione.

LA REDAZIONE.

EQUILIBRATURA STATICA DI UN CARICO MONOFASE SU DI UNA RETE TRIFASE

GIOVANNI SOMEDA

Prendendo le mosse dal caso delle perturbazioni apportate ad una grande rete dal carico monofase rappresentato da un forno elettrico di 16.000 kVA, l'Autore ne studia la equilibratura a mezzo di carichi statici, formati da induttanze e capacità.

Nella prima parte dimostra la possibilità di equilibratura di una rete trifase in qualsiasi caso a mezzo di una sola induttanza o di una sola capacità.

Successivamente affronta il problema del migliore impiego simultaneo d'induttanze e capacità ai fini di ottenere la equilibratura e la compensazione di fase: a ciò si richiede che la capacità e l'induttanza siano alimentate da tensioni fra loro in quadratura.

Espone ancora le considerazioni che hanno portato, nel caso pratico studiato, all'impiego di una reattanza di equilibratura e di un sincrono di rifasamento e ciò secondo il principio che le due operazioni, di equilibratura e di rifasamento, possono affidarsi ad organi separati ed indipendenti.

Chiude l'esposizione un rapido cenno sui dispositivi di equilibratura con macchine rotanti, posti a raffronto economico con quelli statici.

Premessa.

Il problema di eliminare le dannose conseguenze apportate ad una rete trifase da un carico monofase, o comunque squilibrato è stato oggetto di molti studi per l'interesse tecnico notevole che esso riveste.

Uno spunto di discussione su questo argomento si è avuto al recente Congresso dell'A.E.I. a Gardone, a seguito della relazione (1) con la quale l'Ing. Mainardis prospettava, fra l'altro, gli inconvenienti d'esercizio apportati alla rete della Società Adriatica di Elettricità dalla inserzione dei grossi forni monofasi da 16.000 kVA della Società S. Marco di Porto Marghera.

Nella relazione del Mainardis è fatto cenno agli studi allora in corso per ovviare a tali inconvenienti e ad alcuni espedienti di ripiego adottati in via transitoria e con parziale successo (come la marcia a vuoto di un condensatore rotante funzionante in monofase).

In tale occasione io ebbi modo di richiamare l'attenzione dei colleghi non solo sulla possibilità teorica di effettuare, in ogni caso, la equilibratura di un carico monofase con un secondo carico monofase statico puramente reattivo, ma altresì sulla presumibile convenienza di una soluzione di tal genere rispetto ad altre, facenti uso di macchine rotanti, alle quali i costruttori di macchinario apparivano più propensi. Tale mia opinione ebbe anche, dopo un breve scambio d'idee, l'autorevole appoggio del collega Prof. Bottani, che, negli stessi Rendiconti del Congresso (2), ha dato ulteriore sviluppo ai concetti da me accennati.

Incaricato, successivamente, dalla Società Adriatica di Elettricità di un dettagliato esame della questione, mi è sembrato che il renderne ora note le conclusioni possa essere di qualche utilità; da ciò la presente nota.

Impostazione del problema.

La equilibratura di un carico monofase su di una rete trifase ha dato origine in passato a molte discussioni, ad errori ed a pregiudizi, tanto che non è raro ancor oggi incontrare chi, partendo dal concetto che la potenza di un sistema trifase simmetrico ed equilibrato è costante, mentre quella di un carico monofase è pulsante, ravvisi in ciò l'impossibilità di una equilibratura statica. Il concetto è errato in quanto è ovvio che la stessa funzione immagazzinatrice della cosidetta potenza fluttuante che una macchina rotante compie in varie forme, può essere sempre eseguita da uno o più carichi monofasi atti ad assorbire una potenza fluttuante complementare di quella del carico assegnato. E poichè, come meglio vedremo, questi carichi complementari possono essere puramente reattivi (a meno delle perdite, sempre contenibili in limiti molto ristretti) il valore dei metodi statici appare subito notevole.

Giova innanzi tutto ricordare come sia essenzialmente la presenza di una potenza fluttuante, l'elemento fondamentale per definire il grado di squilibrio di un sistema trifase.

Questo punto è già stato oggetto d'interessanti discussioni in Francia, soprattutto per merito del Darrieus (3). Finchè si tratta di uno squilibrio delle sole correnti è chiaro che la presenza o la scomparsa di una potenza variabile da istante ad istante, cioè della potenza fluttuante, coincide sempre con la presenza o meno di un sistema simmetrico inverso di correnti, essendo essa definita dal prodotto:

$$3\, E_d\, I_i \cos(2\,\omega\, t + \psi)$$

del sistema diretto di tensioni per il sistema inverso di correnti.

Altrettanto può dirsi per un sistema trifase dissimmetrico nelle tensioni ed equilibrato nelle correnti, per il quale la potenza fluttuante viene espressa dal prodotto:

$$3\, E_i\, I_d \cos(2\,\omega\, t + \psi')$$

delle tensioni inverse per le correnti dirette.

In presenza di simultaneo squilibrio delle correnti e dissimmetria delle tensioni, la potenza fluttuante risulta espressa dalla somma delle due potenze anzidette e può darsi che, ancorchè il sistema sia squilibrato e dissimmetrico, tale somma sia nulla, ossia che le due potenze fluttuanti si compensino mutuamente. Basta infatti che sia:

$$\frac{E_d}{I_d} = \frac{E_i}{I_i} \quad \text{e} \quad \psi = \psi' + \pi.$$

Il definire il grado di squilibrio attraverso la potenza fluttuante sembra portare in questo caso ad un assurdo, ma ciò non è. Si può infatti dimostrare (3) che, qualora tale condizione sia realizzata, è sempre possibile, attraverso l'impiego di semplici trasformatori statici, pervenire alla equilibratura delle correnti ed alla simmetria delle tensioni.

Ho voluto richiamare questo fatto per far risultare come la trattazione seguente del problema della equilibratura, impostata sul concetto della soppressione della potenza fluttuante, sia del tutto generale, ancorchè io faccia talvolta specifico riferimento al caso delle tensioni simmetriche, come quello che nella realtà più di ogni altro interessa, in quanto, raggiunto che sia, attraverso i dispositivi che ci proponiamo di studiare, l'equilibrio delle correnti cessa automaticamente ogni dissimmetria di tensioni, almeno nel caso comune della loro simmetria a vuoto.

Ciò posto, sia:

$$p = v\, i$$

la potenza istantanea assorbita dal carico monofase; in regime sinusoidale, indicata con:

$$P = V\, I \cos\varphi$$

la potenza media, si potrà scrivere:

$$p = V\, I \cos\varphi - V\, I \cos(2\,\omega\, t + \varphi) \tag{1}$$

ove il secondo termine del secondo membro rappresenta la potenza fluttuante.

Si abbia ora un secondo carico monofase (carico di equilibratura) per il quale:

$$p_e = v_e\, i_e$$

e analogamente la potenza media:

$$P_e = V_e\, I_e \cos\varphi_e$$

e quindi:

$$p_e = V_e\, I_e \cos\varphi_e - V_e\, I_e \cos(2\,\omega\, t + 2\,\alpha + \varphi_e) \tag{2}$$

ove con α indico la differenza di fase fra la tensione V_e e la V.

Affinchè i due carichi diano origine sulla rete trifase ad un sistema equilibrato di correnti basta che le due potenze fluttuanti si compensino mutuamente, ossia che:

$$-V\, I \cos(2\,\omega\, t + \varphi) = V_e\, I_e \cos(2\,\omega\, t + 2\,\alpha + \varphi_e) \tag{3}$$

e la potenza totale assumerà il valore, costante in ogni istante,

$$P' = P + P_e. \tag{4}$$

La equazione (3) è soddisfatta per:

$$V\, I = V_e\, I_e \tag{5}$$

e

$$-\cos(2\,\omega\, t + \varphi) = \cos(2\,\omega\, t + 2\,\alpha + \varphi_e). \tag{6}$$

(1) M. Mainardis: Perturbazioni determinate dalla inserzione dei forni elettrici sulle reti trifasi e provvedimenti per eliminarle. - Rendiconti della XXXIX Riunione A.E.I., 1934, pag. 148.

(2) Vedi nota a pag. 183.

(3) V. Genkin: La puissance électrique dans un circuit triphasé non équilibré. - R.G.E., 1926, 30 gennaio, pag. 165.

La (5) insegna che la potenza apparente del carico di equilibratura dev'essere eguale alla potenza apparente da equilibrare. La (6) dice che l'angolo α, che la tensione V_e deve formare con la V, è definito in funzione degli angoli φ e φ_e, che caratterizzano la natura dei due carichi monofasi.

Fissati che siano dunque φ e φ_e, resta definito anche l'angolo α e con ciò, per la supposta simmetria delle tensioni, nemmeno V_e, e quindi I_e, sono arbitrarie (a prescindere dalle possibilità offerte dalla inserzione di un trasformatore).

Dalla (6) si trae la espressione di α nella forma:

$$\alpha = \frac{\pi}{2} + \frac{\varphi}{2} - \frac{\varphi_e}{2} \pm m\pi \tag{7}$$

con m numero intero.

E qui torna acconcia un'osservazione; se fosse costantemente:

$$\varphi = \varphi_e$$

si avrebbe:

$$\alpha = \frac{\pi}{2} \pm m\pi. \tag{8}$$

È questo il notissimo caso della inserzione Scott; la tensione V_e deve, per soddisfare alla condizione di simmetria delle tensioni (triangolo equilatero), avere il valore:

$$V_e = \frac{\sqrt{3}}{2} V$$

e quindi per la (5):

$$I_e = \frac{2}{\sqrt{3}} I.$$

L'angolo α è in questo caso indipendente da φ; analoga indipendenza si avrebbe ogni qualvolta la differenza $\varphi - \varphi_e$ fosse costante.

Venendo ora al caso che particolarmente c'interessa, quello della compensazione con carichi reattivi, sia:

$$\varphi_e = -\frac{\pi}{2} \text{ (carico induttivo)},$$

Avremo:

$$\alpha = \frac{\pi}{2} + \frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4} \pm m\pi.$$

Se invece fosse:

$$\varphi_e = +\frac{\pi}{2} \text{ (carico di capacità)},$$

avremmo.

$$\alpha = \frac{\pi}{2} + \frac{\varphi}{2} - \frac{\pi}{4} \pm m\pi.$$

Le due espressioni di α si possono fondere in una sola del tipo:

$$\alpha = \frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4} \pm n\frac{\pi}{2}. \tag{9}$$

ove n può assumere tutti i valori interi; per n pari, o zero, si esprimono le condizioni di equilibratura per capacità; per n dispari quelle per induttanza; la sostituzione di un carico di capacità ad uno induttivo comporta quindi uno spostamento angolare della tensione di 90°.

In ogni caso si ha poi per $\varphi_e = \pm\frac{\pi}{2}$

$$P_e = 0$$

e quindi per la (14):

$$P' = P.$$

In linea generale l'applicazione del carico di compensazione richiede dunque l'impiego di un variatore di fase o di opportuni divisori di tensione. Vedremo poi come si possa in molti casi farne a meno, ricorrendo eventualmente anzichè ad un solo carico di compensazione a più d'uno.

Esaminiamo frattanto qualche caso particolare:

1) Sia il carico monofase M da equilibrare derivato fra i fili 1 e 2 e sia esso puramente ohmico ($\varphi = 0$).

Per la (9) si ottiene:

$$\alpha = \frac{\pi}{4} \pm n\frac{\pi}{2}$$

ossia per carico di equilibratura induttivo ($n = 1$):

$$\alpha_l = -\frac{\pi}{4}$$

per carico di capacità ($n = 0$):

$$\alpha_c = +\frac{\pi}{4}.$$

Le figure 1 e 2 chiariscono questo primo caso.

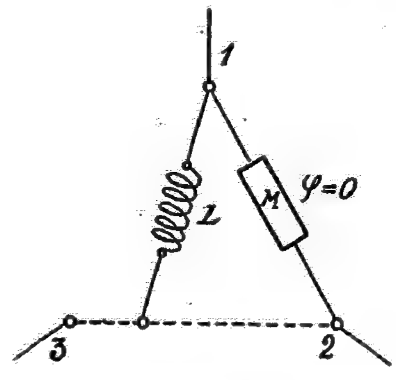


Fig. 1.

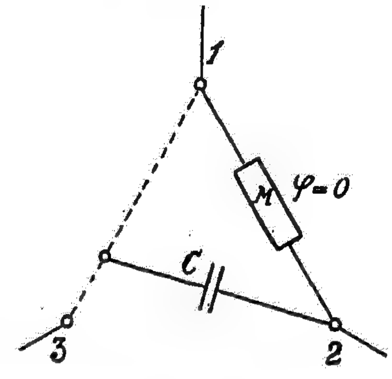


Fig. 2.

La tensione applicata al condensatore, o rispettivamente alla bobina d'induttanza, sarà:

$$V_e = 0{,}895\ V$$

e quindi:

$$I_e = \frac{I}{0{,}895}.$$

Naturalmente la realizzazione degli schemi richiede l'impiego di divisori di tensione, inseriti rispettivamente fra le fasi 2 e 3 e fra 3 e 1, rappresentati nelle figure con una semplice linea tratteggiata.

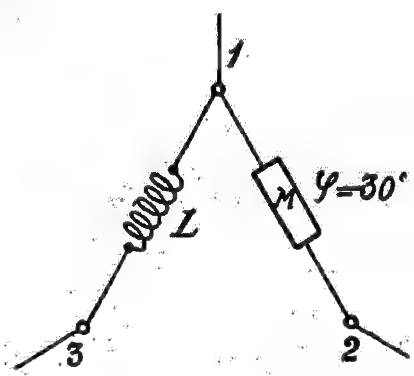


Fig. 3.

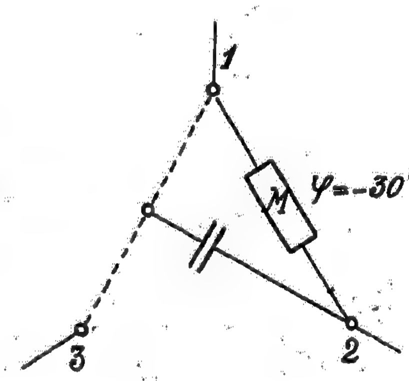


Fig. 4.

2) Come secondo caso particolare si abbia ancora un carico monofase, inserito fra i fili 1 e 2; per esso sia $\varphi = -30°$ ($\cos\varphi = 0{,}866$, carico induttivo).

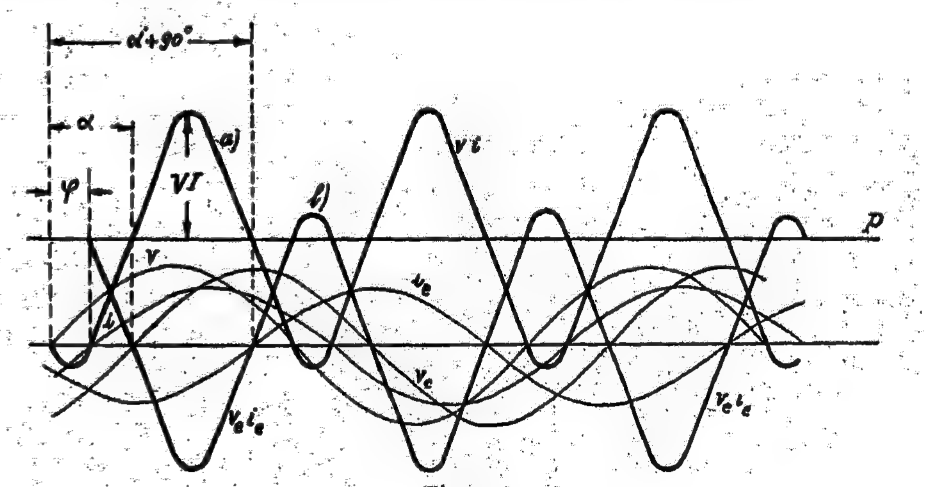


Fig. 5.

Per la (9) si ottiene:

$$\alpha_l = -\frac{\pi}{12} + \frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2} = \frac{2}{3}\pi \left(\text{ovvero } -\frac{\pi}{3}\right)$$

per carico di equilibratura induttivo; e:

$$\alpha_c = -\frac{\pi}{12} + \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{6} \left(\text{ovvero } -\frac{5}{6}\pi\right)$$

per carico di capacità.

Gli schemi delle figure 3 e 4 illustrano questo caso.

Con riferimento alla equilibratura induttiva si nota che il carico di compensazione può essere inserito direttamente fra due fili di fase, senza interposizione di divisori di tensione o sfasatori.

Le fig. 5 e 6, che pure si riferiscono a questo caso (carico induttivo), valgono a dimostrare l'andamento dei valori istantanei delle varie grandezze in gioco e la composizione vettoriale delle correnti, confermando le precedenti deduzioni.

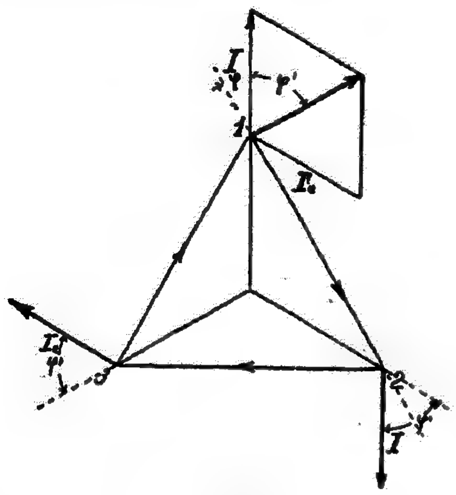


Fig. 6.

Fattore di potenza.

Nel procedimento di equilibratura con un carico reattivo, secondo quanto sopra indicato, il fattore di potenza, a equilibrio raggiunto, assume un valore che è assai facile determinare.

Poichè al carico monofase primitivo compete una potenza reattiva:

$$Q = \pm V I \operatorname{sen} \varphi$$

ed al carico di compensazione la potenza reattiva:

$$Q_e = \pm V_e I_e = \pm V I$$

il fattore di potenza sarà definito dal coseno dell'angolo φ' tale che:

$$\text{(10)} \qquad \operatorname{tg} \varphi' = \frac{\pm 1 \pm \operatorname{sen} \varphi}{\cos \varphi}$$

ove il segno — verrà assunto per le potenze reattive magnetiche e quello + per le capacitive.

Così, con riferimento ai casi particolari 1) e 2) sopra illustrati, avremo:

1) EQUILIBRATURA DI UN CARICO OHMICO:

a) *Con bobina d'induttanza*

$$\operatorname{tg} \varphi' = -1 \qquad \varphi' = -45^\circ \qquad \cos \varphi' = 0{,}707 \text{ (ritardo).}$$

b) *Con condensatore*

$$\operatorname{tg} \varphi' = +1 \qquad \varphi' = +45^\circ \qquad \cos \varphi' = 0{,}707 \text{ (anticipo).}$$

2) EQUILIBRATURA DI UN CARICO A $\cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$ (RITARDO):

a) *Con bobina d'induttanza*

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{-1 - 0{,}5}{\sqrt{3}/2} = -\sqrt{3} \qquad \varphi' = -60^\circ \qquad \cos \varphi' = 0{,}5 \text{ (ritardato);}$$

b) *Con condensatore*

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{1 - 0{,}5}{\sqrt{3}/2} = \frac{1}{\sqrt{3}} \qquad \varphi' = +30^\circ \qquad \cos \varphi' = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ (anticipo).}$$

Il sottocaso *a*) si presta ad una osservazione: è a tutti noto che, nella misura della potenza di un sistema trifase equilibrato, alla indicazione zero di uno dei wattmetri (in inserzione Aron) corrisponde un fattore di potenza del sistema eguale a 0,5. È anche noto che nella inserzione Aron la misura della potenza totale è data dalla separata misura di due potenze monofasi; nelle predette condizioni una di esse è nulla; si può dunque ben concepire il sistema trifase equilibrato, con $\cos \varphi = 0{,}5$, come scindibile in due carichi monofasi uno dei quali, puramente reattivo, inserito sulla cosidetta fase minore, ed uno, a $\cos \varphi = 0{,}866$, inserito sulla cosidetta fase maggiore.

Da tutto ciò si conclude che la equilibratura statica a mezzo di induttanze o capacità ha per conseguenza una forte variazione del fattore di potenza risultante rispetto a quello caratteristico del carico da equilibrare.

Equilibratura e compensazione di fase.

È chiaro che il raggiungimento della equilibratura e di un determinato fattore di potenza non può aversi che con il simultaneo impiego d'induttanza e di capacità. In questo caso, poichè il fattore di potenza risultante dipende dalla somma algebrica delle potenze reattive, si potrà scrivere, in luogo della (10):

$$\text{(11)} \qquad \operatorname{tg} \varphi' = \frac{-\Sigma Q_l + \Sigma Q_c \pm V I \operatorname{sen} \varphi}{V I \cos \varphi}$$

ove ΣQ_l e ΣQ_c indicano le somme delle potenze reattive, induttive e capacitive. D'altra parte, affinchè i carichi di capacità ed induttanza sommino i loro effetti ai fini di equilibratura, è solo necessario che le tensioni applicate ad essi siano in quadratura fra loro, come risulta dalla (9).

In altre parole, stabilito che per la equilibratura si richiede una potenza reattiva totale eguale alla potenza apparente del carico da equilibrare, ossia che $|\Sigma Q_l| + |\Sigma Q_c| = V I$, tale potenza reattiva può essere comunque ripartita fra induttanza e capacità, purchè i due carichi siano sempre inseriti su tensioni tali che per ciascuno di essi l'angolo di fase soddisfi alla condizione espressa dalla (9).

Come esempio si può considerare il caso particolare 2) sopra sviluppato, cioè di un carico monofase a $\cos \varphi = \sqrt{3}/2$, e possiamo proporci di conservare inalterato questo valore del fattore di potenza anche ad equilibrio raggiunto.

Sarà allora necessario, per la (11), che sia $-\Sigma Q_l + \Sigma Q_c = 0$ ossia:

$$V_l I_l = V_c I_c$$

ed ancora:

$$V_l I_l + V_c I_c = V I$$

$$V_l I_l = \frac{V I}{2} = V_c I_c$$

e per la (9):

$$\alpha_l = \left\{ \begin{matrix} +120^\circ \\ -60^\circ \end{matrix} \right. \qquad \alpha_c = \left\{ \begin{matrix} +30^\circ \\ -150^\circ \end{matrix} \right.$$

Si realizza così lo schema di fig. 7, in cui il carico di capacità è inserito attraverso un opportuno divisore di tensione. La fig. 8 illustra la composizione vettoriale delle correnti.

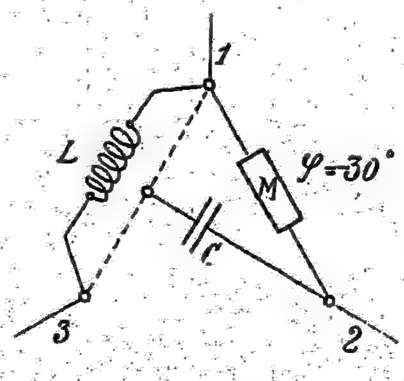


Fig. 7.

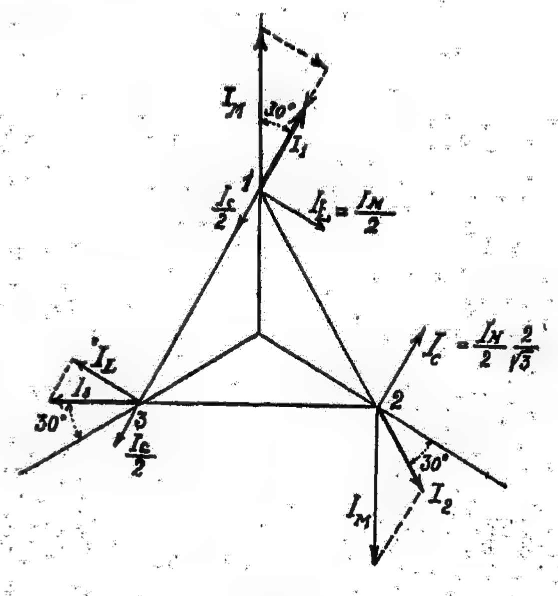


Fig. 8.

Ancorchè seguendo tali criteri, si determinino i minimi valori d'induttanza e capacità richiesti dalla equilibratura e compensazione, può avvenire, in determinati casi, che la eliminazione dei divisori di tensione o dispositivi del genere, possa essere conveniente anche se ciò comporta valori più elevati nel carico reattivo ausiliario.

Nello schema di fig. 7, con opportuni criteri costruttivi, sarebbe possibile utilizzare la stessa bobina di autoinduzione come divisore di tensione; ciò sarebbe però difficile quando si dovesse prevedere la possibilità di variare, sia pure per gradini, il valore della induttanza per far fronte alle variazioni di carico.

A prescindere da ciò è facile vedere come si debba procedere quando si voglia che ciascuno dei carichi di correzione sia direttamente inserito sui fili di linea, realizzando così una totale indipendenza fra di essi.

Questa ricerca si può svolgere facilmente in molti modi; io seguirò, per ragioni che si vedranno tosto, la seguente via.

Qualunque sia il fattore di potenza del carico monofase inserito fra i fili 1 e 2, è sempre possibile, mercè l'aggiunta di una induttanza o di una capacità in parallelo, modificarne il valore in modo che esso divenga eguale a 0,866 ($\varphi = -30°$). Come si è visto basterà allora, per raggiungere la equilibratura, inserire un'adeguata induttanza fra i fili 1 e 3; il fattore di potenza risultante sarà eguale a 0,5.

Qualunque sia ora il fattore di potenza desiderato noi potremo raggiungerlo fabbricando un carico equilibrato reattivo di capacità sulle tre fasi, come mostra la fig. 9. È chiaro però che la capacità inserita fra i fili 1 e 3 viene in tal caso ad elidere, in parte, l'azione della bobina d'induttanza, cosicchè potremo conseguire lo stesso effetto sopprimendo il corrispondente condensatore e riducendo adeguatamente la potenza reattiva assorbita dalla bobina.

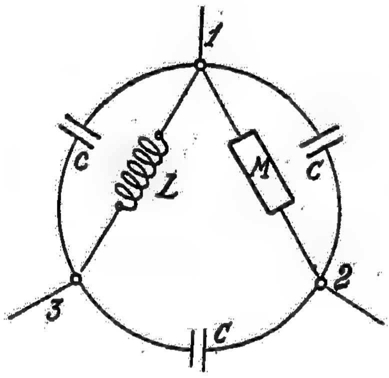


Fig. 9.

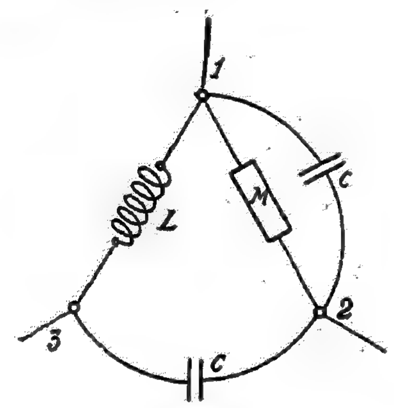


Fig. 10.

Si passa così allo schema di fig. 10, realizzato con una induttanza e due capacità. Le due capacità saranno fra loro eguali se il carico M ha, come supposto, cos $\varphi = 0{,}866$. Se il suo fattore di potenza sarà superiore, la capacità in parallelo ad esso risulterà minore di quella inserita fra 2 e 3.

La preferenza da accordare ad uno schema analogo a quello di fig. 7 od a quest'ultimo è pura conseguenza di un esame economico e delle possibilità di regolazione, in relazione alle presunte variazioni del carico.

L'interesse dello schema di fig. 9, in relazione al caso particolare che è stato motivo del presente studio, è facile a comprendersi. Esso mostra infatti come le due operazioni di equibratura e di rifasamento possono essere considerate assolutamente distinte una dall'altra e come questa seconda si possa affidare ad un carico reattivo equilibrato, quindi anche ad una normale macchina sincrona.

Poichè nel caso specifico questa macchina sincrona esiste, tale soluzione, apparentemente antieconomica, in quanto impegna una maggior potenza, è divenuta la più conveniente.

Riservandomi di ritornare prossimamente sull'argomento, quando, per essere l'installazione entrata in esercizio, potrò fornire anche i dati di controllo sperimentale, mi limito a precisare i seguenti punti.

L'installazione di equilibratura è stata prevista per una potenza massima del carico monofase di circa 10.000 kW a cos $\varphi = 0{,}92$.

In queste condizioni l'apparecchiatura di pura equilibratura, secondo i criteri esposti, dovrebbe comprendere un reattore principale (bobina di autoinduzione) da inserire sulle fasi 1-3, atto ad assorbire una potenza reattiva di 11.500 kVAr, ed una seconda bobina di induttanza di 1100 kVAr, in parallelo sul forno per portare il fattore di potenza sul ponte 1-2 al valore 0,866.

Il fattore di potenza risultante sarebbe per coseguenza di 0,5.

Considerato però che, ai fini pratici, una equilibratura completa non è assolutamente necessaria, si è ritenuto di poter omettere la reattanza in parallelo al forno, riducendo quindi l'installazione di equilibratura alla sola bobina principale.

Tale induttanza sarà provvista di prese ausiliarie corrispondenti a variazioni della potenza per gradini di 1500 kVAr, fino ad un minimo di 5000 kVAr.

Tenuto conto delle presumibili variazioni di carico del forno (che nel caso specifico sono piuttosto piccole e lente), delle oscillazioni di tensione, del grado di regolazione consentito dal limitato numero di gradini della induttanza, e della soluzione approssimata prescelta, si è calcolato che lo squilibrio residuo debba oscillare fra i limiti corrisponenti ad un carico monofase variabile fra 900 e 1500 kVA.

La fig. 11 mostra la grandezza dei sistemi inversi di corrente corrispondenti rispettivamente in *a*) al carico non equilibrato attuale, in *b*) e *c*) ai limiti, massimo e minimo, previsti in esercizio con l'equilibratore inserito.

Il rifasamento verrà invece affiato, come ho detto, ad un condensatore sincrono, in considerazione non solo della economia d'istallazione ma anche per ragioni di esercizio; infatti, mentre per i rapporti esistenti fra il distributore e il consumatore, non ha importanza il fattore di potenza del carico, v'è da osservare che nelle immediate vicinanze dell'utente (che trovasi nell'importante nodo di Marghera) la Società Adriatica deve, anche presentemente, mantenere in funzione un sincrono a scopo di regolazione della tensione; poichè tale sincrono deve attualmente assai spesso lavorare sottoeccitato (carico induttivo) si prevede che l'installazione di equilibratura avrà infine il solo effetto di modificare il diagramma di carico del sincrono, e richiederà solo saltuariamente il funzionamento di una seconda macchina, che pure del resto esiste.

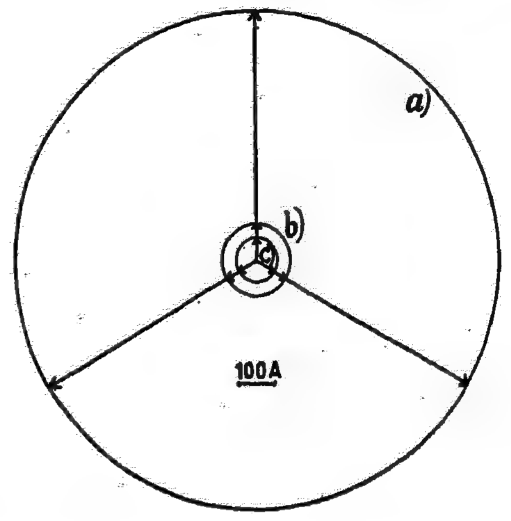


Fig. 11.

Confronto con altri metodi di equilibratura.

Senza addentrarmi in un esame di dettaglio delle macchine rotanti prevedibili a tale scopo mi limiterò ad accennarvi, per quel tanto che ha interesse ai fini di un confronto con il sistema suindicato.

Esso appare interessante anche perchè i dispositivi a induttanza e capacità, pur avendo formato oggetto di alcuni studi anche recenti (4) (5) (6), non sono stati, a mio parere, giustamente valutati.

Ritengo che ciò sia dovuto in buona parte ad alcune conclusioni incomplete, alle quali vale la pena di accennare.

Così il Genkin, non avendo considerata la possibilità di scegliere, per la tensione di alimentazione del carico induttivo o capacitivo di equilibratura, una fase qualsiasi è portato a stabilire che in generale il carico di compensazione deve avere una componente attiva; ciò costituirebbe ovviamente un grave inconveniente dal punto di vista del rendimento e renderebbe legittima l'affermazione dello stesso Autore, che la cosa può interessare solo casi di modesta importanza; ma ciò fortunatamente non è. Anche per la compensazione con due carichi (sempre inseriti fra i fili di fase) tale Autore ravvvisa la possibilità di equilibratura senza perdite (cioè con pura induttanza e capacità) per il solo caso di un carico monofase ohmico e non perviene ad indicare la soluzione di minima potenza reattiva di equilibratura. A conclusioni analoghe perviene più tardi Hauffe, mentre Hessenberg riferendosi ai precedenti lavori di Genkin ed Hauffe si occupa della determinazione del carico di equilibratura in base a misure eseguite sulle linee.

La sola soluzione che, a mia conoscenza, rispecchi sostanzialmente le conclusioni, a cui sono pervenuto nel mio studio è quella indicata nella fig. 12, riportata dalla relazione (1) dall'Ing. Mainardis, riferentesi alla proposta di una nota Casa costruttrice. Tale schema richiede però un divisore di tensione ed origina uno squilibrio nei due rami del trasformatore principale, provvisto di presa centrale.

Una seconda ragione che può aver distolto i tecnici dallo studio dei dispositivi statici è forse rappresentata dalla necessità di im-

(4) V. GENKIN: Récepteurs dyssymmétriques et procédés d'équilibrage des circuits triphasés à phases inegalement chargées. - R.G.E., luglio 1926, pagina 123.

(5) G. HAUFFE: Die Symmetrierung des Drehstromsystems. - E. u. M., 1932, pag. 85.

K. HESSENBERG: Der Ausgleich unsymmetrischer Belastungen in Drehstromnetzen. - E. u. M., 1932, pag. 342.

(6) M. WALKER: Utilisation de courants triphasés pour la production du courant monophasé. - R.G.E., giugno 1919, pag. 864.

piego, tranne casi particolari come quello da me studiato, di condensatori; oggi però, sia per le caratteristiche tecniche di questi apparecchi sia per il prezzo, si può guardare al loro impiego con piena fiducia.

Passando dunque alle macchine rotanti, prescinderò da qualsiasi considerazione sui gruppi costituiti da un motore trifase accoppiato a generatore monofase, essendo essi sconsigliabili a priori per ragioni di costo e di rendimento.

Il concetto che deve presiedere alla costruzione di un equilibratore resta dunque quello dianzi considerato della compensazione della potenza fluttuante, ossia della eliminazione del sistema simmetrico inverso delle correnti di linea.

Ciò posto, i molti dispositivi proposti (1) (4) (5) (6) (7) (8) si possono suddividere in diverse categorie e con diversi criteri; così ad esempio si potrebbe tentare una classificazione in relazione alla loro chine rotanti; d'altra parte una rassegna di molti tipi è già stata fatta su questo giornale (10).

A conclusione basterà dire quanto segue.

Alle macchine rotanti si può riconoscere una maggiore facilità di regolazione (sia che essa avvenga spontaneamente come nelle macchine ad impedenza simmetrica sia che essa derivi da una manovra volontaria, automatica o meno), a confronto dei dispositivi statici che praticamente si prestano solo ad una regolazione discontinua. Nel caso specifico si è creduto di non dare alla cosa eccessivo peso, sia per la lentezza e relativa piccolezza delle variazioni del carico, sia per la possibilità pratica di tollerare un determinato grado di squilibrio.

Il costo dei dispositivi statici è, contrariamente a certe affermazioni, inferiori a quello delle macchine rotanti. Prescindendo infatti dalle condizioni che hanno permesso di prevedere, nel caso

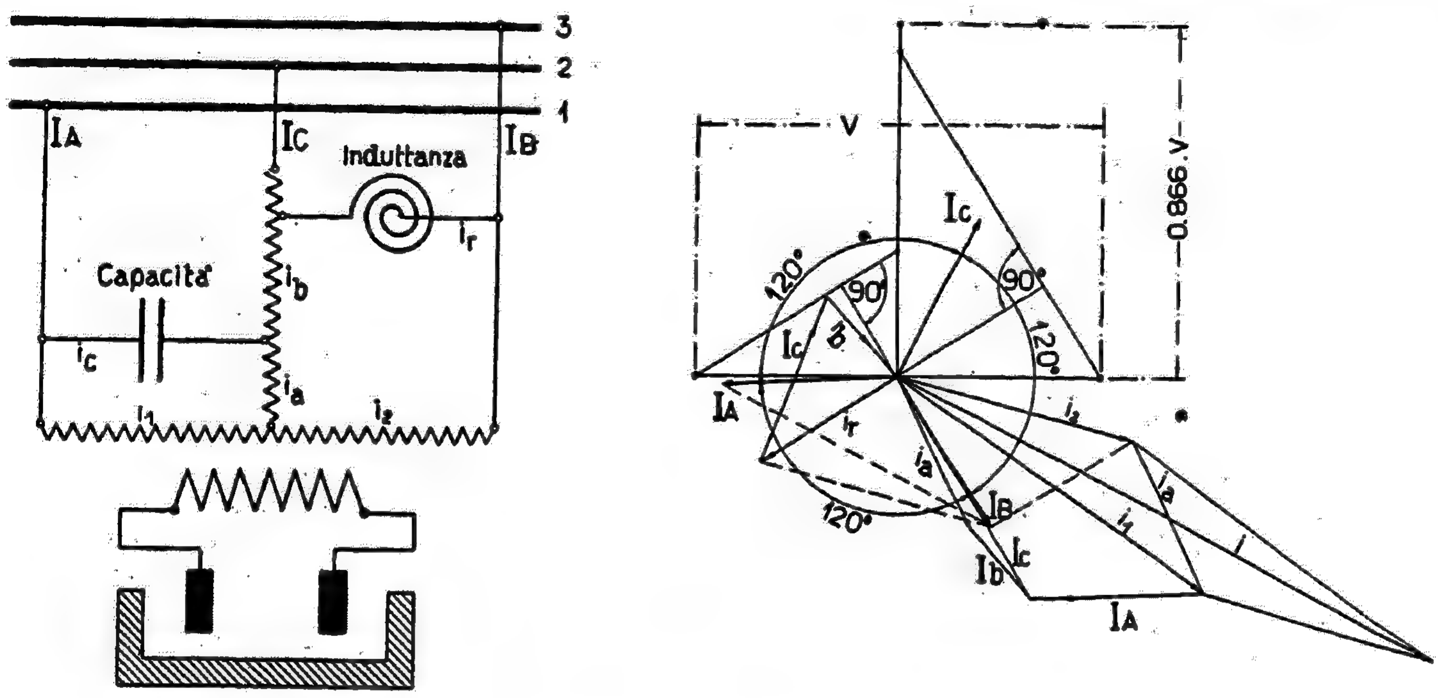


Fig. 12.

inserzione rispetto al carico monofase, a seconda che si tratti di macchine convertitrici, aventi distinti morsetti, d'ingresso del sistema trifase e d'uscita del sistema monofase, ovvero di compensatori posti semplicemente in derivazione sul sistema di sbarre trifasi, da cui è derivato il carico monofase.

Con riferimento al secondo tipo, si può fare una distinzione fra compensatori ad impedenza simmetrica e compensatori ad impedenza asimmetrica.

La diversità di funzionamento fra i due tipi è essenziale. Il primo interviene ed agisce solo in quanto allo squilibrio delle correnti sussegua una dissimmetria delle tensioni; tipico è in questo caso il semplice motore sincrono trifase, che notoriamente (9) presenta una impedenza assai diversa (e minore) per le correnti di sequenza inversa rispetto a quelle di sequenza diretta; per rendere efficace tale compensatore è ovviamente necessario esaltare questo carattere selettivo della macchina, al qual fine basta compensare con un condensatore o con una macchina a collettore la reattanza di dispersione (disposizioni Slepian e Fortescue) (4); proprietà importante di queste macchine è di essere autoregolatrici.

Interessanti proposte di compensatori ad impedenza dissimmetrica furono fatte, nel caso specifico della San Marco, da diverse Case costruttrici, con l'impiego di due macchine sincrone meccanicamente collegate e con i circuiti d'indotto in serie (una di esse in inserzione normale, la seconda con due fasi invertite, così da funzionare come generatrice della sequenza inversa), oppure con una macchina sincrona ed un trasformatore regolatore. Queste macchine consentono una regolazione graduale sia dell'ampiezza che della fase delle correnti inverse assorbite.

L'esame dettagliato del loro funzionamento mi porterebbe lontano allo scopo che mi sono prefisso: quello di illustrare la compensazione statica e trarne elementi di confronto con l'uso di macparticolare, la sola equilibratura senza compensazione di fase (cioè di sopprimere il condensatore che è l'apparecchio più costoso), un complesso di autoinduzioni e capacità previsto per la integrale equilibratura e correzione di fase, costerebbe leggermente meno delle macchine rotanti, restando ancora a completo vantaggio della soluzione statica l'assenza pressocchè completa di opere murarie e di fondazione.

Per quanto riguarda le spese di esercizio il vantaggio della soluzione statica è incontestabile, in quanto, a parte ogni altra considerazione, le perdite nella bobina e nel condensatore non raggiungono la quarta parte di quelle prevedibili per le macchine.

Può forse sembrare strano che mi accinga a chiudere questa rapida esposizione senza quasi accennare ai cosiddetti dispositivi statici di equilibratura a trasformatori. La ragione per cui ritengo di poterli passare quasi sotto silenzio è che essi non consentono per ovvie ragioni la soppressione della potenza fluttuante e non realizzano pertanto il presupposto fondamentale della equilibratura.

Si capisce perfettamente come dispositivi analoghi a quelli proposti da Slepian, da Evans o da altri (4), fondati sull'impiego di opportuni regolatori ad induzione, possano pienamente consentire di conservare la simmetria delle tensioni, in un determinato punto di una rete trifase, anche in presenza di carichi squilibrati.

A parte il fatto che tale concetto nulla ha di comune con quello della reale equilibratura del carico, simili apparecchi non possono conservare la simmetria delle tensioni che in una sola sezione della rete e quindi non possono avere che scopi particolarissimi, e di secondaria importanza. Dispositivi a trasformatori possono invece avere un valore in quei casi, del resto non frequenti, in cui si desideri rendere simmetrico ed equilibrato un sistema dissimmetrico e squilibrato soddisfacente alla condizione di potenza fluttuante zero, ciò che è una conseguenza di quanto inizialmente ho detto sul significato di questa potenza.

Padova, gennaio 1935-XIII.

R. Istituto Superiore d'Ingegneria.

(7) M. Paris: Conversione di potenza polifase in monofase, ecc. - *L'Elettrotecnica*, 1933, pag. 749.

(8) H. Th. Berg: Die gleichmaessige Verteilung einer Einphasenlast auf ein Dreiphasennetz bei derselben Frequenz in beiden Kreisen. - E.T.Z., 1930, pag. 601.

(9) E. Bottani: La moderna matematica dei circuiti trifasi. - *L'Elettrotecnica*, 1924, pag. 967.

(10) C. Della Salda: Convertitori di corrente trifase in monofase. - *L'Elettrotecnica*, 1918, pag. 118.

— Convertitori di corrente monofase in trifase. - *L'Elettrotecnica*, 1919, pag. 702.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SULLA REGOLAZIONE ELETTRO-MECCANICA DELLE TRASMISSIONI ELETTRICHE

L. BARBILLION

Vengono esaminate, in forma schematica, le perturbazioni elettromeccaniche che possono presentarsi durante il funzionamento degli impianti elettrici e il modo con cui le macchine ed i loro regolatori « reagiscono » alle perturbazioni stesse.

1. - Premesse.

Gli insegnamenti classici consentono di studiare da capo a fondo un'intera installazione partendo dalla stazione elettrogena sino al posto di trasformazione più lontano.

Un sistema comunque complesso può essere sempre calcolato per un dato regime. Se però un disturbo qualunque sopraggiunge (ad es. una variazione del carico) il regime iniziale non sarà più che un ricordo. In generale, un nuovo regime si stabilirà dopo un certo periodo, semprechè la perturbazione non abbia carattere grave e permanente; in quest'ultimo caso i diversi elementi associati nel sistema possono sconnettersi risultando impossibile il funzionamento stabile; si ha allora l'*interruzione*.

Da ciò l'importanza dei problemi oggetto di questo studio: *fenomeni transitori* e *stabilità del sistema*.

I tecnici distinguono due forme di stabilità, e precisamente: la *stabilità statica* e la *stabilità dinamica*.

La *stabilità statica* è messa in giuoco allorchè si producono variazioni molto lente di regime. Le centrali possono, in questo caso, adattarsi senza scosse ai nuovi bisogni.

Nel caso contrario (perturbazione brusca) dobbiamo considerare la *stabilità dinamica* (che è la più importante). Questa stabilità misura l'attitudine che hanno le centrali e le linee a reagire contro le perturbazioni e ad adattarsi senza interruzioni e senza oscillazioni eccessive (elettriche o meccaniche) ai nuovi bisogni.

Per studiare questa stabilità è bene esaminare « in serie », l'una dopo l'altra, le difficoltà che si incontrano, cioè studiare sistematicamente ciascuno degli organi in gioco, riunendoli poi in un unico insieme solo quando i singoli elementi ci siano sufficientemente noti.

Ad es. un gruppo elettrogeno è composto da una motrice, da una generatrice e da organi regolatori fra i quali il più importante è il regolatore d'ammissione o di velocità. Ciascuna di queste tre classi d'organi può e deve essere studiata separatamente. Il metodo di studio più indicato è quello grafico, per mezzo delle curve caratteristiche dei singoli elementi che, ravvicinate o sovrapposte, ci permettono di arrivare alla conoscenza dell'intero gruppo.

2. - Motori meccanici.

Il motore meccanico può essere di tipi diversi, ma per precisarne le proprietà basterà considerare le sole categorie estreme. Il motore idraulico od a fluido pesante e il motore a vapore (a stantuffo o a turbina) a fluido leggero. I motori intermedi del tipo a combustione interna e i tipi misti partecipano delle proprietà dei due tipi estremi, con divergenze fortunatamente di secondaria importanza.

Potremo quindi considerare due sole grandi classi: quella dei motori a movimento alternativo e quella dei motori a movimento circolare.

L'irregolarità d'un motore ad un solo cilindro a doppio effetto ovvero d'un motore a due cilindri a semplice effetto, può essere rilevante; ricordiamo che la più semplice espressione che tenga conto del carattere periodicamente variabile della coppia motrice, è della forma:

$$\cos^2 \omega t = \frac{1 + \cos 2 \omega t}{2}$$

ove la variabile è il tempo t, oppure (supponendo uniforme il moto dell'albero), l'angolo $\alpha = \omega t$ descritto proporzionalmente al tempo da un punto di riferimento (il bottone della manovella, per esempio).

Supponendo la coppia resistente costante

$$C_r = C \text{ medio}$$

opposta al motore a vapore, la cui coppia varî sinusoidalmente, la punta della coppia massima in rapporto al valore medio può raggiungere il valore 2.

Se cerchiamo di esprimere questo scarto in *variazione relativa di velocità*, calcolato in rapporto alla velocità media, troviamo che l'ampiezza di questa variazione relativa della velocità è uguale all'unità divisa per due volte la velocità angolare $\omega = 2 \pi N$ della macchina. Per una velocità di 5 giri al secondo per esempio, la velocità angolare sarà dunque uguale a 31,5 radianti/sec, e lo scarto relativo di velocità misurata in rapporto alla velocità media sarà di 1/63, cioè una quantità relativamente piccola. Se passiamo da questo scarto di velocità all'*angolo di scarto* troviamo un valore ancora più ridotto. Sappiamo che si può scrivere:

$$d \zeta = p \omega dt = z \Omega dt.$$

In questa formola, z rappresenta la deviazione angolare dei due vettori l'uno ruotante con una velocità angolare costante ω_0 (velocità media) e l'altro ruotante con una velocità istantanea:

$$\omega = \omega_0 (1 + z)$$

p rappresenta il numero di paia di poli;
z la variazione relativa, positiva o negativa, della velocità effettiva;
Ω rappresenta la pulsazione della corrente elettrica eventualmente generata.

Questo scarto relativo di velocità z sarà inversamente proporzionale al numero di cilindri e alla velocità della macchina; avremo dunque interesse ad adottare macchine a velocità angolare più grande possibile. In realtà, il problema è più complesso e nel caso d'un *motore a pistone*, converrà in primo luogo tracciare il diagramma della potenza teorica per mezzo d'un indicatore di Watt, in seguito, trasformarlo per ottenere il valore della coppia alla stessa velocità normale.

Per quanto riguarda i *gruppi idraulici*, bisogna ritenere uno dei loro caratteri essenzialmente differenti da quelli dei precedenti. Mentre i gruppi termici, per diverse ragioni, presentano delle caratteristiche di coppia variabili in istretta misura, allorchè la velocità cresce (le perdite d'ordine meccanico essendo all'incirca proporzionali al quadrato della velocità, la velocità di fuga è da due a tre volte quella normale) (fig. 1) i gruppi idraulici hanno caratteristiche con andamento ben più cadente, quasi rettilinea; le velocità di fuga variano fra 1,5 e 2 volte la velocità

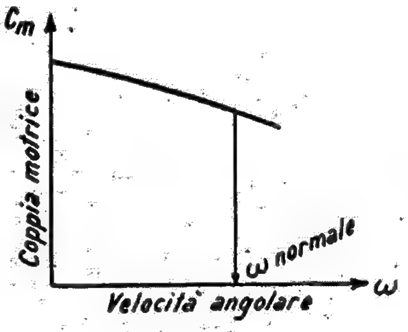


Fig. 1.

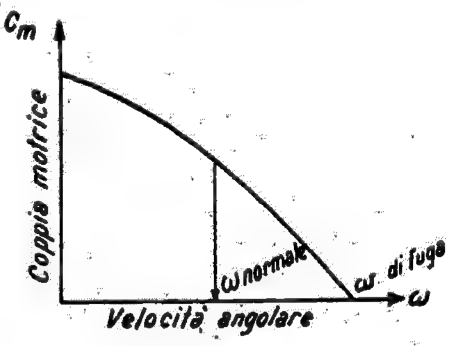


Fig. 2.

normale (fig. 2). In altri termini, la *zona delle velocità d'impiego razionale delle macchine idrauliche è molto più ristretta di quella delle macchine a vapore*. Queste considerazioni hanno ora un valore limitato, giacchè nella maggior parte dei casi, i gruppi elettrogeni sono provvisti di regolatori capaci di conservare la velocità quasi costante qualunque sia la coppia o, ciò che è lo stesso, la potenza richiesta.

3. - Dinamo e alternatori.

Passiamo ora a considerare la *macchina elettrogena* propriamente detta. Essa è ben conosciuta nei suoi particolari costruttivi e nelle sue proprietà per esimerci da troppo lunghi dettagli. Esamineremo solo ciò che riguarda il funzionamento in quanto gruppo propriamente detto, cioè studieremo le sue caratteristiche elettromeccaniche.

Se consideriamo una dinamo, la cui coppia resistente sull'albero della motrice sia C_r, questa coppia (imposta dalla richiesta della rete), avrà come espressione il quoziente della potenza fornita per la velocità angolare di rotazione. La potenza (variabile secondo la richiesta) può essere assicurata sia dal libero funzionamento della macchina, secondo una delle sue caratteristiche esterne (quando si consentano variazioni anche solo modeste della velocità), sia dall'intervento d'organi regolatori che modifichino la tensione o l'eccitazione, o ancora, imponendo all'una o all'altra di queste quan-

tità una legge di variazione funzione dell'intensità fornita. Nel primo caso, la velocità potrebbe rimanere costante se al momento d'una variazione di carico, le caratteristiche del motore e della dinamo, ridotte alle stesse coordinate, risultassero sovrapponibili (1).

Numerosi brevetti tendono appunto a conciliare queste differenti caratteristiche. Particolarmente ricorderemo il sistema «Gebus».

Ciò non succede generalmente; bisogna allora ricorrere alla regolazione della corrente indutrice. Le due forme più semplici sono: *la regolazione a tensione costante* (valevole sopratutto allorchè la rete è poco estesa) la regolazione a *flusso costante* (che ha il vantaggio di mantenere gl'induttori nel medesimo stato magnetico, cioè di proteggerli dalle smagnetizzazioni repentine provocate da perturbazioni violente sulla linea).

L'espressione analitica della coppia della dinamo, può dunque essere concepita sotto due forme principali e precisamente: coppia proporzionale alla velocità (retta passante per l'origine, fig. 3) o inversamente proporzionale alla velocità (iperbole equilatera, fig. 4).

La coppia resistente, nella marcia a *flusso costante* ha l'espressione approssimata seguente:

$$C = \frac{(N\,n\,\Phi)^2}{R\,\omega} = \frac{A\,\omega\,\Phi^2}{R} \qquad (1)$$

nella quale:

N = numero di giri al secondo della macchina;
n = numero dei conduttori periferici d'indotto;
Φ = flusso induttore nel caso di macchina bipolare ad avvolgimento indotto in parallelo.

La caratteristica (C in funzione di ω) sarà dunque una retta passante per l'origine (fig. 3).

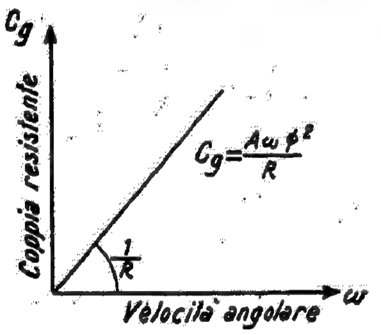


Fig. 3.

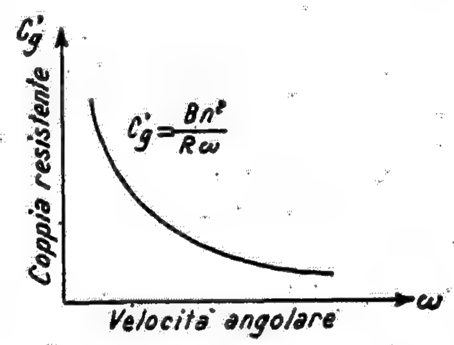


Fig. 4.

Nel caso d'una macchina regolata a *tensione costante*, è evidente che per una resistenza R data, la potenza è costante. Per conseguenza:

$$C' = = B\,\frac{n^2}{R\,\omega} \qquad (2)$$

B essendo una costante appropriata, e la caratteristica è un'iperbole equilatera (fig. 4).

Se si considera il funzionamento spontaneo d'un gruppo sprovvisto di regolatore, vediamo che nel primo caso (fig. 5) (*flusso costante*), la caratteristiche del motore essendo sempre cadente allorchè la velocità cresce, ci sarà un punto d'intersezione e uno solo fra le due caratteristiche del motore e della dinamo. *Il funzionamento sarà stabile*, poichè se la velocità cresce per una ragione qualunque, la coppia motrice diviene più piccola della coppia resistente: si avrà ritorno al punto d'equilibrio e viceversa.

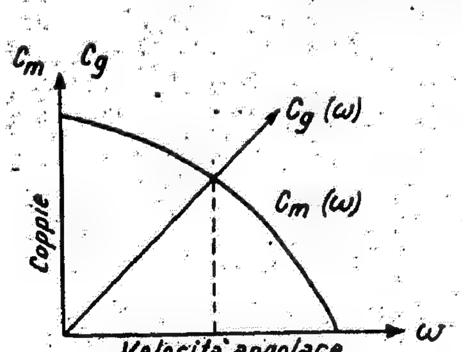


Fig. 5.

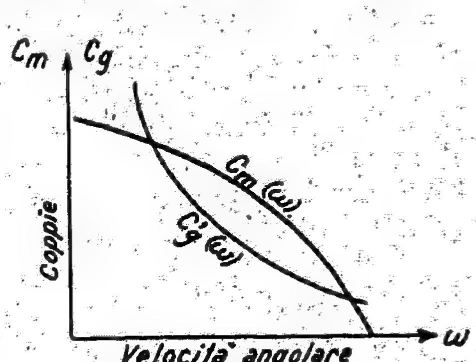


Fig. 6.

Nel secondo caso (macchina a *tensione costante*) possiamo avere (fig. 6) o doppia intersezione delle due curve (un punto stabile corrispondente alla più grande velocità, un punto instabile alla più piccola); oppure, non intersezione (regime impossibile); o infine, semplice contatto tangente fra le due curve (marcia instabile per lo meno nella zona delle velocità più piccole). Questo regime è del resto affatto eccezionale.

Le conclusioni che precedono valgono anche per gli alternatori. Si obietterà che quest'ultimi sviluppano potenze e quindi coppie di natura pulsante. Nondimeno le potenze e le coppie hanno valori medî di cui dobbiamo esclusivamente occuparci, giacchè la periodicità delle correnti alternate è sempre d'un ordine elevato rispetto a quella delle perturbazioni d'ordine meccanico che qui consideriamo (variabilità nel tempo della coppia motrice). In regime permanente e fatta astrazione delle perturbazioni che vi s'instituiscono allorchè si passa da un regime a un altro, fra i due estremi (in marcia minima e massima) (fig. 7), si dovrà riferire alla velocità media una variazione relativa di velocità, che, se non interviene artificialmente un regolatore, sarà ciò che si può chiamare la *staticità* del sistema.

La sua entità è però considerevole: le variazioni relative di velocità che così dovremmo tollerare sarebbero proibitive, utilizzando la sola caratteristica meccanica fra la marcia a vuoto e la marcia a carico (variazioni del 30 al 50 %). Con ciò resta giustificato l'impiego del regolatore.

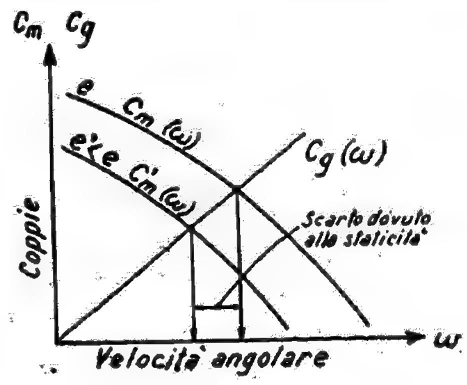


Fig. 7.

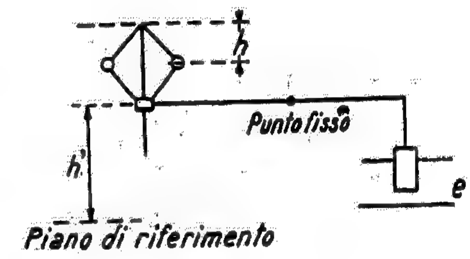


Fig. 8.

4. - Meccanismi regolatori.

Il terzo degli organi da esaminare, il *regolatore e suoi annessi* possiede anch'esso caratteristiche proprie che dipendono e dal suo tipo e dal modo di funzionamento. Il regolatore deve essere studiato, considerandolo dapprima funzionante da solo, e poi funzionante in collegamento colle macchine alle quali è asservito.

La prima categoria d'investigazioni ha fatto oggetto di numerosi studi. Sembra infatti che il regolatore preso da solo abbia esercitato un fascino speciale su un gran numero di valorosi matematici e meccanici. Ricordiamo la distinzione fra i regolatori diretti e gli indiretti, i primi agenti direttamente sopra una valvola d'ammissione (fig. 8) e i secondi agenti sopra questa stessa valvola per mezzo di un motore di sufficiente potenza, denominato servomotore (fig. 9).

Per queste due grandi classi di regolatori esiste una caratteristica comune che fissa in regime di libertà la posizione d'un tachimetro in rapporto alle velocità del gruppo, velocità (almeno sotto

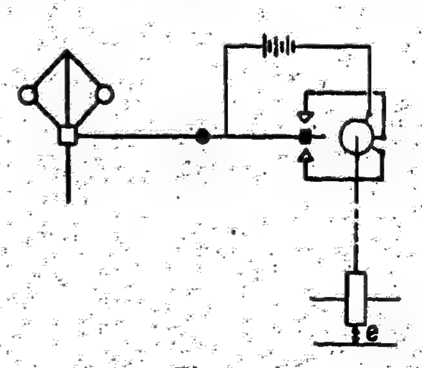


Fig. 9.

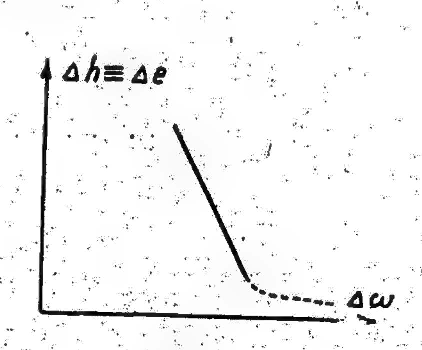


Fig. 10.

forma proporzionale) trasmesse a questo tachimetro. Questa caratteristica fornisce (per un rapporto dato dei bracci di leva del sistema) la variazione dell'altezza del manicotto del tachimetro (altezza valutata in rapporto a un piano orizzontale superiore o inferiore), in funzione della variazione di velocità del gruppo (fig. 10 e 11). Se il tachimetro, come succede nel caso d'apparecchi indiretti, cessa d'essere libero, durante il movimento del servomotore, questa caratteristica non ha più alcun senso, ma interviene di nuovo a distacco avvenuto. In Francia, un'intera scuola fondata da Leaute che parteggia per la regolazione diretta e, per quella indiretta, da Lecornu, s'è forzata di rappresentare analiticamente o gra-

(1) Questa preoccupazione è ridivenuta di attualità nelle applicazioni del motore Diesel alla trazione elettrica.

ficamente durante una perturbazione le posizioni del tachimetro (per esempio: l'altezza del manicotto in funzione delle velocità istantanee del gruppo).

Nel caso di sola regolazione diretta (fig. 8), esiste una relazione, quasi sempre di semplice proporzionalità (tenuto debito conto delle piccole deformazioni d'un sistema di grandi dimensioni) fra l'altezza dal manicotto h e l'apertura e prodotta dalla valvola.

Teorie sempliciste tendono ad ammettere che la coppia motrice C_m sia proporzionale all'apertura e della valvola. Ciò è appena ammissibile nei motori a vapore a marcia lenta del tipo a stantuffo. Non lo è per i motori a vapore del tipo a turbina e per le turbine idrauliche. Ammettere questa proporzionalità sarebbe distruggere la utilizzazione delle caratteristiche meccaniche; nozione così feconda e, diremo indispensabile, per lo studio dei motori meccanici.

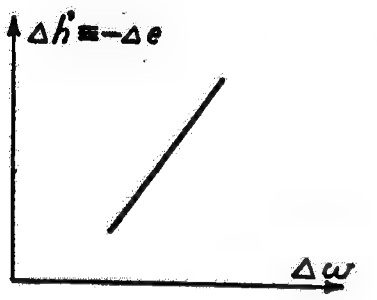


Fig. 11.

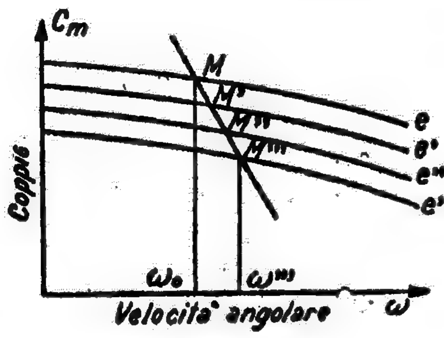


Fig. 12.

Dobbiamo dunque prendere in considerazione una nuova caratteristica, quella di regolazione, oppure caratteristica del *gruppo regolato* Γ. Essa ci è imposta dalle esigenze dell'esercizio e cioè dalle variazioni di carico sulla linea e da quelle di velocità consentite alla macchina in funzionamento normale, questa ultima essendo connessa colla variazione ammissibile della frequenza in linea. Per soddisfare a queste due condizioni essenziali di buon esercizio ricorriamo all'azione benefica del regolatore, il quale, agendo sul valore dell'apertura e, fa sì che noi utilizziamo durante le perturbazioni, solo piccole porzioni di curve sulla famiglia delle curve di funzionamento corrispondenti alle diverse ammissioni e_1, e_2..., e precisamente quella porzione compresa tra le velocità angolari minima e massima ammissibili (fig. 12).

Congiungendo i centri di queste porzioni utili della famiglia di curve suindicate per una data velocità di regime o frequenza in linea, otteniamo la caratteristica Γ che abbiamo denominata di *regolazione* o del *gruppo regolato* (fig. 13).

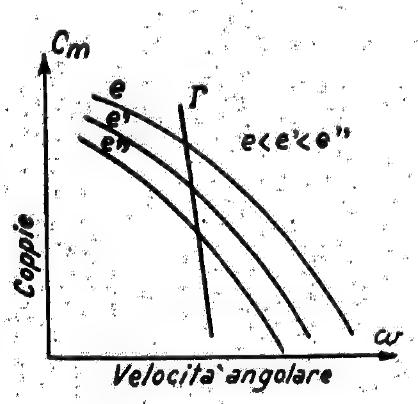


Fig. 13.

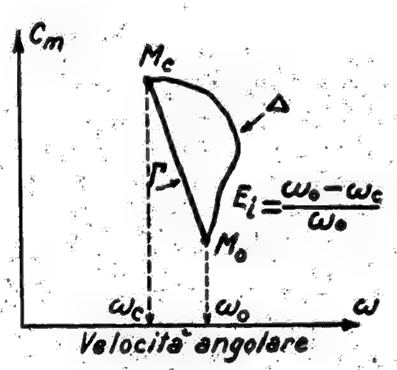


Fig. 14.

Se si facesse astrazione dalle caratteristiche meccaniche, dato che, nella zona d'impiego del regolatore diretto e del suo tachimetro, le variazioni di velocità e d'altezza del manicotto sono proporzionali, *anche la curva di regolazione sarebbe una retta*. Essa rappresenta, come si è visto, le ammissioni (oppure le coppie) in funzione delle velocità di regime ω. In pratica ciò non avviene. L'intervento delle caratteristiche meccaniche dà una forma più complessa a Γ. La supposta concezione delle coppie semplicemente proporzionali all'ammissione ammette di sostituire una corda ad un arco che può essere di forte curvatura, ciò che porterebbe ad errori inammissibili. Sempre nel campo del regolatore diretto, ricordedemo che se questa caratteristica Γ può essere detta *statica* è possibile paragonarla alla *caratteristica detta di funzionamento in regime turbato*, che chiameremo *cinetica o dinamica* Δ (fig. 14). Relativamente ai punti di partenza e d'arrivo corrispondenti ai regimi iniziale e finale (supposti realizzabili, presi sulla caratteristica statica) la caratteristica dinamica si scosta più o meno dalla prima secondo curve del tipo di quelle rappresentate nelle figg. 14 e 15. Chiamando τ il fattore di smorzamento o quoziente dell'energia cinetica del gruppo per la sua potenza normale, R_i lo scarto relativo di velocità (*staticità*) caratteristica del regolatore fra la marcia a vuoto e quella in carico; infine τ_r la durata del periodo proprio d'oscillazione del regolatore considerato come sistema pendolare, se si ha:

$$\tau_r < 3\,\tau\,E_i \quad \text{(regime I)}$$

il passaggio da un regime all'altro si effettua per mezzo d'una curva più o meno ondulata ma non per cicli (fig. 15). Se l'uguaglianza

$$\tau_r = 3\,\tau\,E_i \quad \text{(regime II)}$$

è realizzata, la curva di passaggio non ha che una sola concavità e s'avvicina molto sensibilmente alla caratteristica statica (fig. 16).

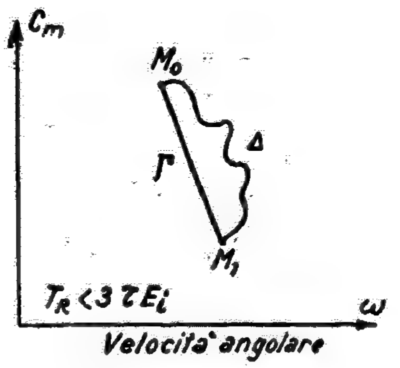


Fig. 15.

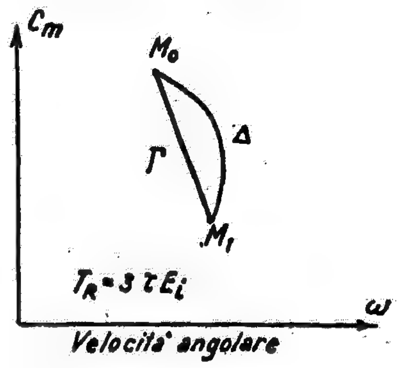


Fig. 16.

Invece se:

$$3\,\tau\,E_i < \tau_r < 9\,\tau\,E_i \quad \text{(regime III)}$$

il ciclo di passaggio da un regime all'altro è convergente; ciò può tornare incomodo senza essere peraltro pericoloso (fig. 17). Se, infine, l'ineguaglianza seguente

$$9\,\tau\,E_i < \tau_r \quad \text{(regime IV)}$$

è realizzata, il ciclo di passaggio è divergente e si arriva più o meno rapidamente al regime limite con passaggio da ammissione nulla ad ammissione massima. Ciò conduce alla distruzione più o meno rapida del sistema (fig. 18).

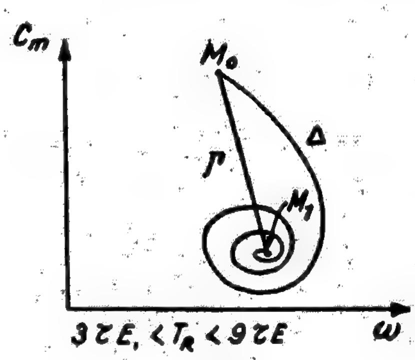


Fig. 17.

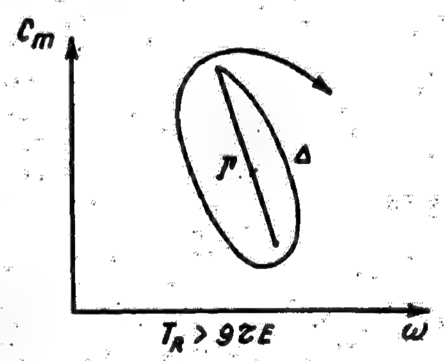


Fig. 18.

Se il regolatore è indiretto, il problema è molto più delicato, poichè, come abbiamo già detto, nel periodo turbato il controllo del gruppo sfugge al tachimetro il quale diviene piuttosto suo prigioniero; riacquista la libertà allorchè il disinnesto si produce. Infatti, fintantochè l'accoppiamento non si produce, il tachimetro o un punto che definisce la sua configurazione (il manicotto per es.) è in una situazione che è funzione della velocità istantanea del gruppo; ma se l'accoppiamento del servomotore s'è prodotto, questo manicotto viene a far parte d'un insieme, la configurazione del quale non è più legata ai valori istantanei, ma, alla posizione, in corso di modificazione, degli organi dell'ammissione, per esempio del piccolo stantuffo che regoli l'arrivo o la uscita d'un fluido idraulico nel cilindro di regolazione. Ne segue che la posizione del manicotto non ha più che un rapporto molto lontano, per non dire inesistente, con la velocità istantanea.

Si può rappresentare, a titolo di paragone, il funzionamento del regolatore diretto e del regolatre indiretto per mezzo d'un parallelogrammo.

Infatti quando si consideri non il solo regolatore ma tutto l'insieme meccanico che va dal manicotto del tachimetro fino all'organo di ammissione, invece di avere una semplice retta avremo una *zona di regolazione* che costituisce il parallelogrammo in questione il cui asse rappresenta precisamente la caratteristica statica del regolatore considerato.

I quattro vertici di questo piccolo parallegrammo (fig. 19), rappresentano rispettivamente, verso l'alto, le velocità d'accoppiamento e di disinnesto alla chiusura; verso il basso, le velocità d'accoppiamento e disinnesto all'apertura. Si constata fra l'altro che, a ragione dell'insensibilità relativa del tachimetro (insensibilità misurata dalla distanza secondo le ascisse delle caratteristiche estreme)

le velocità d'accoppiamento a due a due comprendono le velocità di disinnesto corrispondenti.

Il parallelogrammo è valevole, in un regolatore diretto per tutta la corsa del manicotto. Lo scarto delle ascisse estreme, due a due, misura lo scarto relativo delle velocità del gruppo o piuttosto, adoperando una terminologia barbara, ma consacrata dall'uso, la *staticità* di questo gruppo.

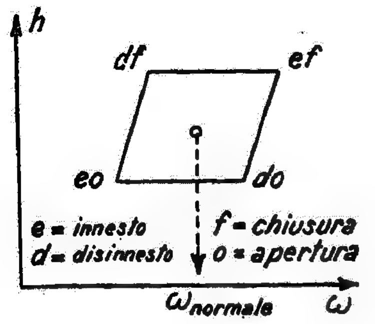


Fig. 19.

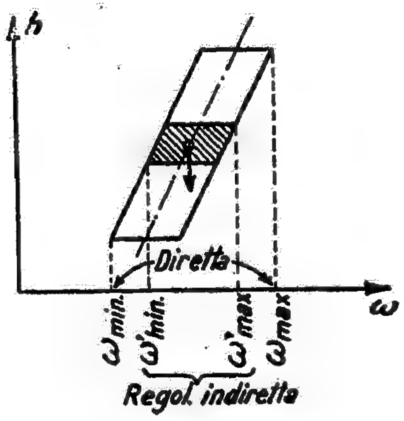


Fig. 20.

Il regolatore indiretto non utilizza invece che una piccola porzione del parallelogrammo precedente, porzione centrale della figura 20.

Se una variazione di carico si produce (qui, per fissare le idee supporremo una diminuzione di carico) fino a che il regolatore non abbia messo in marcia il servomotore, la variazione di velocità, in funzione del tempo si effettua con accelerazione uniforme.

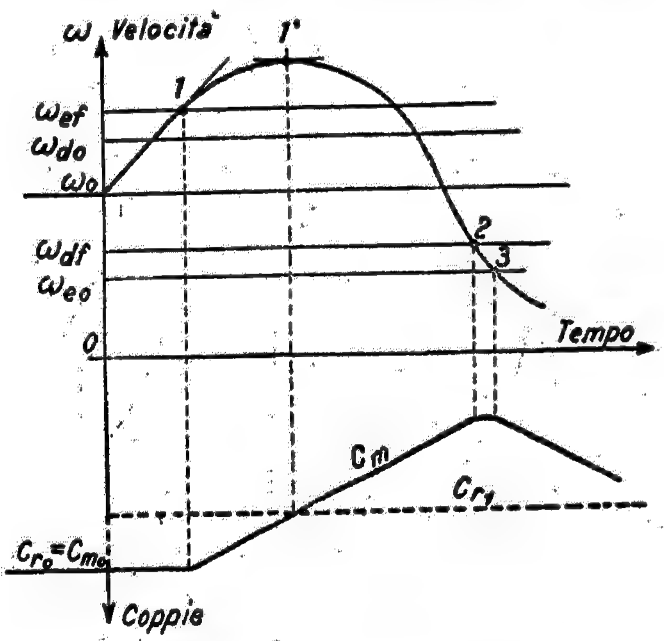


Fig. 21.

Rappresentiamoci questo fenomeni graficamente (fig. 21) per poterne meglio apprezzare le conseguenze. Il carico è passato da C_{r0} a C_{r1}; è naturale che a questo squilibrio consegua un aumento di velocità con accelerazione uniforme, finchè essa non arriva in 1 al valore ω_{ef}, velocità d'innesto di chiusura.

Da questo punto la coppia motrice diminuisce, al punto 1' si ha un nuovo stato momentaneo di equilibrio $C_{m1} = C_{r1}$, ma ad una velocità inammissibile; il regolatore continua la chiusura e provoca uno squilibrio nel senso opposto ($C_r > C_m$) con conseguente diminuzione di velocità fino a che non sia raggiunta al punto 2 la velocità di disinnesto di chiusura ω_{df}; ma poichè lo squilibrio ($C_r > C_m$) si verifica sempre, la velocità continua a diminuire, in questo periodo, con velocità uniformemente ritardata, fino al punto 3, allorchè il suo valore diventa ω_{e0}, quello d'innesto all'apertura, punto dal quale la coppia motrice C_m torna a crescere con le conseguenze naturali e facili ad interpretare che immediatamente possiamo prevedere.

Si constata facilmente che le oscillazioni non sono più simmetriche; l'arco di variazione della velocità come la lunghezza rettilinea della variazione d'ammissione sono di più in più considerevoli coll'aumentare del tempo. Ciò spiega in parte perchè se le coppie resistenti variano a salti bruschi e se le coppie motrici non sono proporzionali che alle ammissioni, e infine se la velocità di manovra è costante, le oscillazioni provenienti da una sregolazione, per quanto deboli siano all'origine, non cessano pertanto d'amplificarsi fino a intaccare la caratteristica di instabilità precedentemente segnalata come inammissibile per i regolatori diretti. Ma le tre condizioni enumerate più sopra non sono realizzate che raramente; da ciò un'estinzione più o meno lenta delle oscillazioni o per lo meno, il loro mantenimento senza amplificazione.

Nello studio dei regolatori indiretti, la fase perturbata costituisce dunque l'incognita. Colle ipotesi suddette evidentemente pessimiste, le oscillazioni di lungo periodo (fig. 22 e 23) vi s'istituiranno. Si può benissimo concepire un artifizio che permetta di bloccare il servomotore allorchè la velocità è prossima al suo mas-

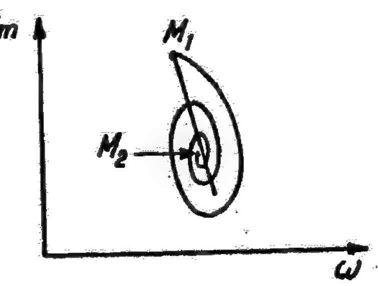


Fig. 22.

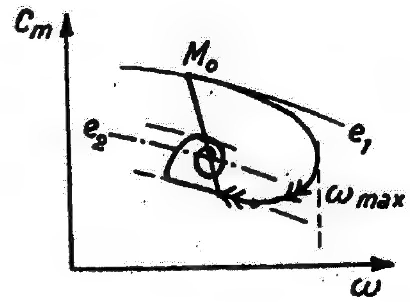


Fig. 23.

simo, ma questa velocità eccessiva non potrebbe essere conservata come velocità di regime. Bisognerà dunque usare un secondo artifizio (modificando le proporzioni del regolatore) per far cadere questa velocità al valore di regime senza modificare sensibilmente l'ammissione poichè l'equilibrio della coppia è già realizzato. Questi due artifici indispensabili alle manovre di valvola a velocità costante, sono denominati il primo « *asservimento* » e il secondo « *compensazione* ».

Una regolazione corretta è realizzabile molto più difficilmente e nello stesso tempo è molto meno sicura di quanto abitualmente si supponga.

Per arrivare al nuovo regime bisogna evidentemente porsi sulla caratteristica meccanica passante per il punto figurativo corrispondente. Dunque, è necessario bloccare il motore della valvola a un punto tale ch'esso corrisponda all'intersezione della *curva di perturbazione* colla caratteristica.

Se il blocco è anticipato, la regolazione si completa per mezzo di colpi di valvola d'importanza decrescente, per lo meno innescando un ciclo della stessa concavità del ciclo primitivo.

Se invece si blocca troppo tardi, l'arco del ciclo complementare è della concavità contraria a quella del precedente. Il nuovo regime è dunque raggiunto per mezzo di cicli convergenti.

5. - Trasmissione d'energia in regime permanente.

Durante una perturbazione, il funzionamento di un gruppo con regolatore diretto può dunque essere rappresentato (se abbiamo aggiustato convenientemente il periodo proprio del regolatore e il suo grado d'isocronismo tenendo conto dell'inerzia e della velocità normale del gruppo) per mezzo d'una curva che differisca di poco della caratteristica statica Γ (regolazione corretta). Se il gruppo è destinato a funzionare in parallelo con altri gruppi, sia a regolatore diretto Γ_d e di costituzione differente, sia a regolatore indiretto Γ_i (fig. 24), si dovrà procedere a un nuovo riaggiustaggio, per non provocare oscillazioni parassite. Ciò si giustifica dal sem-

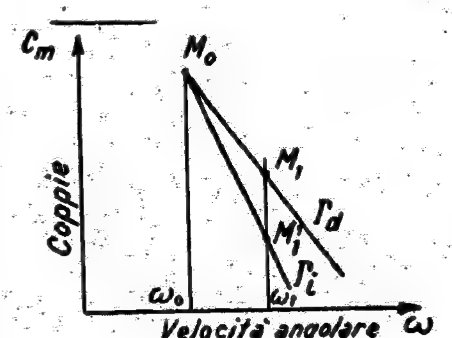


Fig. 24.

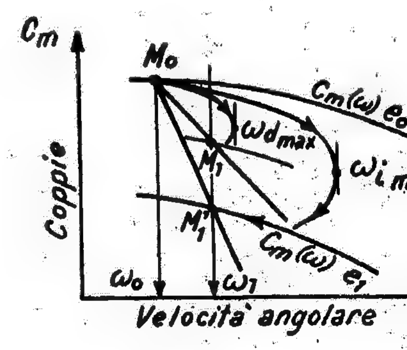


Fig. 25.

plice esempio seguente: Consideriamo due gruppi identici, l'uno a regolatore diretto, l'altro a regolatore indiretto. L'ipotesi d'identità può sembrare anormale. Tuttavia, succede che certi motori a gas a regolatore diretto abbiano costanti d'accoppiamento dello stesso ordine di quelle di certe turbine ad asse verticale di vecchio tipo. Supponiamo che la rete elettrica alimentata dai due gruppi in parallelo subisca una riduzione di carico del 25 % durante un regime di marcia a pieno carico. Come abbiamo detto, il regolatore indiretto in grazia al suo potente servomotore, che può rapidamente modificare l'ammissione, prende a suo carico la quasi totalità della modificazione d'ammissione necessaria; il gruppo ch'esso comanda raggiunge una velocità istantanea massima $\omega_{i\,max}$

poi torna verso una nuova velocità di regime ω_1. Nel frattempo il regolatore diretto non s'è spostato che debolmente (equilibrio raggiunto in M_1) il punto figurativo restando sempre prossimo alla caratteristica statica. Così, in un istante determinato, le velocità dei due gruppi sono molto differenti $\omega_{d\max}$ e $\omega_{i\max}$; quella del gruppo a regolatore indiretto potendo raggiungere il massimo corrispondente alla riduzione di carico del 50 %, nel mentre tale riduzione per l'insieme dei due gruppi non è che del 25 % (fig. 25).

Molti autori, forse senza rendersene conto, suppongono implicitamento che, durante la perturbazione, le due macchine siano rigidamente collegate. Ciò non è vero; tutt'al più, allorchè s'abbia accoppiamento elettrico per mezzo di macchine elettrogene in parallelo, circolano da un indotto all'altro correnti funzioni delle velocità istantanee, (i flussi restando costanti) che tendono a mantenere i due gruppi in sincronismo. Perciò queste correnti sono chiamate, se sono alternate, correnti sincronizzanti. La loro forma è del resto molto complessa e il loro studio non troverebbe posto in queste note. Sotto quale aspetto può manifestarsi la perturbazione suddetta? Sotto forma elettrica evidentemente, ma convertibile sotto forma meccanica. La perdita di carico brusca, la rottura d'una linea di un fascio di linee in parallelo, la deficienza brusca d'una delle sorgenti generatrici d'un insieme produttore, creano tali perturbazioni.

Un corto circuito, per esempio, o un'apertura di circuito si traduce dapprima in fenomeni elettromagnetici e elettrostatici sovente energeticamente poco importanti, ma che costituiscono, per così dire, l'avanguardia della perturbazione elettromeccanica, la quale influenza le centrali. Dopo un certo tempo più o meno lungo e che non sorpassa in generale due o tre secondi, se lo squilibrio energetico sussiste, le velocità si modificano nelle centrali, e allora prendono origine sui gruppi i regimi transitori che si traducono in ultima analisi nell'intervento dei regolatori.

6. - Trasmissione d'energia in regime perturbato.

Il regime permanente può essere rotto da diverse circostanze e particolarmente da una modificazione di carico o, al limite, da un corto circuito o dalla messa fuori circuito della rete all'estremità della linea. Quest'eventualità è prevista e su tutte le reti ben studiate i fenomeni appaiono nel modo che segue. Dapprima si manifesta un insieme di perturbazioni oscillatorie, abbastanza complesse, all'estremità della linea, oscillazioni che attraversano i trasformatori abbassatori, percorrono la linea di trasmissione, attraversano trasformatori elevatori per raggiungere le macchine della centrale, dopo aver perduto gran parte della loro intensità in seguito a riflessioni e rifrazioni successive. Successivamente appare una serie d'onde a carattere molto più energico che ora vogliamo classificare. Consideriamo un corto circuito più o meno violento che si verifichi all'estremità dalla linea; a questo corto circuito corrisponderà un periodo transitorio con corrente di forte intensità, l'azione della quale si farà risentire, in principio, solo sui circuiti ferromagnetici e, per l'inerzia magnetica del ferro, solo sul flusso disperso.

A queste variazioni di flusso corrispondono richiami di corrente sul circuito primario. Gli sfasamenti fra tensioni e intensità fanno sì che a questi richiami di corrente non si accompagnino richiami proporzionali di potenza.

Prendendo un esempio semplice d'un trasformatore posto all'estremità della linea, nel caso che un corto circuito si produca sul secondario, si constata che il fatore di potenza (fino allora industrialmente soddisfacente) si modifica profondamente; lo sfasamento diventa dell'ordine di 90°. Benchè le formole del regime permanente sinusoidale non siano più applicabili senza speciali precauzioni, si concepisce facilmente che la potenza assorbita dal primario, per far fronte a questo corto circuito, non stia alla potenza normale, domandata in precedenza, nello stesso rapporto della corrente di corto circuito alla corrente normale. Il flusso risultante restando costante, anche la tensione primaria assorbita resta all'incirca costante. Nondimeno, il corto circuito si protrae; il flusso risultante è modificato, giacchè la potenza assorbita al primario, dopo essere stata più o meno rinforzata dai richiami d'energia fatti alle autoinduzioni e alle capacità della rete, per mantenersi è forzata di far richiamo alla potenza meccanica dei gruppi della centrale.

Se questi gruppi non possiedono un regolatore ad azione istantanea, come generalmente succede, sono costretti fornire quest'energia di complemento prelevandola sulla loro energia cinetica; diminuiscono la loro velocità fintantochè i regolatori non intervengano a modificare, nella misura necessaria, l'ammissione.

In riassunto, abbiamo a considerare tre nuove fasi, e cioè:

1°) *Primo stadio*: Aumento della potenza consumata dal corto circuito, diminuzione automatica della tensione primaria, (la potenza disponibile costituendo un limite per quest'eccesso di consumo), dunque diminuzione del flusso risultante.

2°) *Secondo stadio*: Prelevamento d'energia cinetica dai gruppi. Se questi rimangono accoppiati, le domande d'energia cinetica rispettive fatte ai diversi gruppi sono evidentemente proporzionali, per deboli variazioni di velocità, all'energie cinetiche di questi gruppi alla velocità normale. Ma il fenomeno è ancora più complesso. Nel caso di centrali o di gruppi di natura diversa, interconnessi, le macchine elettrogene propriamente dette sarebbero condotte, se fossero accoppiate a motori infinitamente docili, a fornire o assorbire potenze elettromagnetiche proporzionali alle loro potenze sincronizzanti rispettive. Invece, in pratica, i gruppi non potranno fornire o assorbire che le energie dette *di punta* proporzionali alle energie cinetiche rispettive.

Da ciò risulta dunque, una specie di squilibrio fra la macchina elettrica e il suo motore, giacchè si domandano a questi due elementi compiti disparati.

A parità di ogni altra condizione (specialmente per i gruppi di potenza e costituzione differenti) questo squilibrio può essere evitato se le energie cinetiche di regime W_0 sono proporzionali alle potenze normali P_N. In altre parole i fattori di smorzamento così definiti

$$\frac{W_0}{P_N} = \tau$$

$$\frac{W_0'}{P_N} = \tau'$$

devono essere gli stessi per tutti i gruppi. Se ciò non fosse avremmo oscillazioni elettromagnetiche di gruppo in gruppo e conseguenze sovente increscìose.

3°) *Terzo stadio*: Funzionamento propriamento detto dei regolatori di potenza più o meno strettamente combinati al funzionamento dei regolatori di tensione. Questo stadio è classico e non sarà esaminato che molto rapidamente.

Abbiamo visto più sopra quali siano le differenze d'attitudine e di funzione in caso di perturbazione brusca fra un gruppo a regolatore indiretto e un gruppo a regolazione indiretta.

Per fissare le idee e semplificare il ragionamento, immaginiamo di avere due gruppi della stesa potenza e dello stesso fattore di smorzamento, di cui l'uno provvisto d'un regolatore diretto e l'altro d'un regolatore indiretto.

Immaginiamo infine (sempre per semplificare) che le sensibilità dei regolatori dei due gruppi siano le stesse; e più semplicemente che i regolatori siano infinitamente sensibili. A perturbazione terminata, visto che gli statismi dei due gruppi sono generalmente differenti, il gruppo a regolatore indiretto s'avvicinerà molto più all'isocronismo del gruppo a regolatore diretto e, supponendo che i carichi iniziali delle due macchine fossero uguali, questi carichi non lo saranno più a perturbazione passata. Bisognerà dunque agire, per ristabilire l'equilibrio, sull'organo appropriato; per esempio sulla molla del regolatore. Si sposteranno così le due caratteristiche nel piano, o una sola, secondo le circostanze.

Questa regolazione può essere ottenuta automaticamente; per esempio vincolando gli organi dei regolatori a dei dispositivi wattmetrici sensibili alle potenze di ciascuna macchina e che ritornino allo zero (sotto l'azione d'avvolgimenti antagonisti) solamente se queste due potenze sono uguali.

Tuttavia, questa regolazione, in una centrale propriamente detta non è che provvisoria giacchè conviene tener conto delle variazioni di carico alle quali le reti devono far fronte, sia nel corso d'una giornata che d'un mese o d'un anno.

Per semplificare questa ripartizione, uno o parecchi gruppi delle centrali in parallelo sono provvisti di regolatori largamente anisocroni, gli altri essendo controllati da regolatori isocroni. In altri termini, le «unità» dette di «regolazione» non avranno che una debole staticità e le altre, incaricate d'assicurare la fornitura di base del diagramma, avranno staticità molto più importanti.

Si vede che nel limite delle tolleranze di variazioni provvisorie di frequenza (caso d'una diminuzione di carico) i gruppi elevano la velocità. La frequenza sarà condotta al suo valore normale per mezzo d'un'azione immediata sui gruppi regolatori ai quali si domanda una correzione rapida e potente di questo valore.

7. - Perturbazione dovuta a una interruzione in linea.

Un'altra eventualità che dobbiamo fronteggiare, malgrado la sua apparenza innocua, è quella della *rottura di una linea di tra-*

smissione d'energia che appartenga ad un fascio di *parecchie linee in parallelo*. Per non citare che un semplice esempio, consideriamo due linee in parallelo identiche sulle quali la potenza da trasmettere si ripartisca ugualmente.

È consuetudine in questi studi di:

1°) Rappresentare la potenza trasmessa all'estremità della linea per mezzo della formola

$$P_r = \frac{U^2 \operatorname{sen} \delta}{z}$$

nella quale U rappresenta la tensione di partenza supposta uguale a quella d'arrivo; δ lo sfasamento fra le tensioni precedenti; infine z l'impedenza del sistema comportante, in realtà, le due arterie in parallelo.

2°) Rappresentare con un'espressione analoga la coppia trasmessa all'estremità ricevente se si suppone che la velocità sia mantenuta costante alle centrali (quest'ipotesi esclude quella del *disinnesto* che implica essa stessa una variazione considerevole di velocità), cioè:

$$C_r = \frac{U^2 \operatorname{sen} \delta}{z}.$$

3°) Rappresentare questa potenza o questa coppia per mezzo d'una sinusoide, le ascisse della quale sono precisamente gli angoli di sfasamento δ.

4°) Ritenere che se la stabilità statica sola è messa in giuoco (variazioni molto lente di regime) sia possibile passare da un punto all'altro senza oscillazioni sensibili, da cui la possibilità d'avvicinarsi quanto si voglia all'angolo $\delta = 90°$.

Se si fa invece appello alla stabilità dinamica (variazioni molto rapide di regime) sorge la necessità di prepararsi un margine di sicurezza fra il regime iniziale e il regime ai 90°, in modo da evitare il *disinnesto*. Infatti, ogni passaggio da un regime all'altro si traduce in oscillazioni di velocità; è necessario che in questo regime transitorio e nel periodo delle oscillazioni non si raggiunga per l'elongazione massima un valore superiore alla potenza massima corrispondente a $\delta = 90°$.

Le oscillazioni essendo inevitabili il regime iniziale deve essere inferiore a quello di 90°, appunto per lasciare questo margine alle oscillazioni senza arrivare al disinnesto.

Beneficiando di quest'ipotesi si vede che se una delle linee si interrompe, l'impedenza del fascio di trasmissione diviene due volte più grande. La sinusoide utilizzata ha allora una *ordinata massima due volte più piccola*. Bisogna dunque che l'intersezione della retta caratteristica della coppia trasmessa (la quale non ha variato con la nuova sinusoide), soddisfi alla condizione sopraddetta. In particolare il vertice di questa sinusoide che rappresenta il nuovo stato di cose dovrà essere superiore al regime iniziale. Cosicchè una linea trasmettente, per esempio, per mezzo delle sue arterie 100000 kW potrà, in caso di rottura di una delle arterie disinserirsi totalmente se lo sfasamento primitivo delle tensioni di arrivo e di partenza era vicino a 90°.

8. - Correnti di circolazione. - Marcia in parallelo di gruppi o centrali.

L'intervento della corrente di circolazione ha una importanza considerevole nella marcia in parallelo; questo funzionamento è stato giustamente paragonato ad un legame elastico avente tendenza a mantenere il sincronismo fra i diversi gruppi associati.

Per arrivare a una perfetta comprensione del fenomeno bisognerà partire dalla nozione della *corrente continua* e generalizzare in seguito i risultati ottenuti al caso delle *correnti alternate*.

Consideriamo per semplificare, due dinamo a corrente continua accoppiate in parallelo e a eccitazione indipendente. Se queste dinamo sono del tutto identiche, ciascuna invia alla rete la metà della corrente principale e in questo caso non si avrà corrente di circolazione.

Invece, se l'una delle macchine, per una stessa eccitazione, gira più velocemente dell'altra; oppure se, per una stessa velocità, questa macchina dispone di una eccitazione più considerevole della seconda, fornirà una potenza più grande, conformemente all'equazioni seguenti:

$$P_1 = E_1 I_1 = E_1 \left(\frac{I_E}{2} + \frac{I_s}{2} \right)$$
$$P_2 = E_2 I_2 = E_2 \left(\frac{I_E}{2} - \frac{I_s}{2} \right) \qquad (9)$$

ove la corrente I_E è quella esterna, (ciascuna delle macchine fornisce $I_E/2$); la macchina 1 fornisce in più una corrente $I_s/2$ che *è assorbita dalla macchina 2 sotto forma di corrente motrice*. Affinchè il funzionamento possa essere permanente, conviene che i motori rispettivi delle due dinamo forniscano potenze meccaniche corrispondenti. Altrimenti si avrà un fenomeno oscillatorio che per ora, non consideriamo.

Si può, dunque chiamare *forza elettromotrice di circolazione*, l'espressione

$$E_1 - E_2 = N_1 n_1 \Phi_1 - N_2 n_2 \Phi_2 = E_s$$

facendo

$$E_1 - U = R_1 I_1$$

e $$E_1 - E_2 = R\,(I_1 - I_2) - R\,I_s.$$

$$E_2 - U = R_2 I_2$$

Essa alimenta il circuito costituito dalle due macchine, da cui la corrente di circolazione:

$$I_s = \frac{E_1 - E_2}{R} = \frac{E_s}{R}$$

ove R è la resistenza del circuito.

La f.e.m. di circolazione E_s può dunque essere considerata come proporzionale alla differenza relativa delle eccitazioni. Potremo quindi esprimere tale f.e.m. in una delle seguenti forme:

$$E_s = E_{ms}\, \delta\omega$$
$$E_s' = E_{ms}\, \delta\phi$$
$$E_s'' = E_{ms}\, (\delta\omega, \delta\phi)$$

ove $\delta\omega$ e $\delta\phi$ sono le variazioni in valore relativo delle velocità e dei flussi.

Invece, se le coppie motrici non sono appropriate a questo stato di cose si ha *fenomeno oscillatorio*, la genesi del quale è la seguente.

Immaginiamo che, in seguito a deficienza d'uno dei motori, la macchina corrispondente contragga un certo ritardo angolare χ per rapporto all'altra. Adottando la forma classica semplificata della coppia motrice d'una macchina a stantuffo per esempio, si trova che l'equazione che caratterizza il movimento oscillatorio, χ posto come ritardo angolare della macchina 2 relativamente alla 1 è:

$$2\tau \frac{d^2\chi}{dt^2} + A \frac{d\chi}{dt} + B \operatorname{sen} \chi = 0$$

(almeno nel caso di piccole oscillazioni); ove:

$$\tau = \frac{W_0}{P_N} \text{ (coefficiente di smorzamento del gruppo),}$$

se W_0 è l'energia cinetica di quest'ultimo alla velocità normale, e P_N è la sua potenza normale; A e B costanti appropriate.

A caratterizza lo smorzamento relativo, sia agli effetti del frenamento per isteresi e correnti di Foucault, nelle macchine elettriche, sia agli effetti della corrente di circolazione.

B rappresenta il fattore moltiplicatore dell'angolo di sfasamento. Si può sostituire infatti a sin χ, l'angolo stesso χ, se si suppone che gli sfasamenti siano piccoli.

In generale, se la causa perturbatrice è suscettibile di smorzamento, il movimento sarà periodico smorzato o aperiodico. Se la causa persiste, un nuovo regime di equilibrio si stabilisce, nel quale una dinamo fornisce sistematicamente una potenza superiore dell'altra.

Uno dei motori a stantuffo fornirà una coppia media più grande dell'altro e l'equilibrio dinamico sarà assicurato da una corrente circolatoria permanente, passante dal gruppo di capacità motrice maggiore a quello di capacità motrice minore.

In particolare, questo equilibrio diverrebbe sistematico se avessimo dei gruppi con motore a stantuffo, le manovelle dei quali fossero poste in una posizione tale da offrire certi angoli le une relativamente alle altre.

Nel caso di *corrente alternata*, il problema è più complesso. Infatti, è necessario tener conto non solo della grandezza delle f.e.m., ma anche delle rispettive fasi di queste.

Se si considerano per semplificare, due macchine (il ragionamento sarebbe lo stesso per un numero qualunque di generatrici) supponendo per un istante che le velocità delle due macchine siano identiche, la f.e.m. sincronizzante è data dalla differenza geometrica delle due f.e.m. La corrente corrispondente risulta a 90° di

questa f.e.m. differenziale. Ne segue che se quest'angolo di sfasamento è piccolo si può ammettere che la corrente di circolazione sia in fase con l'una e con l'altra delle f.e.m.

Questa rappresentazione vettoriale è adottata da molti autori sebbene essa sia alquanto criticabile, giacchè essa si propone di studiare i movimenti relativi di una macchina per rapporto alle altre; non sembra dunque corretto il supporre invariabili le fasi dei vettori corrispondenti.

Alcuni autori, convinti dell'inferiorità di questa rappresentazione, hanno cercato di tener conto di questo mutuo movimento. Essi utilizzano un'equazione pendolare che si potrà trovare in molti testi. Ciò costituisce forse un metodo semplificato per esporre il fenomeno. Tuttavia il metodo è radicalmente errato perchè consiste nel sovrapporre un'ipotesi di variazione angolare a quella precedentemente fatta sullo scarto angolare costante. Niente prova che con ciò si raggiunga il risultato cercato. Questo metodo di ragionamento è altrettanto vizioso di quello che consisterebbe, nella espressione d'una potenza elettrica, nel considerare la tensione e la intensità separatamente e nello scrivere che la potenza media è uguale al prodotto d'una intensità media per una tensione media. La falsità radicale di questa proposizione è nota. La soluzione si avrà dunque partendo da una equazione sicura, tale e quale la meccanica ce l'offre.

Vediamo così che la corrente di circolazione come la coppia corrispondente, comprende due componenti: l'una proporzionale al valore istantaneo dell'angolo di sfasamento χ (abbiamo qui in certo qual modo una specie di raccordo colla teoria classica), l'altra proporzionale alla sua derivata rispetto al tempo $d\chi/dt$. Questa seconda componente è essenziale. Essa esprime che le f.e.m. non sono le stesse se dovute alle differenze di velocità o alle differenze d'eccitazione.

A questa condizione, la corrente di circolazione, o la coppia corrispondente, può essere introdotta nell'equazione generale della dinamica e quest'introduzione ci permetterà d'accedere senz'alcuna difficoltà alla conoscenza del movimento definitivo.

La f.e.m. sincronizzante risulterà dunque uguale alla f.e.m. d'una delle macchine, moltiplicata per la differenza relativa di velocità o di flusso o per la somma di queste due differenze relative se il flusso e la velocità variano contemporaneamente.

9. - Oscillazioni elettromeccaniche consecutive ad una variazione di carico.

Il regime che precede la variazione corrisponde naturalmente ad una situazione stabilita e, per conseguenza, lo sfasamento fra le tensioni di partenza e d'arrivo può essere ritenuto come costante. Se si produce una diminuzione di carico, per quanto già detto, quest'angolo di sfasamento deve modificarsi per potersi adattare al nuovo equilibrio. Si iniziano oscillazioni le quali si estinguono, in generale più o meno rapidamente o che, in seguito a circostanze speciali, possono amplificarsi e provocare la perdita di sincronismo delle centrali.

Qual'è dunque il meccanismo di queste oscillazioni? Darne una spiegazione analitica non è agevole; nell'ipotesi di deboli scarti di carico potremo trovare una formola semplice per rendercene conto.

Questa formola ha origine meccanica. La coppia d'accelerazione angolare conseguente ad una variazione di regime, è naturalmente uguale alla differenza delle coppie motrici e delle coppie resistenti. Come ipotesi di sicurezza, si supporrà che queste coppie variino a salti bruschi. Infatti, i risultati ottenuti, partendo da quest'ipotesi, corrispondono sempre a eventualità più gravi di quelle che si avrebbero considerando le coppie resistenti variabili in corso della perturbazione. Le coppie motrici saranno considerate costanti (se i regolatori non hanno ancora avuto il tempo d'agire) oppure saranno considerate variabili in grazia a questi regolatori, la correzione d'ammissione potendo effettuarsi secondo leggi differenti, cioè, secondo i metodi adottati per la manovra delle valvole. Sempre nell'ipotesi di deboli variazioni nello sfasamento angolare, si arriva ad un'equazione differenziale di secondo ordine completa a coefficienti costanti, da cui risulta:

1°) Che, salvo circostanze eccezionali, il movimento dei gruppi è del tipo pendolare smorzato.

2°) Che il periodo è, per la maggior parte dei gruppi di centrali, dell'ordine di durata di 0,75 a 1,5 secondi, periodo dunque molto più lungo di quello corrispondente alla stessa corrente alternata. Abbiamo dunque ben poche probabilità che si producano risonanze e, in ogni caso, non potranno aver luogo che per le armoniche superiori, le cui ampiezze sono sempre molto piccole.

3°) Che, il nuovo regime si ottiene dopo una durata che non sorpassa i $3 \div 5$ secondi, anche nell'ipotesi che le variazioni di sfasamento siano abbastanza forti da provocare l'intervento dei regolatori.

Per conseguenza, almeno nel caso d'una centrale unica che alimenti una trasmissione d'energia, e fin tanto che questa per misura di sicurezza, sia mantenuta lontana della sua capacità massima di trasmissione, ad una variazione di regime fa seguito nella maggior parte dei casi, un nuovo regime ch'è assunto dalla centrale dopo alcune oscillazioni che non hanno carattere di gravità.

Il problema cambia di aspetto allorchè si tratta di far funzionare in parallelo un certo numero di centrali su una stessa rete di distribuzione. L'incidente classico è quello del corto circuito che si sviluppi nelle vicinanze d'una di queste centrali. Infatti, il corto circuito tende a divenire di più in più inoffensivo quanto maggiormente ci allontaniamo dalla centrale, per il crescere dell'impedenza in gioco.

10. - Interconnessione di centrali e di reti.

Molteplici ragioni militano a favore della sostituzione di una unica centrale con parecchie centrali di potenza minore, in parallelo sulla rete da alimentare. La questione è già stata trattata sovente e noi non ci attarderemo su questo soggetto. Per quanto riguarda la sicurezza dello sfruttamento, è evidente che l'intervento di parecchie centrali, in luogo d'una sola, aumenta questa sicurezza, soprattutto nel caso di deficienza d'uno degli elementi: gli elementi rimasti in servizio si ripartiranno la totalità dell'energia da fornire.

Tuttavia, la marcia in parallelo suppone l'impiego di disposizioni tecniche specialissime e sovente delicate a tal punto, che valorosi elettrotecnici, ancora in questi ultimi anni, si sono manifestati ostili all'impiego dell'interconnessione. Questi argomenti sono rimasti classici. Uno d'essi rimane purtroppo sempre valevole, cioè quello relativo al pericolo che incorre una installazione generatrice di potenza ridotta quando entra a far parte dell'insieme interconnesso, cioè le difficoltà ch'essa trova di proteggersi contro un incidente che sopravvenga in quest'insieme. Nella rete interconnessa, come abbiamo indicato più sopra, un corto circuito prodottosi nelle vicinanze d'una centrale, costituisce per questa un grave pericolo, nel mentre le altre centrali non ne risentono gran danno. Se la centrale accidentata è di debole potenza dovrà far fronte ad un sovraccarico incomparabilmente più grande di quello a cui dovrebbe resistere nel caso fosse sola.

In pratica l'interconnessione presuppone l'impiego di apparecchi protettori sempre più importanti, quando non sia addirittura necessario modificare i quadri di manovra e le bobine di reattanza.

In una parola, il passaggio dalla marcia isolata a quella in parallelo si traduce sempre in spese supplementari considerevoli. La contropartita è da ricercare nell'aumento di continuità nel servizio e sovente (non sempre) nella riduzione del costo dell'energia. In parallelo, potremo domandare alle centrali più antiquate o meno economiche soltanto un funzionamento parziale, limitato ai periodi di assoluta necessità. Infine potremo nel funzionamento in parallelo, ridurre la proporzione del materiale di riserva, in rapporto a quello che dovrebbe essere per tutte le centrali se esse marciassero isolatamente.

Del resto, il termine « interconnessione » congloba un certo numero di concezioni e di modi operatori differenti sui quali sarà bene dare qualche precisazione. Sotto questo nome si designano in primo luogo quei collegamenti generalmente stabiliti alla periferia delle grandi città per collegare tutte le centrali che collaborano al servizio di queste metropoli. Questa cintura si eseguisce comunemente per mezzo di cavi sotterranei ad alta tensione. La tensione di 60000 volt è correntemente impiegata (per es. nella grande interconnessione nei dintorni di Parigi). Oggigiorno si fanno cavi a 150000 e 220000 volt con isolante fluido.

Si designa inoltre con questo stesso termine, la connessione a distanza di centrali termiche o idrauliche. Se l'insieme d'officine termiche è sufficientemente docile esso s'adatta facilmente al compito di livellare la produzione delle centrali idrauliche, onde permettere l'utilizzazione di quantità d'acqua anche infime. Questa soluzione è particolarmente importante per le centrali ad accumulazione o per quelle del Massiccio Centrale in Francia dove non è raro il caso di corsi d'acqua d'origine essenzialmente pluviale caratterizzati da un flusso d'acqua variante nella proporzione di 1 a 5 da un giorno all'altro e in una settimana da 1 a 50. Infine, il collegamento di centrali molto lontane, a regime complementare, oppure d'un gruppo di centrali termiche e idrauliche con un altro gruppo della stessa natura posto in un'altra regione di uno stesso paese, costituisce pure una interconnessione. Così il Nord-Est francese che riceve quantità abbondanti d'energia dalla Svizzera, s'è organizzato per utilizzare tutti i residui d'energia termica prove-

nienti dalle officine metallurgiche. Questi residui, combinati coll'energia idraulica del Reno e di alcune centrali dei Vosgi, sono convogliati ad un imponente sistema di trasmissione, la spina dorsale del quale è costituita dall'antica linea dalla Svizzera alle regioni liberate, linea funzionante successivamente a 50000, 65000, 120000 V. ed ora a 150000 V.

La difficoltà d'impiego dell'energia disponibile nelle officine metallurgiche dipendeva da due cause e precisamente dalla irregolarità di distribuzione nella giornata (giacchè i gas degli altiforni che ne costituiscono la fonte principale erano funzione di un ciclo giornaliero di lavoro) e dal fatto che i motori impiegati erano del tipo a stantuffo con un numero di cilindri ridotto e numerose unità accoppiate in parallelo. Succedeva sovente che l'orientazione delle manovelle dei diversi gruppi fosse mal regolata da cui risultava un *movimento di galoppo* dovuto al carattere d'irregolarità delle coppie motrici e, infine, alle deficienze di regolazione.

Quest'ultimo inconveniente deriva dal fatto che l'introduzione del fluido motore in questi motori non è continua. Ora sovente si presenta il caso che la variazione brusca di carico si verifica per l'appunto nel momento nel quale l'ammissione del gas nel motore non si effettua, il chè crea un tempo morto, poco favorevole alla corretta marcia in parallelo di questo gruppo.

Cosicchè, la maggior parte delle stazioni metallurgiche hanno rinunciato a questo funzionamento, industriandosi ad utilizzare i loro gas d'altoforno o analoghi alla produzione di vapore destinato ad alimentare turbine. E sia detto per incidenza che queste macchine, a coppia costante per ogni giro, hanno un funzionamento in parallelo, incomparabilmente superiore a quello delle macchine a stantuffo.

11. - Interruzione di corti circuiti. - Falsi paralleli.

Per esaminare un caso semplice, ma sufficientemente rappresentativo, consideriamo il caso di due centrali identiche C_1 e C_2 riunite da una linea avente nel mezzo un posto di distribuzione e per materializzare meglio le conseguenze della variazione del carico, supporremo d'aver in questo punto un motore sincrono M (fig. 26).

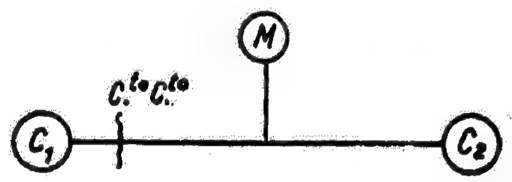


Fig. 26.

In queste condizioni normali, le due centrali si ripartiscono egualmente il carico da assicurare in M. Supponiamo che un corto-circuito si produca nelle vicinanze immediate della centrale C_1 e che i regolatori di tensione funzionino con una precisione sufficiente a mantenere queste tensioni costanti in ogni evenienza.

In queste condizioni, il diagramma primitivo comportava uno stesso angolo di fase per ciascuna delle stazioni generatrici relativamente alla tensione in C_2. Avvenuto il corto-circuito, la centrale C_1 alimenta soltanto questo corto-circuito; la centrale C_2 continua ad assicurare il servizio in M, dunque essa fornisce già una potenza doppia dell'iniziale e in più, fornisce un supplemento di potenza corrispondente all'alimentazione lontana del corto-circuito. Dopo le abituali oscillazioni, il diagramma si trasforma, l'angolo di fase di C_1 diviene molto più piccolo, quello di C_2 aumenta sensibilmente. Il regime di corto-circuito può mantenersi fino a tanto che gli apparechi di sicurezza da una parte e i regolatori dall'altra, sopportano questi carichi dissimmetrici. Se il corto-circuito è poco intenso e il regime poco caricato, la situazione può protrarsi molto a lungo. Nel caso contrario, il corto circuito è interrotto più o meno rapidamente e in questo caso, le due stazioni tendono a riprendere i loro carichi iniziali cioè il loro funzionamento tende a essere nuovamente rappresentato dal diagramma iniziale. Ora, questo passaggio deve effettuarsi per mezzo d'oscillazioni che possono assumere un carattere molto grave.

Le equazioni d'equilibrio dinamico nelle quali s'introdurranno sempre, per ragioni di sicurezza, i valori finali delle coppie resistenti, si scrivono facilmente. Esse mettono in evidenza (equazioni differenziali di secondo ordine) l'angolo di sfasamento istantaneo della tensione in rapporto al suo valore di partenza (diagramma prima della rottura del corto-circuito).

Sottraendo l'una dall'altra quest'equazioni, si mettono in evidenza i due angoli interessati; cioè, la variazione istantanea delle due tensioni delle centrali.

L'equazione ottenuta permette dunque si seguire questa variazione, di constatare se (eventualità talvolta possibile) quest'angolo aumenti fino ad arrivare al distacco d'una delle centrali per rapporto all'altra.

Quest'eventualità di distacco corrisponde a condizioni fisiche molto ben definite; è stato dimostrato che dopo tali aperture del corto-circuito, le due centrali, fuori di sincronismo, potevano passare all'apposizione di fase in mezzo secondo.

È necessario osservare che in quest'equazioni, le correzioni di ammissione intervengono forzatamente per i due sistemi di gruppi. In generale, l'ammissione crescerà per C_1 e decrescerà per C_2; sottraendo le due equazioni, i due termini correttivi si sommeranno. In particolare, se i tempi di chiusura dei regolatori sono gli stessi, la correzione d'ammissione s'effettuerà sotto forma equivalente ad un regolatore unico per cui il tempo di chiusura fosse due volte più piccolo.

Dello stesso ordine è il problema detto del *falso accoppiamento in parallelo*. Ad una centrale o ad un gruppo di centrali lavoranti in parallelo su una rete, si desidera aggiungere una nuova unità. Per procedimento classico, quest'ultima è condotta a girare alla stessa velocità di quella del gruppo in azione. Allorchè riteniamo di avere una concordanza di fase sufficientemente precisa, si chiude l'interrutore e il nuovo gruppo è accoppiato agli altri. Se la discordanza di fase è eccessiva abbiamo un falso accoppiamento in parallelo. Questo problema rientra dunque nell'ordine del precedente. Il gruppo da inserire può essere considerato come marciante già sopra un'impedenza estremamente grande, nel mentre, il gruppo 1 del problema precedente lavorava su corto-circuito. Il falso accoppiamento in parallelo può tradursi in una messa in opposizione quasi immediata dei gruppi interessati.

NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE

Movimento delle Società Elettriche

BILANCI E DIVIDENDI.

S. An. Unione Esercizi Elettrici — Roma — Cap. L. 154.000.000.
Il bilancio si chiude con l'utile netto di L. 6.574.594 (dopo aver passato ad ammortamenti L. 19.000.000) consentendo il dividendo di L. 0,65 per ciascuna delle vecchie azioni e L. 0,25 per ciascuna delle nuove.

Soc. Elettro Ferroviaria Italiana — Roma — Cap. L. 18.000.000.
Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 418.972 permettendo il dividendo di L. 8 per ogni azione di L. 200.

Soc. Elettrica Interprovinciale — Venezia — Cap. L. 50.000.000.
Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 5.125.777 che permette il dividendo di L. 4,80 per ogni azione dal L. 60.

Unione Italiana Tramways Elettrici — Genova — Capitale L. 10 milioni.
Chiude il bilancio distribuendo un dividendo di L. 40 per ciascuna azione da L. 500.

Soc. Elettrica del Veneto Centrale — Padova — Cap. L. 14.000.000.
Chiude il bilancio coll'utile netto di L. 1.215.976 che permette il dividendo di L. 8 per azione di L. 100.

Soc. Bellunese per l'Industria Elettrica — Venezia — Capitale L. 4.000.000.
Nel secondo semestre del 1934 realizzò l'utile di L. 124.579 che permise il dividendo di L. 3 per ogni azione da L. 100.

Soc. Laziale di Elettricità — Roma — Capitale L. 37.500.000.
Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 2.686.082 che permette il dividendo di L. 8,75 per ogni azione da L. 125.

Soc. Jonica di Elettricità — Taranto — Capitale L. 2.100.000.
Chiude il bilancio con l'utile di L. 155.125 che permette il dividendo di L. 60 per ogni azione da L. 500.

Officine Elettriche dell'Isonzo - Soc. An. — Trieste — Capitale L. 12.000.000.
Chiude con l'utile netto di L. 839.009 che permette il dividendo di L. 7,20 per azione da L. 120.

Forza Elettrica Valeggio sul Mincio — Verona — Cap. L. 3 milioni.
Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 73.661 che permette il dividendo di L. 3,50 per le sole azioni privilegiate da L. 100.

Società Friulana d'Elettricità — Udine — Capitale L. 25.000.000.
Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 1.845.564 che permette il dividendo di L. 32,50 per ogni azione da L. 100.

Soc. Generale Elettrica Napoletana — Napoli — Capitale L. 42 milioni.
Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 7.311.761 col dividendo di L. 20 per azione da L. 400.

Soc. Ital. Radio Marittima — Roma — Capitale L. 7.000.000.
Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 268.343 col dividendo

di L. 25 per azione da L. 500 serie A, e L. 12 per azione da L. 500 serie B.

Soc. Idroelettrica dell'Isarco — Milano — Cap. L. 150.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 8.450.153 che permise il dividendo del 5 % al capitale sociale, mandando alla riserva L. 422.507.

Soc. Impianti Elettrici e Telefonici Sistema Ericsson — Roma — Capitale L. 7.000.000.

Chiude il bilancio coll'utile netto di L. 654.684 fissando il dividendo in L. 80 per ciascuna azione da L. 1000.

Soc. Idroelettrica Val Brenta — Bassano del Grappa — Capitale L. 12.500.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 727.408 che permette il dividendo di L. 6 per azione da L. 100.

Soc. per distribuzione di energia elettrica «Ovesticino» — Novara — Capitale L. 120.000.000.

Chiuse il bilancio con l'utile netto di L. 10.340.693 che permise il dividendo di L. 40 per azione da L. 500.

Imprese Idrauliche ed Elettriche del Tirso — Roma — Capitale L. 67.500.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 12.878 che viene mandato a conto nuovo.

Società Elettrica di Valle Meria — Mandello Lario — Capitale L. 1.400.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 105.287 col dividendo di L. 24 per ogni azione da L. 400.

Officine Elettromeccaniche Scarpa e Magnano — Savona — Capitale L. 3.200.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L.370.558 col dividendo di L. 50 per ogni azione da L. 500.

Ferrovie Elettriche Riunite — Casale Monferrato — Capitale L. 1.500.000.

Chiude il bilancio con la perdita di L. 180.984.

Soc. Elettrica Alto Sangro — Roma — Cap. L. 1.500.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 69.732 che permette il dividendo di L. 20 per azione da L. 500.

Soc. Elettrica Valdostana — Torino — Cap. L. 1.600.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 63.75 col dividendo di L. 3,50 per azione da L. 100.

Soc. Veneta Elettroindustria e di Metallizzazione — Trieste — Capitale L. 1.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 170.367 col dividendo di L. 50 per azione di L. 500.

Fabbrica Lampadine Elettriche — Trieste — Cap. L. 500.000.

Chiude il bilancio con la perdita di L. 123.394.

Soc. Elettrica Sarda — Roma — Capitale L. 150.000.000.

Chiuse il bilancio con l'utile netto di L. 64.823 che viene mandato a conto nuovo.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. An. Veneta Impianti Elettrici — Asolo.

Riduce il capitale da L. 3.000.000 a L. 1.800.000 riducendo il valore nominale delle azioni da L. 100 a L. 60.

COSTITUZIONE E SCIOGLIMENTO DI SOCIETÀ.

Società An. «Eline» Elettrificazioni Industriali ed Agricole — Milano.

Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

Soc. An. Idroelettrica Bobbia — Introbio.

Si è costituita detta Soc. An. col capitale di L. 100.000 in azioni da L. 100 ciascuna.

* *

Rassegna economica del mese di aprile.

Numerosi avvenimenti politici di grande importanza si sono maturati dopo la pubblicazione delle precedenti Note.

La Conferenza di Stresa non ha deluso le aspettative che i popoli avevano in essa riposto. La solidarietà che si è concretata e nettamente affermata fra le tre nazioni ex alleate, Italia, Francia e Inghilterra ha posto una pietra fondamentale per la ricostruzione europea e un baluardo indubbiamente valido contro ogni velleità di avventura che possa essere nutrita da qualche Paese.

Tale solidarietà è resa anche più efficiente dalla cordiale adesione che alle direttive deliberate a Stresa hanno dato i Paesi costituenti il blocco della Piccola Intesa. Non si sbaglia asserendo che l'atteggiamento di baldanzosa autonomia assunto dalla Germania rivelando in maniera inequivocabile da quale parte può venire la minaccia alla pace e alla tranquillità delle altre Nazioni, ha contribuito più di ogni altra cosa a rinnovare un senso di solidarietà europea che pareva smarrito.

Una prima manifestazione dei risultati raggiunti a Stresa si è avuta in occasione del voto di riprovazione emesso dalla Società delle Nazioni contro la Germania per la sua iniziativa di riarmo unilaterale. Il voto, appoggiato energicamente dalle tre grandi Potenze, ha riscosso l'unanimità delle adesioni ed è suonato indubbiamente ammonitore agli orecchi tedeschi, anche se a Berlino si affetta al riguardo una grande indifferenza o ci si atteggia a vittime innocenti e sdegnate.

La Società delle Nazioni ha poi proceduto alla costituzione di un Comitato incaricato di studiare le sanzioni che sarebbero da prendere contro chi violasse nuovamente in avvenire uno dei Trattati conclusi e firmati.

Ulteriori evoluzioni della situazione di allarme creata dall'atteggiamento tedesco si sono avute nell'acceleramento impresso alla conclusione del Patto franco-russo di mutua assistenza. Ogni cura è stata posta nell'armonizzare il nuovo Patto con quello di Locarno e colla disposizione della Lega dele Nazioni. Per quanto circondato da molte precauzioni, il Patto può assumere in determinate circostanze una importanza di primo ordine. Esso ha suscitato grande irritazione a Berlino dove l'animosità contro la U.R.S.S. è ben lungi dall'essere spenta. È tuttavia interessante osservare come la profonda rivalità politica non turbi i rapporti economici. Infatti proprio in questo periodo si sono conclusi i lunghi negoziati pendenti fra Berlino e Mosca per un accordo commerciale. Esso fra l'altro contempla la concessione di un credito di 200 milioni di marchi oro al 2 % per la durata di due anni da parte di un Consorzio di banche tedesche al Governo di Mosca per il pagamento delle ordinazioni russe all'industria tedesca; il che è perlomeno strano data l'estrema tensione dei rapporti politici.

Due punti incerti rimangono nella situazione che abbiamo tratteggiato di rinfrancata solidarietà europea di contro alla minaccia tedesca; ma si direbbe che la Germania colla sua solita inabilità politica si studi di eliminarli nel modo più persuasivo ed efficace. Uno era costituito dalla Polonia la quale, appoggiandosi al noto accordo tedesco-polacco di non aggressione è sempre stata restia ad assumere alcun impegno e pareva ritenersi per suo conto tranquilla; le violenze naziste a Danzica e la accesa propaganda in Pomerania hanno turbato l'idilio e Varsavia comincia a dimostrare di formarsi una idea alquanto diversa del buon vicinato tedesco!

D'altra parte l'opinione pubblica inglese pur approvando in linea di massima l'adesione alle deliberazioni di Stresa, conservava una certa ripugnanza agli armamenti e un certo atteggiamento benevolo verso la Germania. Ed ecco la notizia del riarmo sul mare, della costruzione di sottomarini, dell'enorme sviluppo dell'aviazione tedesca, venire a scuotere nei suoi punti più sensibili l'animo inglese e ad allarmare nel modo più efficace il patriottismo britannico!

Prende così consistenza anche il Patto aereo per il quale le trattative continuano specialmente fra Roma e Parigi e che probabilmente verrà esteso ad altri Paesi.

Tutto il male non viene per nuocere; e il pericolo tedesco ha indirettamente giovato a facilitare la composizione o almeno ad avviare su vie più favorevoli una quantità di altre questioni pur esse importantissime. Tale è il caso ad esempio della sistemazione del bacino danubiano, per la quale sussistono oggi indubbiamente condizioni assai più favorevoli che pel passato specialmente pel mutato atteggiamento della Piccola Intesa.

In questo agitato mare europeo resta ancora la speranza che la Germania posta davanti a tutta la gravità della sua attuale azione internazionale riveda efficacemente i propri atteggiamenti e si decida realmente a rientrare nel concerto delle Nazioni civili dove indubbiamente essa potrebbe trovare oggi una più larga comprensione di quelli che possano essere i suoi reali bisogni e le sue giustificate richieste.

*

L'attività internazionale dell'Italia, oltre a partecipare alle grandi manovre direttive politiche europee a cui abbiamo accennato, si è anche esplicata in numerose altre occasioni.

Particolarmente interessante sotto l'aspetto economico è l'inaugurazione avvenuta dell'Ufficio doganale ungherese istituito nel porto di Fiume. La cerimonia ha assunto un carattere di solennità per la partecipazione del Ministro ungherese delle Finanze e di molte Autorità. È questo l'unico ufficio del genere creato dal Governo ungherese in una città di mare. Si inizia così l'attuazione effettiva di quanto è stabilito nella Convenzione italo-magiara per il traffico ungherese di transito attraverso il porto di Fiume. I vantaggi economici potranno essere tutt'altro che trascurabili per il nostro porto, che, come è noto, ha sempre rappresentato lo sbocco naturale a mare dell'Ungheria.

Prosegue così quella direttiva di solidarietà politica ed economica fra l'Italia e le due Nazioni danubiane, Austria e Ungheria, che forma uno dei cardini della nostra azione di ricostruzione europea. Esso è stato confermato anche nella riunione tenuta a Venezia dai Ministri degli Esteri italiano, austriaco e ungherese in preparazione della grande conferenza prevista dagli accordi di Stresa.

A Venezia si sono ampiamente discusse le principali questioni che interessano i tre Paesi in questo grave momento ed è confortevole rilevare come il comunicato ufficiale abbia potuto affermare il completo accordo riscontrato su tutti i punti.

La riunione di Venezia era poi stata preceduta da una visita all'On. Mussolini da parte del Vice Cancelliere austriaco, principe

Starhenberg, nella quale pure si erano effettuati importanti scambi di idee.

La rinfrancata amicizia italo-francese si è ampiamente manifestata durante il viaggio in Italia degli ex-combattenti francesi, che ha dato luogo a grandi manifesazioni di simpatia e di cordialità le quali hanno trovato larga eco oltr'Alpe.

Ricordiamo ancora il grande Congresso internazionale dell'industria cotoniera tenuto a Roma colla partecipazione di 21 Nazioni. Essa ha destato un grande interesse data l'importanza che riveste in tutto il mondo civile la industria della produzione e della lavorazione del cotone non ostante la grave crisi che tale industria attraversa attualmente. Solo per l'Italia essa rappresenta una importazione di 800 milioni di lire ed una esportazione di 550 milioni.

*

Si sono andate intensificando le trattative con diversi Stati esportatori di merci in Italia, in seguito ai noti provvedimenti per la protezione del nostro commercio estero.

Le trattative italo-inglesi sono ormai a buon punto e si ritiene prossima la firma dell'accordo commerciale conclusivo.

Più laboriose si presentano le trattative colla Polonia cominciate già dai primi giorni del mese di aprile e non ancora arrivate a conclusione. I rapporti commerciali italo-polacchi oltrechè importanti come quantità sono anche complicati da considerazioni particolari relative a grandi impianti industriali eseguiti in Polonia da italiani e dalla esistenza di accordi speciali relativi a rifornimenti di materie prime di grande importanza (combustibili, ecc.). Si confida tuttavia che lo spirito amichevole che informa le due delegazioni e le cordialità delle relazioni generali fra i due Paesi, varranno a superare tutte le difficoltà di carattere tecnico e a condurre ad un accordo soddisfacente.

Sono state anche iniziate le trattative con alcuni Paesi nordici. Colla Danimarca sono in corso da tempo scambi di vedute attraverso le rispettive rappresentanze diplomatiche e consolari. Colla Svezia proseguono le trattative colla speciale Missione inviata a Roma. Noi abbiamo colla Svezia uno squilibrio commerciale di 50 milioni di lire all'anno circa; le importazioni dalla Svezia in Italia ammontano a 100 milioni di lire annui, rappresentati in gran parte (60 milioni) da cellulosa, mentre le nostre esportazioni in Svezia rappresentano soltanto 50 milioni di lire; esse sono certamente suscettibili di incrementarsi fortemente.

Più recentemente è giunta a Roma anche una Delegazione norvegese colla quale si sono iniziate le trattative. Nel 1934 la bilancia commerciale italo-norvegese è stata passiva a nostro danno per circa 28 milioni di lire, come differenza di 57 milioni di lire di importazioni dalla Norvegia contro a 29 milioni di lire di esportazioni italiane in Norvegia; noi importiamo specialmente prodotti della pesca.

Le trattative colla Cecoslovacchia sono state condotte a buon punto e si attendono soltanto le decisioni del Governo di Praga su alcune questioni particolari.

A compimento sono stati portati gli accordi col Belgio. L'accordo si basa su un concetto di clearing in modo che gli scambi di merci fra i due Paesi avvengano senza effettivo sborso di divise e quindi senza pesare sulla situazione monetaria rispettiva. La bilancia italo-belga è fortemente passiva a nostro danno: nel 1934 abbiamo avuto uno squilibrio di 173 milioni di lire. Ne segue naturalmente che l'accordo di cui si è detto limita le esportazioni belghe in Italia; si è tenuto conto dei bisogni dei rispettivi mercati nel fissare le percentuali di riduzione delle varie categorie di prodotti. Si è anche tenuto conto adeguatamente della recentissima svalutazione del franco belga. In base al nuovo accordo commerciale si ha notizia di un primo importante contratto fra industrie belghe e italiane per la fornitura di 400.000 tonnellate di carbone.

Le maggiori voci delle nostre esportazioni verso il Belgio sono rappresentate da prodotti vegetali (40 milioni di franchi nel 1934), prodotti minerari (15 milioni di franchi), prodotti delle industrie alimentari (35 milioni di franchi), delle industrie tessili (27 milioni di franchi), dell'industria della gomma (13 milioni di franchi), automobili (6 milioni di franchi), macchine e prodotti meccanici (6 milioni), ecc. Le importazioni dal Belgio sono invece costituite principalmente da metalli (82 milioni di franchi nel 1934), vetro (13 milioni di franchi), prodotti animali (62 milioni di franchi), prodotti alimentari (22 milioni), ecc.

Nel 1933 le esportazioni italiane in Belgio avevano rappresentato un valore di 189 milioni di franchi e le importazioni dal Belgio un valore di 350 milioni di franchi, lasciando uno scoperto di 161 milioni di franchi circa.

Nel 1934 entrambi le voci si sono contratte: le esportazioni in Belgio sono scese a 162 milioni di franchi e le importazioni dal Belgio a 335 milioni; il deficit commerciale a nostro danno è quindi salito a 173 milioni di franchi belga.

Le trattative continuano molto attive anche colla Francia. La visita in Italia del Ministro francese del commercio ha giovato ad un diretto scambio di idee. Si è dapprima arrivati ad un accordo provvisorio valevole fino al 30 giugno prossimo. Successivamente si è stipulato un accordo mediante il quale la percentuale dell'80 % rispetto al 1934 concessa come contingentamento alle importazioni dalla Francia è prorogata per 12 mesi. L'accordo prevede anche lo integramento dei contingentamenti di certe particolari voci e la soppressione di tasse discriminatorie che colpivano alcuni prodotti francesi. Da parte francese sono pure stati concessi alcuni aumenti nei contingentamenti precedentemente fissati specialmente per prodotti agricoli. Sono stati stipulati colla Francia importanti contratti per i rifornimenti granari del nostro Paese; a tale scopo il Ministero dell'Agricoltura francese rilascerà le licenze di esportazione di grano agli agricoltori francesi soltanto per le spedizioni riguardanti l'Italia.

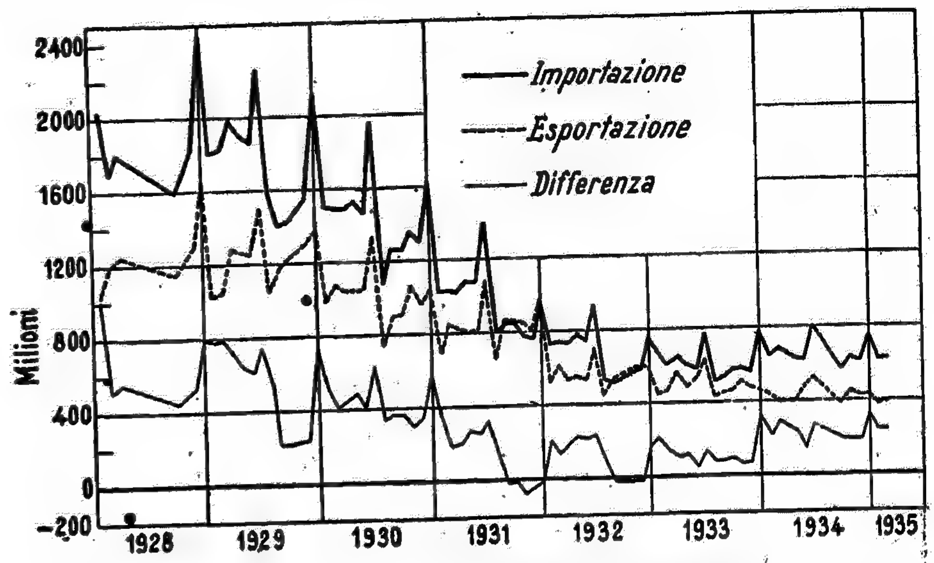


Fig. 1. — Andamento della bilancia commerciale italiana all'estero.

Non hanno ancora trovato una sistemazione conveniente i rapporti commerciali colla Germania, turbati dai provvedimenti restrittivi del Governo tedesco come abbiamo più volte accennato. La bilancia commerciale italo-tedesca è andata costantemente peggiorando dopo il 1928.

Anche colla Russia le nostre correnti di scambio sono in diminuzione. Secondo statistiche di Mosca il volume degli scambi esteri della U.R.S.S. si è contratto dallo scorso anno da 843 a 651 milioni di rubli. Nei riguardi dell'Italia gli scambi sono passati da 33,1 milioni di rubli nel 1933 a circa 30,8 milioni di rubli nel 1934; le esportazioni russe in Italia sono diminuite da 22,9 a 19 milioni di rubli mentre le esportazioni italiane nella U.R.S.S. sono scese da 16,9 a 11,8 milioni; cosicchè il deficit commerciale a nostro danno è salito da 5,3 a 7,2 milioni di rubli nel 1934.

La nostra bilancia commerciale continua a peggiorare e ciò specialmente per il grave contrarsi del valore delle esportazioni.

Infatti nel mese di marzo ora decorso il valore totale delle merci importate è stato di 668 milioni circa mentre le esportazioni sono arrivate soltanto a 394 milioni, lasciando così un deficit di circa 274 milioni di lire nel mese. Nel marzo 1934 le importazioni erano state appena superiori (678 milioni di lire) ma le esportazioni erano arrivate a 457 milioni cosicchè il deficit si era limitato a 221 milioni di lire.

Complessivamente nel primo trimestre dell'anno in corso si sono arrivate soltanto a 394 milioni, lasciando così un deficit di esportazioni, contro a 2006 miliani e a 1273 milioni di lire rispettivamente nello stesso periodo del 1934. Quindi il disavanzo commerciale, che era stato di 734 milioni nel primo trimestre dello scorso anno, è arrivato quest'anno a 753 milioni di lire.

*

L'andamento del bilancio delo Stato continua a presentare chiari sintomi di un miglioramento intrinseco nei riguardi del precedente esercizio finanziario. Bisogna tuttavia ricordare che al fenomeno ordinario dello sviluppo delle entrate e delle spese si sovrappone quest'anno il fenomeno, di carattere nettamente straordinario, dipendente dalla situazione delle nostre Colonie dell'Africa orientale e dalle misure di natura militare che il Governo opportunamente prende a difesa del nostro diritto e del nostro prestigio in quelle regioni.

Ogni giudizio fondato circa la situazione delle finanze statali, specialmente quale indice della situazione economica generale del Paese, deve naturalmente sceverare i due ordini di fatti e, senza dimenticare l'importanza contingente del fenomeno transitorio, portare la sua considerazione su quello permanente che solo permette di trarre, sia pur cautamente, previsioni su quelli che saranno gli sviluppi futuri della situazione economica.

Considerando con questi criteri il Conto del Tesoro pel mese di marzo vediamo che in esso risultano accertamenti di entrate nella parte effettiva del bilancio per 1562 milioni di lire mentre, prescindendo dalle spese riguardanti i provvedimenti per l'Africa orientale, gli impegni di spesa sono state di 1650 milioni di lire; il disavanzo per la parte di bilancio di carattere ordinario sarebbe dunque stato di 190 milioni di lire. Nel mese di marzo dello scorso anno si avevano invece avuti 1513 milioni di entrate effettive di contro a 1808 milioni di impegni di spese, lasciando quindi un disavanzo mensile di 295 milioni di lire, assai superiore a quello verificatosi nel corrente anno.

Sul bilancio del marzo 1935 hanno però gravato in misura molto sensibile i provvedimenti eccezionali a cui abbiamo accennato tanto che gli impegni totali di spesa sono arrivati effettivamente a 1924 milioni lasciando quindi un disavanzo effettivo di 362 milioni.

Alla fine di marzo perciò il disavanzo totale della parte effettiva del bilancio risultava di 1397 milioni non tenendo conto degli impegni per l'Africa orientale, e di 1772 milioni considerando anche questi. Nell'esercizio precedente, alla stessa data il deficit di esercizio arrivava a ben 3222 milioni di lire.

La categoria del movimento capitali presenta, per la parte normale, alla fine del nono mese di esercizio una differenza passiva di 75 milioni di lire, che porta il disavanzo di esercizio a 1472 milioni. Tenendo conto del risultato dell'operazione straordinaria dell'emissione dei Buoni novennali, tale disavanzo si riduce però, nella situazione finanziaria complessiva, a soli 73 milioni di lire.

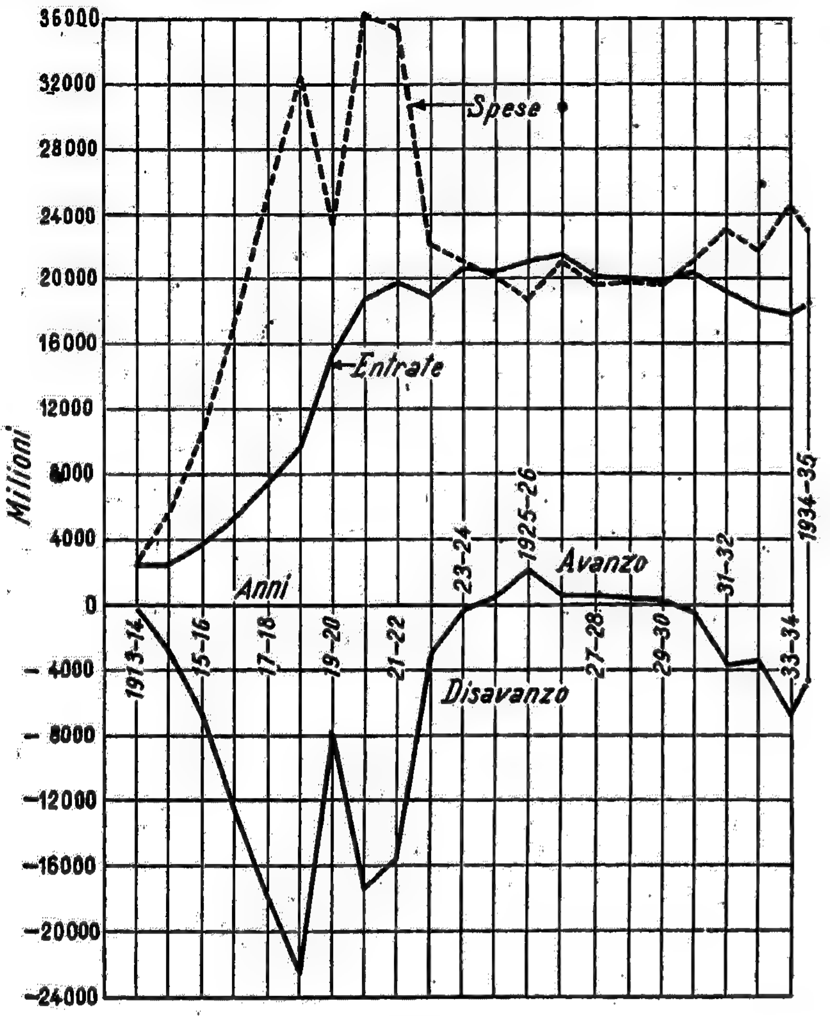


Fig. 2. — Andamento del bilancio dello Stato nell'ultimo ventennio.

La situazione di cassa presentava al 31 marzo un fondo disponibile e immediatamente spendibile di 1298 milioni di lire, di cui 1141 milioni in conto corrente presso la Banca d'Italia.

Un certo aumento si è verificato nel mese di marzo nella circolazione bancaria che è salita a 12.894 milioni di lire.

Il Consiglio dei Ministri ha tenuto una riunione nella quale sono stati presi numerosi provvedimenti alcuni dei quali di carattere economico e finanziario. Fra essi si notano alcune disposizioni relative alla temporanea importazione di merci diverse; un decreto-legge che autorizza una ulteriore spesa di 30 milioni di lire per lavori urgenti di completamento di opere straordinarie, in gran parte di carattere militare; un provvedimento a favore della bachicoltura, ecc.

È stato poi anche approvato un disegno di legge per la proroga delle norme per facilitare la fusione di Società commerciali e la emissione di azioni privilegiate. Col 30 giugno prossimo sarebbero infatti venuti a scadenza i decreti 13 febbraio 1930 e 13 novembre 1931 riguardanti appunto le operazioni di concentrazione di aziende produttrici; tali decreti si sono dimostrati molto efficaci nel promuovere il rafforzamento economico degli organismi industriali, tanto necessario nei difficili momenti attuali.

*

Un andamento molto soddisfacente ha presentato durante il mese di marzo l'indice generale della produzione industriale calcolato dal Ministero delle Corporazioni con riferimento al valore 100 per l'anno 1298.

Per la primo volta da molto tempo l'indice è ritornato al di sopra dei valori toccati prima dello scoppiare della crisi economica. Infatti esso ha raggiunto nel mese di marzo il valore 103.60 superando del 23 % l'indice del marzo 1934, del 28 % quello del marzo 1933, del 38 % l'indice del 1932 e ancora del 16 % quello dello stesso mese del 1931.

È interessante rilevare che tutte le categorie di industrie hanno partecipato all'aumento. Infatti nei confronti dell'indice del marzo 1934, troviamo quest'anno un aumento del 34 % nell'industria delle costruzioni, del 32 % nell'industria tessile, del 25 % nell'industria meccanica e metallurgica, dell'11 % nell'industria cartaria e del 0,6 % nelle industrie produttrici di energia, calore e illuminazione.

Un altro fenomeno che presenta andamento confortante è quello della disoccupazione. Il numero dei senza lavoro è in continua progressiva diminuzione rispetto a quello dei corrispondenti mesi dello scorso anno.

Infatti mentre alla fine del mese di febbraio di quest'anno si contavano 955.533 disoccupati, il loro numero era sceso, per la fine di marzo, a 853.189 con una diminuzione di ben 102.344 unità.

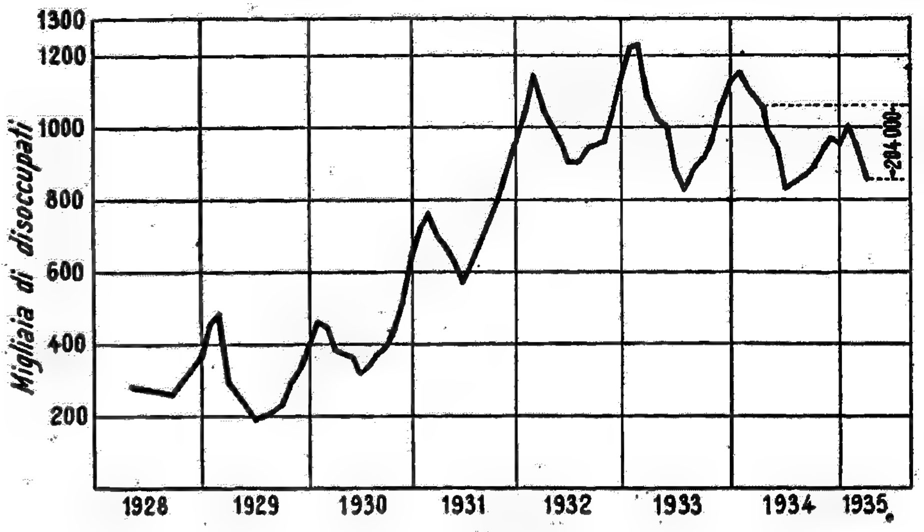


Fig. — Numero dei disoccupati in Italia.

Nei confronti col marzo 1934 la diminuzione arriva a quasi 204.000 unità. Si è manifestato un certo richiamo di mano d'opera da parte di varie categorie d'industrie, specialmente quella della seta e quelle siderurgiche e meccaniche. Questa netta tendenza ad un miglioramento nella situazione della disoccupazione che si manifesta in Italia contrasta con quanto avviene presso quasi tutti gli altri Paesi, dove la disoccupazione è stazionaria o va tuttora aggravandosi.

L'effetto della coraggiosa iniziativa per l'adozione della settimana lavorativa di 40 ore, presa dall'Italia alla testa di tutte le nazioni civili, è stato realmente notevole, come si attendeva, e ciò conferma l'opportunità di tale iniziativa.

Come è noto il provvedimento era stato preso inizialmente colla misura prudenziale di un tentativo temporaneo. Le decisioni prese in proposito coll'accordo interconfederale dell'11 ottobre 1934 venivano a scadere proprio col 16 aprile 1935. Ma opportunamente si è provveduto a che la efficace iniziativa che ha già superato il periodo più difficile della sistemazione iniziale non avesse a cessare. Così fra la Confederazione Fascista degli Industriali e la Confederazione Fascista dei Lavoratori dell'Industria, è intervenuto un accordo per la proroga delle misure in corso. Gli accordi dell'ottobre 1934 restano quindi prorogati fino a quando non siano stati definitivamente elaborati i nuovi accordi che sono attualmente in corso di studio fra le due Confederazioni per l'attuazione permanente della settimana di 40 ore.

La produzione delle industrie fondamentali segna tendenza a una energica ripresa.

Per quanto riguarda la energia elettrica, la sua produzione ha raggiunto nel mese di febbraio i 900 milioni di kWh segnando un aumento di 47 milioni di kWh rispetto al febbraio 1934 in cui si produssero 852 milioni di kWh. Complessivamente nel primo bimestre dell'anno in corso, si sono prodotti 1906 milioni di kWh, di contro a 1794 milioni di kWh nello stesso periodo del 1934; si è quindi avuto un'aumento di 114 milioni pari al 6 % circa.

L'industria metallurgica ha pure ripreso il suo ritmo ascendente, per poco interrotto. Nel mese di febbraio la produzione dei laminati è risultato di 138.862 tonnellate superando notevolmente quella del mese precedente che era stata di 123.739 tonnellate e ancor più quella del mese di marzo 1934 che si era limitata a 115.553 tonnellate; vi è stato nei riguardi dello scorso anno un aumento di 23.000 tonnellate. Complessivamente nel primo bimestre di quest'anno la produzione è stata di 262.601 tonnellate di laminati, di contro a 223.851 tonnellate nel bimestre corrispondente del 1934; l'incremento è stato dunque del 15 % circa.

Per la ghisa il mese di marzo ora decorso ha segnato una produzione di 45.781 tonnellate, sensibilmente superiore a quella del febbraio 1935 che fu di 38.810 tonnellate ed anche a quella del marzo dello scorso anno che toccò 41.000 tonnellate circa. Nel primo trimestre complessivamente furono prodotte quest'anno 128.673 tonnellate di ghisa, mentre nello stesso periodo dell'anno precedente si era arrivati a 123.800 tonnellate.

Per l'acciaio la produzione del mese di marzo è stata di 174.176 tonnellate di contro a 143.000 tonnellate del precedente mese di febbraio e a 163.566 tonnellate nel marzo 1934. Complessivamente i risultati del primo trimestre danno una produzione di 475.771 tonnellate per l'annata in corso, e di 443.800 tonnellate per il 1934. Si è dunque verificato un incremento di produzione di oltre il 7 %.

Parecchie altre industrie importanti segnano cospicui aumenti nella produzione. Fra esse, quella delle leghe di ferro, passata da 6200 tonnellate nel primo trimestre del 1934 a 7400 tonnellate nello

stesso periodo del 1935 con un incremento del 18 %; quella del cemento passata da 3.898.000 quintali nel 1934 a 4.180.000 quintali nel 1935, con un incremento del 7 %, nel primo trimestre; l'industria della carta che passa da 65.000 tonnellate nel 1934 a 74.300 tonnellate nel primo trimestre 1935; l'industria del rayon ha aumentato la produzione di oltre il 38 % passando da 66.600 quintali nel primo trimestre dello scorso anno a 94.800 quintali nello stesso periodo di quest'anno, ecc. Un fortissimo aumento percentuale, di ben 214 % ha presentato l'industria della seta naturale la cui produzione ha raggiunto 6600 quintali nei primi tre mesi di quest'anno in confronto a soli 2100 quintali toccati nel 1934.

Anche la produzione del piombo, dello zinco, del mercurio, dell'antimonio, del solfato di rame ecc. presentano incrementi sensibili.

In contrazione è stata invece la produzione dei perfosfati (da 194.000 tonnellate a 175.000 nel primo trimestre), quella dell'acido solforico, e quella dell'alluminio che presenta una diminuzione sensibilissima, di quasi il 40 %, passando da 20.000 quintali nei primi 3 mesi del 1934 a 12.200 quintali nello stesso periodo dell'anno in corso.

Il traffico ferroviario accenna a risollevarsi. Dopo essere stato per parecchi mesi quasi al livello di quello dei corrispondenti mesi dell'anno precedente, nel mese di marzo ora decorso esso ha superato tale limite. Infatti nel marzo 1935 risultava caricate complessivamente sulle ferrovie dello Stato, 2.892.717 tonnellate di merci, contro a 2.495.283 del mese precedente e contro 2.814.880 tonnellate nel mese di marzo del 1934. Complessivamente nel primo trimestre il movimento è stato quest'anno di 7.970.173 tonnellate in confronto a 8.130.349 tonnellate nello stesso periodo dell'anno precedente. Anche il numero dei viaggiatori è stato nel febbraio 1935 un poco superiore a quello del febbraio 1934, cioè 4.944.943 invece di 4.900.982.

Sempre in ottimo comportamento si mantiene il traffico marittimo nei nostri porti. Nel marzo ora decorso il movimento complessivo delle merci caricate o scaricate è stato di 3.524.147 tonnellate con un aumento di quasi 248.000 tonnellate rispetto al traffico del marzo 1934 che era stato di 3.276.424 tonnellate. Complessivamente nel primo trimestre il traffico in arrivo e in partenza è stato questo anno di 9,3 milioni di tonnellate contro a 8,87 milioni nel 1934, con un aumento di 446.000 tonnellate pari al 5 % circa.

❋

L'incertezza del momento politico non sembra essersi ripercossa sull'atteggiamento del mercato borsistico il quale nello scorso mese è stato bene intonato. Specialmente nella seconda quindicina il mercato è stato animato, il numero degli affari abbastanza considerevole e le quotazioni hanno in generale avantaggiato sensibilmente.

La caratteristica è data dal ritorno dell'interessamento del risparmio agli investimenti azionari dopo tanto tempo di accentuata preferenza per i titoli a reddito fisso.

Troviamo così in generale progresso quasi tutti i comparti dei titoli azionari, fatta eccezione quasi esclusivamente dei bancari i quali evidentemente risentono gli effetti della mancata distribuzione dei dividenti nell'ultima annata da parte degli Istituti maggiori.

Viceversa, il comparto dei titoli a reddito fisso segnala tendenza svogliata e quotazioni poco variate con prevalenza pesante. I titoli di Stato si sottragono però quasi del tutto a questa generale tendenza presentandosi ben sostenuti e realizzando in parecchie occasioni anche sensibili progressi. RENATO SAN NICOLÒ.

❋

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di aprile.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	550	716,—	722,50	740,—
Lombarda	400	374,—	382,50	387,—
Bresciana	200	249,25	250,—	261,—
Gen. Elettrica Cisalpina priv.	125	125,50	130,—	135,—
» » » ord.	125	87,—	88,—	88,75
Unione Esercizi Elettrici	10	11,05	11,15	11,30
Elettricità Alta Italia	100	100,—	107,50	117,—
Adriatica	100	158,50	162,25	167,—
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	200	260,—	267,—	272,—
Officine Elettriche Genovesi	250	293,—	299,—	302,50
Generale Elettrica della Sicilia	100	83,50	79,—	78,50
Soc. Elettrica Piacentina	150	182,—	183,50	185,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	360,—	364,50	374,—
Forze Idrauliche Crespi	375	380,—	386,—	393,—
Elettriche Valdarno	100	149,75	153,—	154,50
Tirso	250	64,—	77,—	110,—
Terni	250	221,—	224,—	227,—
Meridionali d'Elettricità	250	256,50	261,—	266,—
Idroelettriche Piemontesi	50	45,—	46,50	48,—
Dinamo	200	254,50	272,50	285,50
Soc. Romana d'Elettricità	280	346,—	354,50	355,50

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di aprile.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI					
Carboni da vapore:					
Cardiff primario	L. 143,—	a	L. 145,—	alla tonn
Americano	» —,—	»	» —,—	»
Slesia	» 124,—	»	» 126,—	»
Sarre	» —,—	»	» —,—	»
Antraciti:				
Inglese primaria (in pezzatura)	» 185,—	»	» 220,—	»
Tedesca (in pezzatura)	» —,—	»	» —,—	»
Coke:				
Coke da gas nazionale	» 160,—	»	» 165,—	»
» » » inglese	» —,—	»	» —,—	»
» metallurgico nazionale	» 165,—	»	» 169,—	»
Petrolio	» 190,35	»	» 215,35	al Q.le
Nafta:				
Per Diesel	» 470,—	»	» 555,—	alla tonn
Per caldaie	» 200,—	»	» 235,—	»
Benzina in fusti	» 264,60	»	» 318,60	al Q.le
METALLI				
Ghisa:				
Engliton N. 1	L. 415,—	a	L. 440,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	» 365,—	»	» 400,—	»
Ematite	» 380,—	»	» 420,—	»
Lussemburgo-Lorena	» 345,—	»	» 370,—	»
Ferro:				
Laminato omogeneo	» 76,50	»	» —,—	al Q.le
Poutrelles	» 74,50	»	» —,—	»
Lamiere da 44 mm. in più	» 91,50	»	» —,—	»
Acciaio:				
Rapido per utensili	» 300,—	»	» 3000,—	al Q.le
Martin Resist. 50-70	» 85,—	»	» 125,—	»
Tubi trafilati	» 210,—	»	» 250,—	»
Rame elettrolitico	» 330,—	»	» 380,—	»
» in fogli comuni	» 620,—	»	» 650,—	»
» in barre tonde e quadre	» 580,—	»	» 630,—	»
Stagno in pani	» 2150,—	»	» 2350,—	»
Zinco in pani la fusione	» 195,—	»	» 210,—	»
Piombo in pani la fusione	» 160,—	»	» 175,—	»
Antimonio	» 625,—	»	» 675,—	»
Ottone in barre	» 450,—	»	» 500,—	»
Alluminio in pani	» 875,—	»	» 920,—	»

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Concorso. — Il Comitato per l'Ingegneria del Consiglio Nazionale delle Ricerche, bandisce fra i cittadini italiani laureati in ingegneria navale e meccanica, un concorso per titoli per l'assegnazione di due borse di studio di L. 6000 cadauna (diminuite dalle trattenute di legge) per frequentare un corso teorico-pratico di saldatura elettrica presso la Ditta « Quasi arc » di Londra per la durata di mesi tre.

Le domande in carta da bollo da L. 3, dovranno pervenire alla Presidenza del Comitato per l'Ingegneria del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Sede in Roma, Corso Vittorio Emanuele, n. 25) *entro il 15 giugno* 1935-XIII, corredate dai documenti di rito.

Il corso avrà la durata di mesi tre, e comprenderà le seguenti materie: a) *pratica di officina;* b) *controllo delle saldature e della capacità professionale dei saldatori;* c) *prove meccaniche;* d) *Ufficio Tecnico;* e) *pratica alle macchine.*

L'ammontare di ogni singola borsa sarà corrisposto in tre rate: la prima di L. 1500 all'atto della partenza dell'assegnatario per Londra; la seconda di L. 2000 alla metà del corso; la terza di L. 2500 alla fine del corso, e dopo che l'assegnatario avrà presentato al Comitato per l'Ingegneria una esauriente relazione sul lavoro compiuto durante il corso.

La Ditta « Quasi arc » provvederà alle spese necessarie per il corso e per l'esecuzione di tutti gli esperimenti pratici inerenti al corso stesso.

❋

L'illuminazione alla seconda Mostra d'Arte Coloniale. — In occasione della seconda Mostra d'Arte Coloniale, l'Ente Autonomo del Volturno ha provveduto, con ricchezza di mezzi e modernità di vedute, all'impianto d'illuminazione del « Maschio Angioino » di Napoli, sede della Mostra.

La parte più spettacolare dell'impianto è stata, certamente, l'illuminazione esterna del vecchio Castello, anche per i meravigliosi effetti di luce che si sono potuti ricavare con l'impiego delle moderne lampade a vapori di sodio. L'illuminazione era fornita da 78 proiet-

tori a specchio parabolico muniti di lampada a vapori di sodio da 70 watt e da 38 proiettori dello stesso tipo ma equipaggiati ciascuno con 4 delle dette lampade; tali proiettori erano stati disposti parte sui rivellini che circondano il Castello e parte, dal lato mare, su antenne.

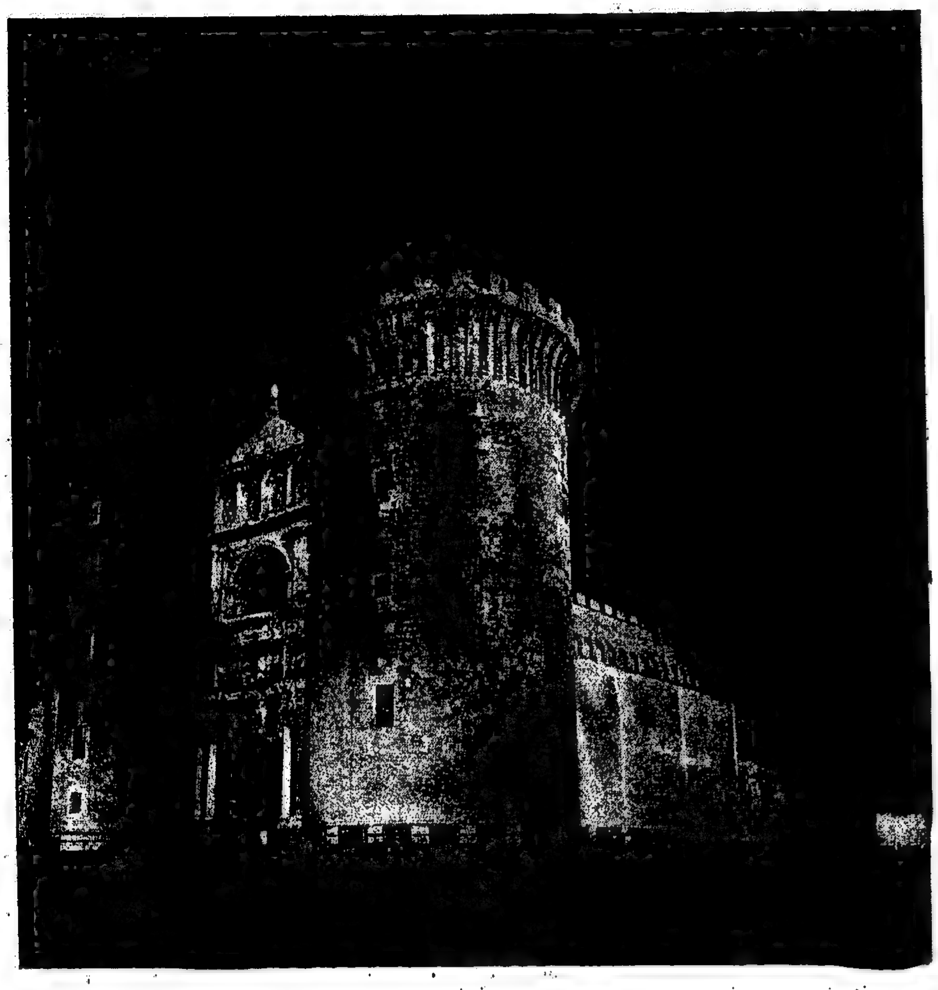


Fig. 1. — Castel Nuovo, l'antica reggia angioina ed aragonese, illuminato con le moderne lampade a vapori di sodio.

Le fotografie che pubblichiamo danno un'idea degli effetti ottenuti; in particolare, il maggior grado di uniformità si aveva dal lato mare, data la maggior distanza di appostamento dei proiettori, mentre che sugli altri lati, essendo la luce proveniente dai rivellini, ancorchè la diffusione fosse buona si aveva l'impressione come di un bivacco che si tenesse sulle controtorri.

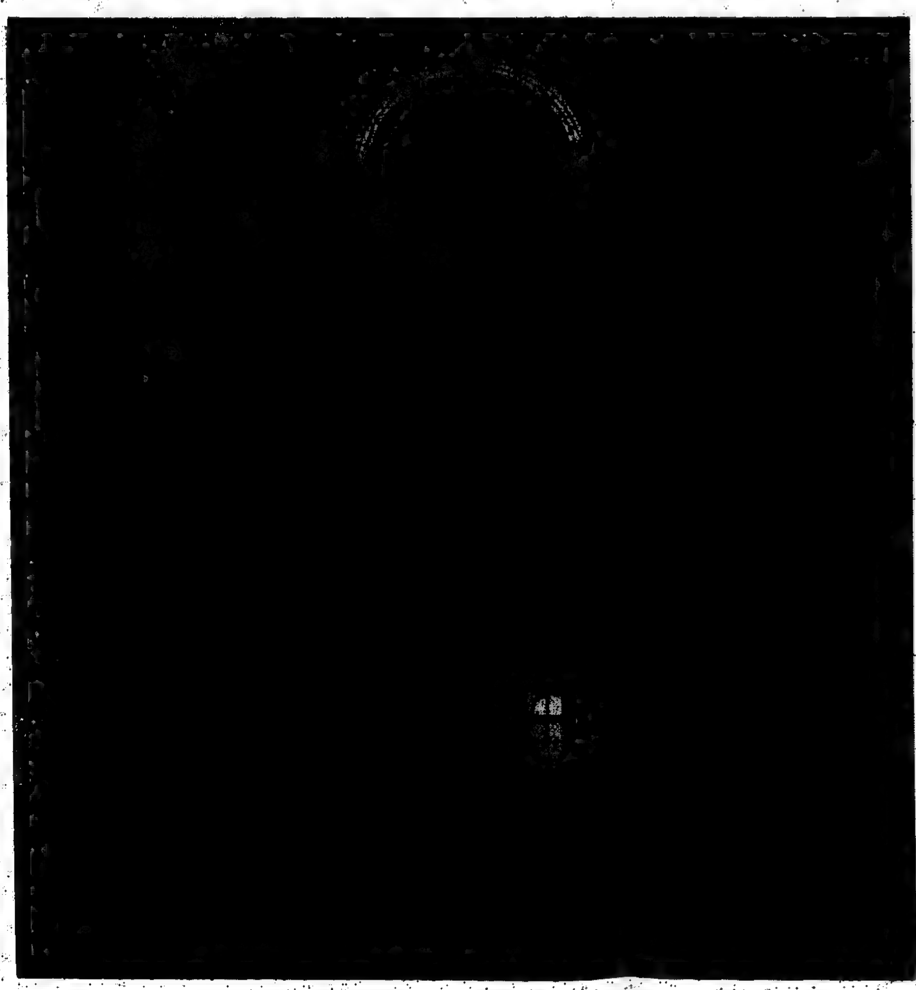


Fig. 2. — Particolare: ingresso al Castello.

È interessante rilevare che qualora si avesse voluto ottenere un risultato paragonabile ricorrendo alle ordinarie lampade ad incandescenza, si sarebbero dovuti installare almeno 46 kW in luogo dei 16 circa dimostratisi sufficienti per l'illuminazione descritta.

Nella stessa Mostra si è avuto altresì un esempio d'impiego dell'altra specie di lampade a vapori metallici: in effetti si è preferito illuminare dall'alto i viali ed il suk del Villaggio Arabo a mezzo di proiettori muniti di lampade a vapori di mercurio ad alta pressione, creando così una suggestiva apparenza d'illuminazione lunare.

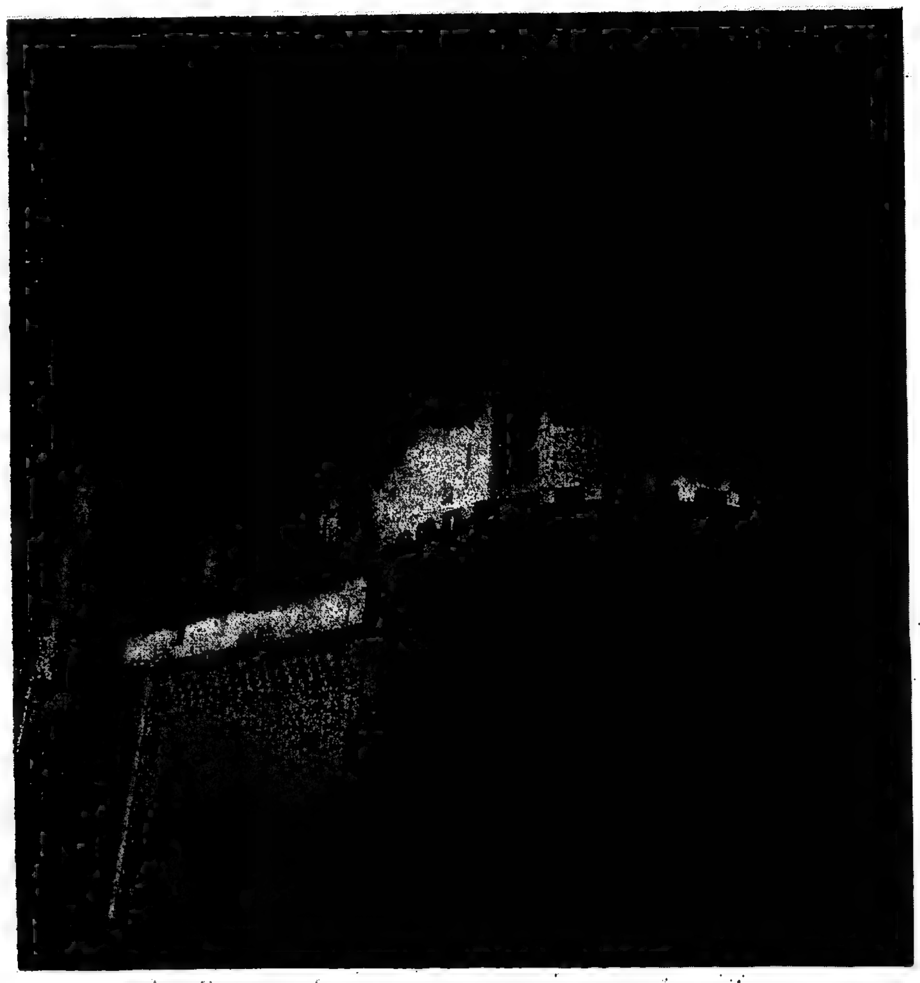


Fig. 3. — Uno dei lati del Castello.

Infine, va ricordato che i sistemi ed i dispositivi d'illuminazione adattati per le altre parti del Castello furono scelti tenendo in massimo conto le esigenze ed il carattere degli ambienti illuminati; particolare importanza fu data ai sistemi d'illuminazione a luce indiretta, specie negli ambienti medioevali.

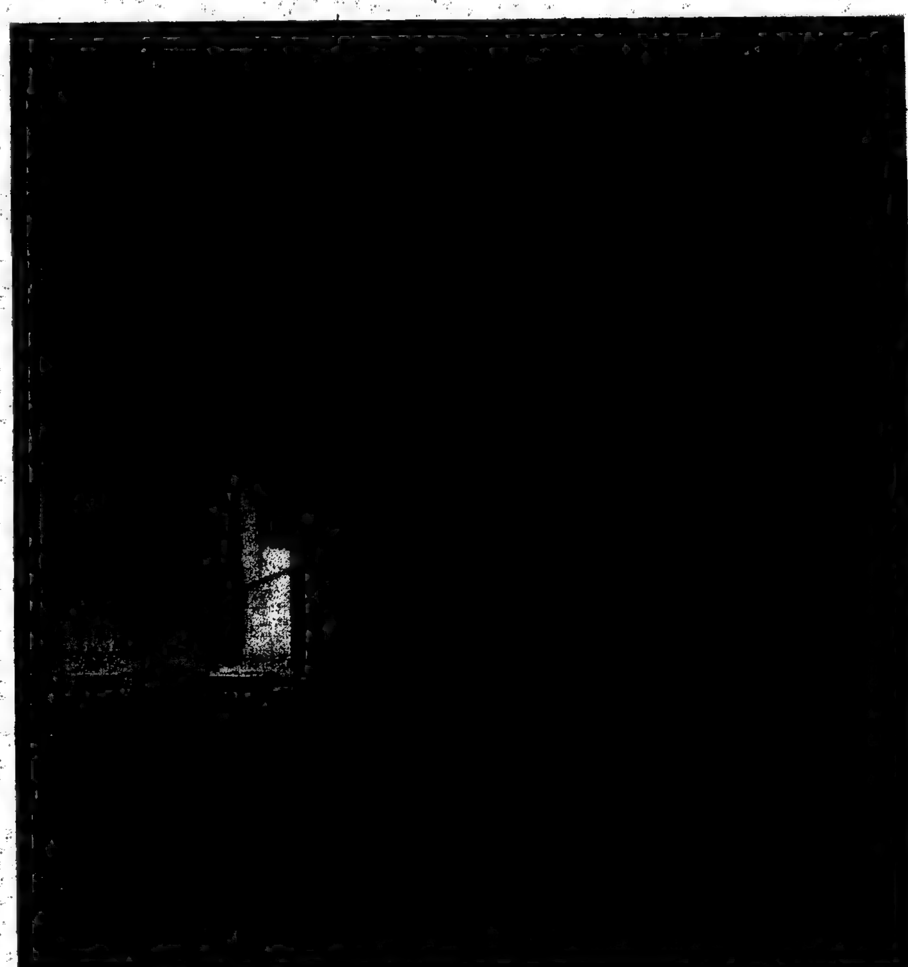


Fig. 4. — Un suggestivo effetto di contrasto.

Caratteristica singolare dell'impianto — per il quale sono stati impiegati apparecchi d'illuminazione lampade Osram, conduttori e cavi Pirelli — è di essere stato eseguito senza valvole e solo con interruttori automatici di massima.

*

Sottostazioni automatiche con raddrizzatori ad ampolla. — La alimentazione degli impianti tranviari mediante piccole sottostazioni automatiche equipaggiate con raddrizzatori ad ampolla di vetro ha trovato interessanti applicazioni in Italia. L'automatismo degli impianti è di solito completo e si estende al comando e controllo dei gruppi trasformatori-raddrizzatori e degli interruttori delle linee partenti. È in generale pure possibile il comando e la sorveglianza a distanza degli impianti.

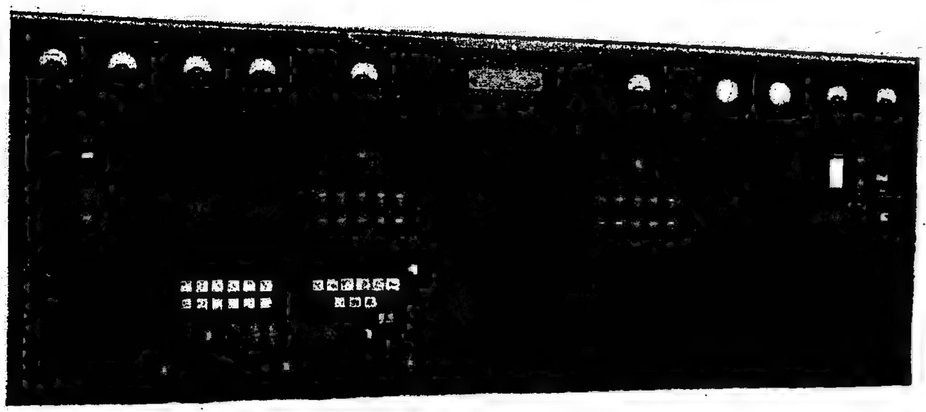


Fig. 1.

Di recente, il Tecnomasio Italiano Brown Boveri ha realizzato parecchi impianti con raddrizzatori ad ampolla, fra i quali i seguenti che si trovano in regolare servizio automatico:

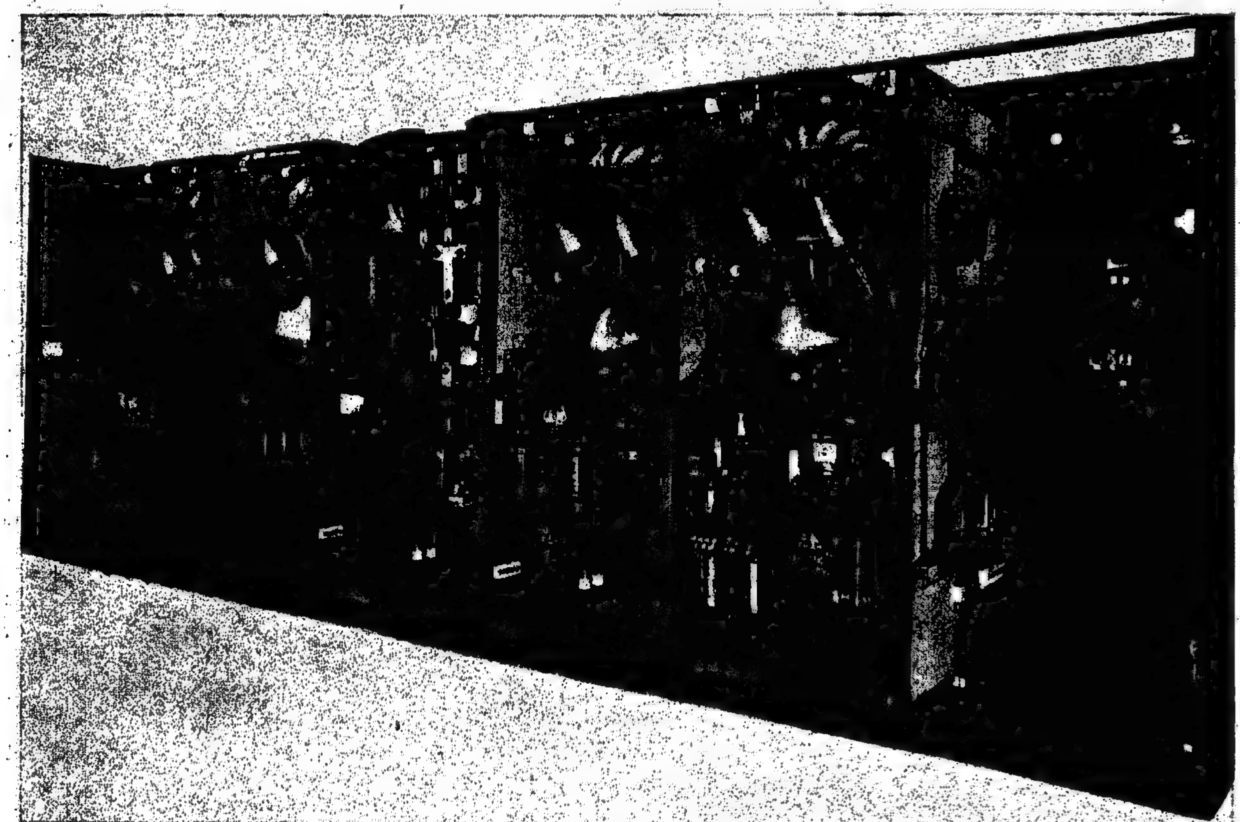


Fig. 2.

— Sottostazione di Colonne di Giuliano che alimenta i Tramways Provinciali di Napoli, equipaggiata con due gruppi da 300 kW a 700 V;

— Sottostazione di Arnate che alimenta la Tranvia Milano-Gallarate, equipaggiata con due unità da 210 kW a 750 V;

— Sottostazione di Sassi che alimenta la nuova Ferrovia a dentiera Torino-Superga, equipaggiata con due unità da 400 kW a 600 V.

Un nuovo impianto con tre unità da 250 kW a 700 ÷ 800 V si trova attualmente in corso di esecuzione.

Nelle fig. 1 e 2 è visibile il quadro generale con le cabine della sottostazione di Sassi.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

Nel cinquantenario della Società Edison (Milano 1934 - A cura della Soc. Edison. Quattro volumi di cm. 24×31, rispettivamente di pag. 510-487-632-256 con molte figure e tavole fuori testo).

Nell'occasione della celebrazione del suo cinquantenario la Società Edison di Milano ha assunto l'iniziativa di questa pubblicazione di carattere tecnico ed economico che, per l'importanza e la vastità della materia trattata e per la signorile eleganza della veste tipografica, assume veramente un carattere di eccezione.

Si tratta di quattro grossi volumi in grande formato ai quali hanno collaborato parecchi dei migliori elettrotecnici ed economisti italiani e che presentano nel loro complesso un quadro organico e completo, corredato da una vasta documentazione, dello sviluppo dell'industria elettrica nel mondo e specialmente nel nostro Paese, con particolare riguardo poi al contributo di iniziative e di attività portato in Italia dalla Società Edison.

Il primo volume porta il titolo «Cinquant'anni di evoluzione delle costruzioni idrauliche, dei motori primi, delle macchine e delle condutture elettriche», e contiene una prefazione del Prof. Giorgio Mortara e scritti degli ingg. A. Forti, N. Ratti, del Prof. Anastasi, degli ingg. R. Norsa, A. Campana, A. Wagner, R. Cerretelli, A. Balp, del Prof. A. Barbagelata, degli ingg. G. G. Ponti e L. Emanueli.

Nelle 510 pagine, arricchite da moltissime figure, è passata in rivista la storia della tecnica dei motori primi e degli impianti elettrici negli ultimi 50 anni, che è come dire, praticamente, dall'inizio della tecnica moderna. La abbondante documentazione costituisce anche in parecchi casi una implicita ed efficace rivendicazione del contributo portato dal nostro Paese in molti campi. La lettura del volume presenta non soltanto un vivo interesse di carattere tecnico ma presenta anche spesso il fascino della rievocazione storica di un periodo che non ha certamente l'eguale nella evoluzione della umana civiltà.

Il secondo volume è di carattere prevalentemente economico e finanziario essendo dedicato ai «Caratteri e sviluppo dell'industria elettrica nell'economia italiana».

Questa importantissima fra le industrie nazionali trova qui una completa trattazione dei suoi caratteri economici, meglio chiariti anche attraverso la storia delle sue origini e del suo sviluppo. Oltre ad una prefazione del Prof. Mortara, il volume comprende quattro monografie. La prima è dell'On. G. Motta su «L'industria elettrica e i suoi problemi economici» ed è seguita da un complesso di note e chiarimenti dovuti all'Ing. W. Mungioli. Seguono il Prof. Mortara con una memoria su «Lo sviluppo dell'industria elettrica in Italia», l'Ing. A. Testa che parla di «Regimi idrologici ed utilizzazioni idroelettriche in Italia»; chiude il volume una monografia del Prof. Mortara e degli Ingg. Mungioli e E. Ottolenghi su «La meccanizzazione e l'elettrificazione dell'industria italiana».

Chi ami gli studi statistici e tecnico-economici troverà in queste pagine fonti preziose di informazione e una singolare ricchezza di dati e di notizie. Lo sviluppo, lo stato attuale e le caratteristiche funzionali dei nostri impianti elettrici sono qui documentati e illustrati in modo singolarmente efficace.

Col terzo volume, dedicato allo «Sviluppo dell'industria elettrica nel mondo», lo sguardo si allarga dal nostro Paese a tutto il panorama degli Stati civili. Come chiarisce la prefazione del Prof. Mortara, il volume è frutto di una larga e volenterosa collaborazione di parecchi studiosi cosicchè nessun nome di autore è specificatamente apposto alle 10 monografie che costituiscono il volume. Esso riguarda rispettivamente la storia dello sviluppo dell'industria elettrica nei seguenti Paesi: Stati Uniti, Germania, Gran Bretagna, Francia, Canadà, Svizzera, Svezia, Norvegia, U.R.S.S., Giappone. Per ciascuno di questi Paesi la industria elettrica locale è studiata non soltanto nel suo sviluppo storico ma anche nella sua consistenza attuale tanto sotto l'aspetto tecnico della produzione e dei consumi dell'energia, quanto sotto l'aspetto economico della organizzazione finanziaria.

È facile comprendere l'alto interesse che presenta sotto molteplici aspetti una simile trattazione, svolta con ampiezza di dati e serietà di metodo e che raccoglie in un quadro organico una quantità di notizie che difficilmente si potrebbero raccogliere attraverso la ispezione della vastissima letteratura tecnica periodica.

Il quarto ed ultimo volume colle sue 256 pagine e le numerosissime tavole, è interamente dedicato a «Lo sviluppo della Società Edison e il progresso economico di Milano». I due elementi che costituiscono il titolo sono stati a buon diritto ravvicinati. Se infatti non vi è dubbio che lo sviluppo economico di Milano è stato reso possibile e in gran parte promosso proprio dalla disponibilità dell'energia elettrica, è altrettanto vero che, specialmente nei primi tempi ma anche attualmente, l'alimentazione di energia della zona di Milano si ricollega all'attività della Edison.

Il volume comprende essenzialmente due monografie: una del Dott. Tagliacarne su «Il progresso economico di Milano negli ultimi 50 anni» e l'altra dell'Ing. R. Bisazza su «La Società Edison e il suo gruppo». Mentre la prima, pur condotta con rigoroso metodo scientifico, attraverso la fredda eloquenza delle cifre, conserva quasi l'interesse e il sapore di una rievocazione storica, la seconda monografia illustra efficacemente il rapido sviluppo che, dai modesti inizi della centrale di S. Radegonda, ha portato la Edison alla testa del massimo gruppo elettrico nazionale e di uno dei più potenti enti finanziari-industriali del nostro Paese.

La consistenza tecnica e finanziaria del Gruppo-Edison è am-

piamente documentata con ricchezza di tabelle riassuntive, di grafici, di carte e di fotografie di impianti così da darne una visione efficace e sintetica.

Nel complesso la ricca pubblicazione è riuscita in tutto degna dello scopo pel quale è stata promossa e può costituire un nuovo giusto motivo di vanto per la Società Edison, già per molte altre ragioni altamente benemerita, come è ben noto, degli studi e del sapere.

SUNTI E SOMMARI (*)

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

E. I. Poitras, H. P. Kuehni, W. F. Skeats — **Prove su interruttori in olio e sul ripristino della tensione.** (Elec. Eng., febbraio 1935, pag. 170-178, con 14 figure). **3 b**

Viene reso conto delle esperienze eseguite per verificare, su alcuni impianti americani, la rapidità, in volt per microsecondo, colla quale si ripristina la tensione agli elettrodi di un interruttore dopo una interruzione di corrente da parte dell'interruttore stesso. Vennero usati interruttori da 5000 A, 14.000 V con capacità di rottura di 1.500.000 kVA, del tipo per esterno, in olio con camera di esplosione. Viene anche descritta la installazione di prova e la tecnica eseguita nelle esperienze. Per i rilievi si si faceva uso di un oscillografo a raggi catodici. I risultati sperimentali sono confrontati con quelli ricavabili a prori mediante formule che vengono riportate; l'accordo fra valori rilevati e calcolati è abbastanza soddisfacente. Il funzionamento degli interruttori a camera di esplosione si è dimostrato così regolare e uniforme nei rispetti della lunghezza dell'arco, che il tempo di interruzione può essere indicato, coll'approssimazione di un mezzo periodo, da un semplice contatto ausiliario fissato al braccio mobile. Nel complesso gli interruttori si sono dimostrati capaci di soddisfare bene al loro compito di interrompere il circuito per tutte le rapidità di ripristino della tensione colle quali si è sperimentato; l'interruzione si ottenne sempre al primo passaggio della corrente per lo zero dopo che fra i contatti si era stabilita una distanza di circa 18 mm. *N.*

L. H. Hill — **Regolatori di tensione del tipo a gradini per feeder.** (Elec. Eng., febbraio 1935, pag. 154-158, con 9 fig.). **3 c**

Le buone prove fatte dai trasformatori a prese multiple con regolazione di tensione sotto carico, hanno fatto nascere la richiesta di dispositivi analoghi, ma meno costosi, da applicare ai trasformatori di piccola potenza per le reti di distribuzione e possibilmente anche da usarsi per unità di maggiore potenza. L'A. descrive un dispositivo studiato appunto a tale scopo; esso permette una regolazione a gradini ma così dolce da essere paragobile a quella che si può ottenere coi regolatori a induzione e può convenientemente sostituire questi ultimi in molte applicazioni anche per tensioni a 2400 V. L'apparecchio oltrechè essere poco costoso come costruzione presenta anche il vantaggio di avere piccole perdite nel rame e nell'armatura e limitate correnti di eccitazione. L'apparecchio può anche essere facilmente adottato per il comando automatico quando occorra avere una compensazione automatica delle cadute di tensione in linea: un relais sensibile alle variazioni di tensione fa intervenire un secondo relais a tempo ritardato il quale, se la variazione permane pel tempo stabilito, agisce sul motorino di comando del regolatore a gradini il quale fa variare di un passo i contatti e, se ciò non basta, successivamente di altri tasti in modo che si ripristini in linea il valore di tensione voluto. Particolari accorgimenti sono presi per evitare che si verifichi l'inconveniente di un funzionamento instabile e oscillante dell'apparecchio di regolazione. Il dispositivo si adatta bene anche per piccole unità di alimentazione di reti di distribuzione, per trasformatori da palo, ecc. *N.*

P. H. Craig, F. E. Sanford — **Un regolatore di tensione elettronico.** (Elec. Eng., febbraio 1935, pag. 166-170, con 10 fig.). **3 c**

È descritto un regolatore che consente di mantenere costante una tensione o una corrente; esso fa uso di un tubo elettronico per variare la tensione applicata ad una impedenza inserita nel circuito da regolare. Il tubo elettronico è di tipo speciale e funziona come un raddrizzatore a riempimento di gas, con griglia di comando esterna. Analogamente agli altri raddrizzatori di tale tipo esso permette di regolare l'accensione dell'arco ma una volta che esso è innescato non può influire su di esso per tutto il rimanente del semiperiodo; il raddrizzatore a griglia esterna ha il vantaggio che la griglia richiama una corrente trascurabile (di pochi microampere). Nello schema fondamentale di regolazione, si fa uso di una impedenza sotto forma di un trasformatore a due avvolgimenti per ridurre la tensione del carico di un valore stabilito, dipendentemente dal valore efficace della corrente nel tubo elettronico che è inserito in derivazione sul trasformatore stesso. Il primario di questo è inserito in serie sul circuito da regolare, mentre il secondario è inserito fra l'anodo e il catodo del tubo elettronico. Il tubo fa variare l'impedenza del reatore che può essere avvolto in modo che il tubo abbia ad agire su correnti più deboli di quelle esistenti nel circuito da regolare. Il tubo ha impedenza elevata quando non è attraversato da corrente, mentre ha una impedenza piccola quando è presente l'arco, di modo che esso viene a funzionare come un interruttore di corto circuito sul secondario del trasformatore; la durata dell'arco cioè il tempo durante il quale l'interruttore equivalente si può considerare chiuso, può essere regolato mediante la griglia. Gli AA. descrivono i vari sistemi di applicazione del dispositivo citato e ne illustrano le proprietà. Una delle sue caratteristiche più salienti è costituita dalla istantaneità di intervento che permette di seguire variazioni rapidissime del carico, entro i limiti di un periodo. Un altro vantaggio è dato dalla assenza di parti mobili. L'apparecchio, che è anche poco costoso, può trovare numerose applicazioni in molti casi di carichi molto variabili, come, tipicamente, nella tecnica della saldatura. *N.*

A. M. Opsahl — **Sovracorrenti negli apparecchi di protezione.** (Elec. Eng., febbraio 1935, pag. 200-204, con 4 fig.). **3 d**

Per la durata degli scaricatori di sovratensioni è importante che essi posseggano l'attitudine a scaricare, senza venire danneggiati gravemente, le massime intensità di corrente dalle quali possono essere investiti durante un fenomeno perturbatore. In generale le perturbazioni che non siano fulminazioni dirette sulla linea non pongono gli scaricatori in condizioni difficili; se le fulminazioni dirette avvengono a qualche distanza dagli scaricatori le onde che ad essi pervengono sono già abbastanza ridotte per non diventare anch'esse eccezionalmente pericolose. Il caso invece di una fulminazione diretta in vicinanza dello scaricatore può mettere in gioco correnti dell'ordine di oltre 5000 A e in qualche caso anche dell'ordine di 100.000 A. Le osservazioni raccolte sembrano tuttavia far ritenere che casi di fulminazione diretta con correnti di oltre 5000 A accadono in media soltanto una volta all'anno per ogni 3 a 6 chilometri di linea esposta; e ritenendo che per influenzare direttamente uno scaricatore le scariche debbano verificarsi a distanze da esso non maggiori di circa 80 metri, si può ritenere che uno scaricatore abbia la probabilità di essere soggetto ad una di queste correnti eccezionali una volta ogni 20 o 40 anni. Ciò non giustificherebbe la spesa per costruire scaricatori capaci di sopportare impunemente correnti di decine di migliaia di ampere ed è quindi più conveniente usare scaricatori normali provvedendo in caso di incidenti al ricambio. L'A. analizza il comportamento degli scaricatori nei riguardi della intensità di corrente da cui possono essere colpiti sia nel corso di onde migranti sia in quello di fulminazioni dirette e riporta i risultati di esperienze eseguite. *N.*

R. W. Bauer e J. W. Seaman — **Un interruttore per circuiti di trasmissione radiofonica.** (Gen. Elec. Rev., novembre 1934, pag. 495-497). **3 b**

Sulla qualità e continuità di una trasmissione radiofonica giocano una parte importante i vari elementi dei circuiti elettrici della stazione trasmittente, i quali debbono essere adeguatamente protetti, in modo da poterne isolare prontamente la parte colpita in caso di guasto. A questo scopo è stata studiato un nuovo tipo di interruttore automatico, in sostituzione delle valvole fusibili prima adoperate. Esso è del tipo a scatto libero ed il suo funzionamento è istantaneo; il suo ingombro è ridotto, così che è possibile montarne diversi uno a fianco all'altro. I contatti principali sono d'argento e danno luogo ad una resistenza praticamente costante. Quando l'interruttore scatta automaticamente, si chiude un contatto ausiliario utilizzabile per una segnalazione d'allarme. La posizione di apertura è inoltre segnalata anche da un cartellino colorato. *C. G. E.* (*).

R. C. Van Sickle — **Il comportamento degli interruttori studiato coll'oscillografo a raggi catodici.** (Elec. Eng., febbraio 1935, pag. 178-184, con 9 fig.). **3 b**

La applicazione dell'oscillografo a raggi catodici allo studio dei fenomeni che avvengono durante l'apertura degli interruttori permette di riconoscere molte particolarità dei fenomeni stessi. L'analisi degli oscillogrammi ricavati e la loro interpretazione riesce però assai laboriosa; tuttavia lo studio di alcuni oscillogrammi tipici fornisce elementi che facilitano l'interpretazione di altri oscillogrammi analoghi semplificando il lavoro. Le esperienze di cui è parola furono eseguite in laboratorio ma esse hanno valore anche per le condizioni di esercizio effettive normali. I circuiti consistevano in uno o due generatori che fornivano energia attraverso reattanze agli interruttori, direttamente o per mezzo di trasformatori. Le esperienze sono state compiute con intensità di corrente molto diverse, con interruttori normali o rapidi e con circuiti aventi

(*) Per i titoli delle Riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

diverse frequenze proprie. La tecnica seguita nelle prove e nella interpretazione dei rilievi oscillografici è illustrata con qualche dettaglio. Viene indicato fra l'altro un metodo di calcolo della rapidità di ripristino della tensione in base ai rilievi oscillografici senza tener conto dell'effetto dell'interruttore. Le formule da vari A. proposte per il calcolo delle caratteristiche del circuito non si sono dimostrate attendibili nel confronto coi valori rilevati sperimentalmente; tali caratteristiche devono venire determinate in base agli oscillogrammi delle interruzioni coll'ausilio di misure di frequenza mediante oscillatori. Si è riconosciuto che un interruttore che interrompa una debole corrente può dar luogo a un arco instabile con conseguenti rapidi impulsi nella corrente. Gli interruttori provveduti di dispositivi per ridurre il valore della corrente producendo archi instabili e che ripristinano troppo rapidamente la rigidità dielettrica fra i contatti durante un mezzo periodo danno luogo a forte sovratensioni. Capacità accoppiate a circuiti aventi piccola frequenza aiutano l'estinzione dell'arco. *N.*

APPLICAZIONI AGRICOLE.

E. REINAU — Piante e luce. (Licht, settembre e novembre 1934, pag. 161-165 e 211-216, con 7 fig. e 1 tab.). **4**

Dopo aver ricordato e discusso i risultati ottenuti da altri ricercatori che si sono interessati del problema dell'influenza della luce elettrica sullo sviluppo delle piante, l'A. parla di numerose esperienze personali effettuate per chiarire qualche punto ancora oscuro del problema accennato. In queste esperienze furono utilizzate diverse sorgenti di luce artificiale (lampade al neon a catodo caldo e a luce cosidetta negativa, lampade a vapori di sodio, lampade ad incandescenza nel gas, lampade Vitalux) e, inoltre, si accertò la relativa influenza del diverso contenuto in anidride carbonica dell'aria ambiente. Da quanto esposto nell'articolo, si rilevano i vantaggi ottenibili dalle luci del neon e del sodio e dall'azione concomitante della luce elettrica e dell'anidride carbonica. *G. Co.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

Riscaldamento e ventilazione. (The Elec., 7 dicembre 1934, pag. 743-745, con 4 figure). **5 d**

Negli impianti di riscaldamento è opportuno utilizzare la capacità di accumulazione del calore che è propria della massa dell'edificio e appare quindi illogico permettere ad essa di raffreddarsi durante la notte, ogniqualvolta vi sia disponibile in tali ore energia a prezzi molto bassi. Si presta quindi molto razionalmente il sistema di riscaldamento elettrico ad accumulazione. Si afferma che il sistema di riscaldamento con pannelli a bassa temperatura sistemati sul soffitto permette una economia di circa il 25 % nel consumo di energia termica. Negli edifici moderni, con impianti di illuminazione molto abbondanti, la produzione di calore dovuta alle sorgenti luminose acquista una importanza notevolissima tanto che in certi casi per ottenere buone condizioni ambienti si è dovuto ricorrere al raffreddamento artificiale anzichè al riscaldamento.

Sulla base di un edificio le cui perdite termiche sono supposte di 250.000 calorie/ora cioè pari a 294 kW, viene presentato un confronto del carico elettrico risultante per diversi sistemi di riscaldamento. Per un sistema a convezione con radiatori ad elementi riscaldatori immersi nell'acqua si arriverebbe a 400 kW; collo stesso sistema ma facendo uso di termostati per la regolazione, il massimo carico potrebbe scendere a 240 kW, ma qualora l'impianto venisse chiuso ogni sera e rimesso in servizio al mattino si arriva ad un massimo carico di 260 kW; una volta raggiunto il regime, il carico potrebbe ridiscendere a 240 kW. Col sistema a pannelli sul soffitto e accumulazione termica con alimentazione per 12 ore, il carico salirebbe a 750 kW e pel sistema a radiatori si arriverebbe a 1000 kW.

Parecchie notizie vengono date circa l'impiego dei termostati elettrici per la regolazione, che possono anche essere adattati a soddisfare esigenze di regolazione alquanto complesse. Come esempio vengono riportati i dati relativi ad un grande edificio industriale di Londra. Viene messa in evidenza, mediante numerosi dati riportati, l'importanza delle installazioni elettrotermiche di carattere domestico. *Ri.*

J. DUMMELOW — Fusione dell'acciaio. (The Elec., 9 novembre 1934, pagine 605-607, con 5 fig.). **5 b**

I forni a induzione presentano importanti vantaggi per la fusione o la raffinazione di acciaio e per il trattamento di leghe speciali di vario genere: è possibile ottenere temperature elevatissime senza introdurre comunque alterazioni chimiche per sostanze estranee nella carica; l'analisi microscopica ha dimostrato l'assenza di inclusione di ossidi o scorie; non c'è pericolo che la carica assorba vapori di zolfo (come nei forni a gas) o carbonio. La applicazione del calore è assolutamente uniforme, essendo esso generato nell'interno stesso del metallo; gli effetti di rimescolamento dovuti alle forze elettrodinamiche nel metallo fuso assicurano una grande uniformità del prodotto, cosa specialmente importante nel fondere acciai rapidi e altre leghe, i cui costituenti abbiano pesi specifici diversi. La fusione avviene rapidamente e quindi i forni sono molto adatti per servizio intermittente; si può regolare molto finemente la temperatura; il rendimento termico è molto elevato, circa del 70 per cento. La manutenzione è poco costosa, non essendovi consumo di elettrodi. Praticamente il funzionamento più o meno soddisfacente, dipende in gran parte dalla frequenza di alimentazione e dalla razionale costruzione del forno. Si può usare qualunque frequenza fino a 1000 per/sec, ma le minori frequenze, sotto i 100 per/sec, sono meno vantaggiose. Le frequenze troppo elevate dànno qualche inconveniente di ordine metallurgico. Si sono costruiti forni fino da 4 tonnellate con frequenze fino a 1000 per/sec per l'acciaio, mentre per uso di laboratori metallurgici si è arrivati a frequenze di 100.000 per/sec. In un recente tipo costruito, allo scopo di avere una notevole concentrazione del campo magnetico si è circondato l'avvolgimento con lamierini di un acciaio speciale. Il pacco di lamierini che circonda interamente l'avvolgimento e il crogiuolo presenta inferiormente una espansione polare sporgente verso il fondo del crogiuolo stesso; si ottiene così una concentrazione del flusso nel centro del crogiuolo, mentre vengono pressochè eliminate le fughe del flusso. Si ottiene una maggiore velocità di fusione e un minor consumo di energia. La frequenza può essere ridotta, diminuendo le correnti parassite e le perdite di isteresi e si può elevare la tensione, diminuendo così le perdite ohmiche. Viene descritto un diagramma completo di installazione di un forno di tale tipo. *Ri.*

R. D'ABOVILLE — La saldatura elettrica ad arco. (R. G. E., 22 settembre 1934, pag. 403-13). **5 c**

Dopo un primo cenno a carattere storico e un parallelo con la saldatura ossiacetilenica, l'A. entra nel vivo della questione illustrando i fattori che influenzano la forma dell'arco saldante e in particolare l'elettrodo, per il quale mette in evidenza l'importanza del rivestimento. Tratta poi del circuito di alimentazione, sia esso con dinamo di tipo speciale (a triplice avvolgimento o a eccitazione separata con grande reazione d'indotto), sia esso con raddrizzatori, per lo più a tubi catodici a ossido, indicando fra i vari casi le caratteristiche del trasformatore. Il rendimento si migliora ricorrendo alla saldatura automatica, di cui qui sono ricordate le due soluzioni: a elettrodo di grafite in aria o ambiente riduttore per spessori da 2 a 6 mm; a elettrodi metallici per dimensioni superiori. Accenna infine all'importante operazione del controllo delle saldature, specialmente facendo ricorso ai raggi X (è descritto l'apparecchio di Goetze con fuoco a forma di rettangolo allungato) e infine chiude accennendo alla possibilità di impiego e ai risultati con materiali non ferrosi (leghe di alluminio, lamiere di rame) e ricordando il processo brevettato di saldatura con bordi piegati ideato nell'intento di assorbire la maggior parte delle deformazioni longitudinali. *G. Cc.*

R. LAVEISSIÈRE — Il riscaldamento elettrico nei sanatori. (Rev. Electr. Mec., gennaio-febbraio 1935, pag. 23-30, con 9 fig.). **5 d**

Le esigenze dei sanatori di un'abbondante e frequente aereazione dei locali implica un sistema di riscaldamento assai rapido per riportare alla temperatura voluta gli ambienti stessi e richiede una potenza notevole dell'impianto di riscaldamento. Dato che i padiglioni vengono costruiti assai distanti fra loro, i sistemi di riscaldamento centrale ad acqua e a vapore si prestano male e potrebbero anche dare luogo ad inconvenienti per congelamento quando durante l'inverno si lascino aperti i locali per parecchio tempo. Il riscaldamento elettrico soddisfa mirabilmente a tutte le esigenze, permettendo inoltre un funzionamento automatico e una regolazione facile ad automatica anch'essa della temperatura, mentre elimina le spese di mano d'opera. L'A. descrive in particolare l'impianto di riscaldamento del sanatorio di Aincourt proporzionato per 500 malati e che doveva rispondere a particolari esigenze di esercizio. Un sistema combinato di radiatori ad accumulazione, e semiaccumulazione e a riscaldamento diretto ha permesso di raggiungere i risultati voluti, riducendo al minimo i consumi di energia nelle ore lavorative diurne. L'impianto possiede un controllo orario che provvede alla inserzione e disinserzione ad ore previste delle diverse parti dell'impianto; una regolazione centrale in dipendenza della temperatura esterna; un controllo delle temperature interne mediante semplici termostati e un controllo di regolazione delle curve di carico per impedire che in caso di guasto del controllo orario possano venire superate le potenze previste. L'impianto, in funzione da un anno e mezzo, non ha dato luogo ad alcun incidente. L'alimentazione del sanatorio è fatto a corrente trifase a 15.000 V mediante parecchie linee che assicurano in ogni caso la disponibilità di energia. La potenza installata totale per riscaldamento è di 4400 kW circa. La distribuzione dell'energia è fatta a 220 V. Complessivamente per tutti i servizi del sanatorio sono installati 5440 kW. *Ri.*

APPLICAZIONI VARIE.

D. G. CHAMBERS — Applicazione dei tubi elettronici nell'industria. (Elec. Eng., gennaio 1935, pag. 82-92, con 16 fig.). **6 c**

I tubi elettronici entrati da pochi anni nelle applicazioni industriali hanno permesso di realizzare una quantità di operazioni che non sarebbe stato possibile ottenere con altri mezzi. L'A. illustra

alcuni tipici esempi di applicazione illustrandone gli schemi e il campo di impiego. Il maggior numero di impieghi industriali si basano sulle cellule fotoelettriche a proposito delle quali viene descritto un semplice relais foto-elettrico le cui applicazioni possono essere svariatissime, come contatore, classificatore, organo di verifica o di controllo di una quantità di operazioni, ecc. Nel caso di operazioni che richiedono una grande sensibilità od una grande rapidità di intervento si può fare uso di circuiti un po' più complicati comprendenti oltre alla cellula fotoelettrica e al dispositivo amplificatore, un tubo a scarica luminescente con griglia di controllo, che aziona a sua volta il contattore o il solenoide di comando; relais di questo tipo possono agire fino a 600 volte in un minuto con illuminazioni relativamente scarse e con variazioni limitate. Velocità ancora maggiori di intervento si possono raggiungere con dispositivi speciali alimentati a corrente continua. Molte applicazioni hanno trovato i tubi elettronici nel comando degli impianti di illuminazione per teatri, viene descritto dettagliatamente un circuito molto adatto per tali servizi. In parecchie applicazioni si sono impiegati tubi a scarica nel gas con griglie di controllo, per la regolazione delle velocità di motori a corrente continua, quando si esiga una regolazione molto dolce e regolare senza far uso di manovre di reostati. La elasticità di comando che i tubi elettronici permettono di realizzare li rende molto utili pel comando delle macchine a saldare; il loro impiepo ha permesso di estendere l'uso della saldatura ad una quantità di applicazioni delicate che prima non si potevano eseguire. Colla saldatura continua si ottiene una grande velocità e perfezione di lavoro, con saldature a perfetta tenuta di liquidi e di gas. Colla saldatura a punti si può pure realizzare una elevatissima rapidità di lavoro ed un'ottima regolarità di esecuzione; alcuni esempi riportati documentano tale affermazioni. L'A. descrive con qualche ampiezza la tecnica dell'impiego dei tubi elettronici per il comando delle macchine da saldatura. In ultimo vengono date alcune direttive di massima per la scelta di circuiti a tubi elettronici più convenienti per determinati scopi.

N.

A. Graf — **Misure geofisiche. Metodi elettrici.** (A. T. M., gennaio 1935, fogli 11, 12, 13, con 17 fig.). **6 c**

I metodi elettrici nella geofisica applicata si basano sul fatto che le rocce che costituiscono il sottosuolo presentano diversa conduttività elettrica, cosicchè una corrente che percorra il sottosuolo si distribuirà in modo non uniforme e dipendente dalla costituzione geologica del suolo stesso. Lo studio dettagliato di tale comportamento importa la considerazione di campi e di circuiti assolutamente differenti da quelli che si incontrano nella comune elettrotecnica. Uno dei metodi è quello della misura del potenziale naturale del suolo; si può far uso di 2 elettrodi esploratori non polarizzabili coi quali si esplora il terreno superficialmente, tracciando le linee equipotenziali; il metodo serve per rivelare la presenza di certi depositi metallici sulfurei parzialmente immersi in una zona acquosa; le linee equipotenziali si dispongono circolarmente intorno all'affioramento del giacimento. Nella maggior parte dei casi si ricorre invece a generare artificialmente una corrente continua od alternata nel suolo studiando poi il campo elettrico od elettromagnetico che si genera nel terreno. Si può ad esempio rilevando le linee equipotenziali mettere in evidenza i punti dove si verificano variazioni di conduttività; il metodo si presta bene per rivelare zone conduttrici in vicinanza della superficie. In altri casi si ricorre alla determinazione delle resistività del terreno per mezzo della misura delle correnti fra punti distanti in relazione ad una differenza di potenziale artificialmente introdotta. Il metodo si presta anche per lo studio di zone profonde. Si può pure ricorrere allo studio del campo elettromagnetico esplorando superficialmente il suolo dopo di avere immesso una differenza di potenziale alternativa fra 2 elettrodi infissi nel terreno; il metodo si presta soltanto per terreni superficiali di conduttività non eccessiva. Se questa è assai elevata non si può esplorare in profondità, se invece è troppo piccola si possono generare differenze di potenziale superficiali pericolose. Si ricorre allora a metodi di induzione, mediante i quali si stabilisce un accoppiamento col terreno attraverso circuiti superficiali in cavo. L'ultima categoria citata è quella delle correnti di polarizzazione prodotte mediante l'introduzione nel suolo di una corrente continua lentamente pulsante. Una variazione del metodo a resistenza è utilizzata per i pozzi di petrolio, introducendo in essi in profondità elettrodi opportunamente disposti.

Ri.

Apparecchiatura per segnale d'allarme per incendi. (The Elec., 9 novembre 1934, pag. 601, con 2 fig.). **6 c**

Viene descritta l'apparecchiatura di segnalazione installata a Willasden per la nuova Caserma dei pompieri. Essa serve una popolazione di circa 200.000 abitanti ed è collegata ad una serie di circuiti ad anello che la connettono ai punti di chiamata distribuiti nelle strade. Ogni circuito serve per ora non più di 20 posti, ma può servirne assai di più. Complessivamente sono attualmente in servizio 76 posti collegati per mezzo di 3 sottostazioni. Oltre all'apparecchiatura d'allarme installata in ciascuna di tali sottostazioni, sono installati apparecchi ripetitori nella cabina centrale per i segnali di tutti i 76 posti. I posti di chiamata, una volta messi in funzione inviano un gruppo di impulsi di corrente che viene ripetuto 3 volte e che viene registrato automaticamente nella sottostazione e nella centrale. Gli impulsi sono combinati con uno speciale codice che permette l'individuazione del posto chiamante; viene anche automaticamente registrata la data e l'istante della chiamata. Inoltre ogni chiamata dà luogo ad una speciale segnalazione sonora e luminosa nella caserma. Tutti i posti di chiamata sono identici fra loro; una volta lanciato un segnale restano temporaneamente bloccati gli altri posti del circuito, affinchè non possano disturbare la prima segnalazione; solo dopo cessata questa, gli altri posti del circuito possono essi pure intervenire. Ogni posto stradale, oltre all'apparecchio di segnalazione, contiene un apparecchio telegrafico e telefonico, coi quali si può stabilire, attraverso la sottostazione e la centrale, una comunicazione con qualunque altra sottostazione o con qualunque altro posto del sistema. I quadri nelle sottostazioni e nella centrale sono serviti da apposite batterie principali e di riserva. Vi sono anche installati dispositivi per la verifica dell'integrità dei circuiti e la segnalazione di eventuali guasti. Numerosi altri dispositivi di dettaglio, come l'accensione automatica delle lampade nei dormitori della caserma in caso d'allarme, ecc. completano l'installazione.

Ri.

E. W. Hall, J. W. Davies — **Radiografia industriale.** (The Elec., 30 novembre 1934, pag. 693-696, con 12 fig.). **6 c**

L'esame dei prodotti industriali mediante i raggi X acquista sempre maggiore importanza e diffusione. Nella maggior parte dei casi l'apparechiatura necessaria è relativamente semplice e non eccessivamente costosa. Essa consiste essenzialmente in un trasformatore per altissima tensione e un raddrizzatore. Bastano di solito 200 kV e 10 a 20 mA. Gli AA. presentano un complesso che non costa più di 250 sterline e che è adoperato in una fabbrica inglese di valvole ioniche per l'esame dei catodi delle valvole. L'apparecchiatura è protetta con uno schermo di piombo di mm 2,5. In molti casi si può lavorare con tensioni relativamente basse; per esempio per l'esame dei filamenti delle lampade a carbone basta una tensione di 30 kV per mettere in evidenza eventuali difetti interni. Talvolta è necessario filtrare i raggi X per eliminare gli effetti dei raggi secondari e ottenere immagini più nitide. In generale i filtri sono fatti con fogli sottilissimi di piombo inseriti nella finestra del tubo, ma possono anche essere fatti di fogli più grossi interposti fra l'oggetto e la lastra sensibile; i metalli impiegati sono di solito l'alluminio, il rame, il molibdeno e il piombo; caso per caso bisogna scegliere il tipo più opportuno. Utilissimo impiego trovano i raggi X nell'esame dei materiali isolanti per rivelare eventuali discontinuità, o variazioni di densità, presenza di impurità, ecc. Gli AA. riportano ad esempio le radiografie di lastre di bachelite e di uno scaricatore per sovratensione racchiuso in custodia di porcellana. In generale per ogni oggetto vi è una tensione più adatta che produce i migliori risultati.

Il tubo emette un fascio di raggi eterogenei fra 0,1 e $1,1 \times 10^{-8}$ cm di lunghezza d'onda, e l'effetto di penetrazione, che dipende dalla media delle lunghezze d'onda, cresce col quadrato della tensione applicata. D'altra parte l'assorbimento da parte della lastra sensibile, dal quale dipende l'effetto fotografico, varia all'incirca inversamente al cubo della tensione applicata. Bisogna quindi trovare un accomodamento fra le due opposte esigenze. Numerosi esempi di radiografie, relative specialmente a valvole ioniche, sono riportati dagli Autori. Quando si voglia ottenere una grande finezza di particolari è opportuno ricorrere agli schermi rinforzatori, formati di tungstato di calcio od altro materiale fluorescente per effetto dei raggi X.

Ri.

Donald G. Fink — **Metodi elettrici di indagine geofisica.** (Elec. Eng., marzo 1935, pag. 293-296, con 3 fig.). **6 b**

I metodi in uso possono venire classificati in due categorie secondo che utilizzano campi elettrici naturali oppure prodotti artificialmente dallo sperimentatore. Il metodo di introspezione magnetica utilizza il campo magnetico terrestre il quale, in presenza di certi minerali magnetici, viene, come è noto, molto rinforzato; basta quindi misurare il campo magnetico in diversi punti sull'area da esplorare mediante megnetometri di cui si costruiscono tipi capaci di rivelare variazioni di 3 su 10.000 nell'intensità del campo terrestre; il metodo serve per minerali di ferro, e di nichel e, indirettamente, anche per altri materiali. In un secondo metodo si utilizza il cosidetto campo di autopotenziale che si produce in presenza di certi minerali, specialmente solfuri, che sono chimicamente attivi; un differente grado di ossidazione nei diversi punti del giacimento, si traduce in una particolare distribuzione del potenziale alla superficie; mediante elettrodi infissi nel terreno si rileva il campo superficiale e dalle singolarità di esso si possono dedurre informazioni sul sottosuolo. Nei metodi che utilizzano campi artificialmente prodotti si ha una assai maggiore libertà e vastità di operazione. Il primo di questi metodi, detto metodo a induzione, fa uso di un campo magnetico variabile con legge sinusoidale, di solito a frequenze fra 500 e 1000 per/sec: il campo è prodotto da una grande antenna circolare o triangolare alimentata da un gruppo trasportabile motore a scoppio-alternatore ad alta frequenza. Misurando le deformazioni del campo a qualche

distanza dall'antenna, si hanno notizie sulla presenza di corpi perturbatori nel sottosuolo. Un altro tipo, detto del potenziale superficiale, si basa sulla produzione di un campo elettrico generato immettendo nel suolo, mediante due elettrodi infissi, una corrente continua che viene periodicamente commutata; due elettrodi mobili, che vengono infissi nel terreno successivamente in diversi punti, permettono di rilevare l'andamento superficiale delle linee equipotenziali e di mettere in evidenza le perturbazioni prodotte da materiali profondi. I metodi descritti oltre che per la ricerca e la determinazione di giacimenti metalliferi, servono anche per ricerche di indole geologica sulla costituzione del sottosuolo. Il loro impiego richiede però sempre una accurata preparazione ed una lunga pratica per interpretare correttamente i risultati ottenuti. *N.*

CONDUTTURE.

U. MARCHETTI — **Tavole grafiche per la risoluzione dei problemi meccanici relativi alle linee elettriche di trasmissione con conduttori in rame e in aldrey.** (L'Elettrot., 25 dicembre 1934, pag. 846-854, con 4 figure). **9 c**

L'A. riprende in esame il comportamento meccanico delle linee aeree di trasmissione sulla base della ipotesi semplificativa della sostituzione della parabola alla catenaria e presenta alcune tavole grafiche, che permettono di calcolare facilmente i valori delle frecce, della tensione di posa e delle componenti verticali degli sforzi in corrispondenza agli appoggi, in diverse condizioni di campata e di sovracarico, illustrandone anche l'applicazione con alcuni esempi numerici particolari. *Ri.*

H. HALPERIN, J. E. CLEM, K. W. MILLER — **Sovratensioni nei cavi.** (Elec. Eng., gennaio 1935, pag. 73-82, con 7 fig.). **9 d**

Per eliminare le perdite nei rivestimenti protettivi di piombo di cavi monofasi in circuiti trifasi, si ricorre all'artificio di interrompere la continuità metallica del rivestimento inserendo in alcuni punti speciali elementi isolanti. In seguito ad alcuni casi di sovratensioni manifestatesi nei rivestimenti dei cavi di un impianto americano, gli AA. hanno condotto esaurienti ricerche sperimentali sull'argomento per riconoscere se l'artificio suddetto potesse introdurre condizioni pericolose. Si riconobbe che l'interruzione della corrente di carica in un cavo può produrre sovratensioni di 30 kV fra gli isolatori e di circa 15 kV verso terra sulle camice di piombo di cavi sotterranei; le tensioni sono maggiori in prossimità del punto dove si produce l'interruzione della corrente, diminuiscono rapidamente nei primi chilometri e diventano trascurabili all'estremità opposta della linea. Nel caso di corti tronchi di cavi facenti parte di installazioni di interruttori le sovratensioni possono essere anche parecchio più elevate. Queste sovratensioni possono essere prodotte da onde migranti o da oscillazioni sul conduttore del cavo; di solito il fenomeno si inizia come onda migrante nel conduttore ma si cambia ben presto in onda oscillante smorzata; questa può durare parecchie centinaia di microsecondi ed è alimentata dall'arco nell'interruttore. Rilievi oscillografici eseguiti a circa 1,5 km di distanza dal punto di interruzione dimostrarono che almeno il 90 % delle sovratensioni nei rivestimenti hanno carattere oscillatorio. Le esperienze eseguite in esercizio hanno dimostrato che queste sovratensioni non producono danni nè al rivestimento nè agli isolatori di separazione; è poi sempre possibile con facili accorgimenti ridurle a proporzioni sicuramente tollerabili. A parità di altre condizioni le sovratensioni nel rivestimento tendono ad essere tanto maggiori quanto più elevata è la tensione di esercizio e quanto più corto è il cavo. Numerose tabelle numeriche sono riportate per esporre i risultati delle esperienze eseguite e alcune considerazioni di ordine teorico sono riportate in appendice. *N.*

H. RÖHRIG e K. SCHÖNHERR — **Singolare caso di rottura di una corda di alluminio-acciaio.** (E. T. Z., N. 33, del 16 agosto 1934, pag. 813-814, con 1 fig.). **9 f**

In una conduttura in alluminio-acciaio furono constatate, in occasione di modifiche apportate alla linea, zone di ossidazione eccezionalmente forte sull'anima di acciaio, di guisa che l'alluminio a contatto coll'anima era intaccato. L'inconveniente venne attribuito a difetto di costruzione, in seguito al quale l'isolante tessile interposto, male impregnato, ha assorbito umidità e ha favorito l'ossidazione. *Tt.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

R. PETIT — **Il thyratron a riscaldamento catodico.** (R. G. E., 20 ottobre 1934, pag. 533-39). **10 e**

È una succinta relazione sullo stato attuale di costruzione e di applicazione del thyratron che si presenta oggi per lo più come un apparecchio di potenza intermedia tra la valvola termoionica e il raddrizzatore a vapori di mercurio con controllo di griglia. Riportate le caratteristiche (tensione, intensità, tempo di dejonizzazione, ecc.) dei tipi più diffusi tratta delle varie applicazioni, come relais, come raddrizzatore con regolazione della corrente o della potenza, come interruttore o regolatore negli impianti a corrente alternata, accennando per ciascun caso agli schemi di montaggio e alle condizioni di esercizio. L'A. conclude ricordando che il modo di funzionamento dell'apparecchio è interamente statico, assolutamente sicuro e senza alcun ritardo anche per potenze di alcune decine di kW cosicchè è da prevedersi una crescente diffusione del thyratron. *G. Cc.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

W. E. JOHNSON — **Utilità dei misuratori di rumori nella produzione in grande serie.** (Gen. Elec. Rev., novembre 1934, pag. 504-508). **11 v**

Mentre il paragone fra due rumori dello stesso genere e tonalità può essere compiuto senza discrepanze notevoli anche da ascoltatori diversi, forti divergenze si possono avere nelle varie valutazioni soggettive, quando i rumori differiscano anche qualitativamente fra loro; inoltre in nessun caso i risultati possono essere valutati quantitativamente e registrati. A questi inconvenienti ovvia l'analizzatore dei rumori della G. E. Co. descritto dall'A. Hanno particolare importanza la posizione e la distanza da cui si fa la misura e il tipo di ambiente in cui è eseguita; le pareti del locale di misura debbono assorbire e non riflettere i rumori. Per tener conto delle piccole differenze che, in base alle tolleranze ammesse, possono verificarsi fra due macchine dello stesso tipo, le prove devono essere fatte variando la velocità della macchina stessa in un piccolo intervallo (circa ± 2 %).

È utile pure inoltre analizzare dal punto di vista della produzione del rumore separatamente le varie parti e determinare singolarmente quanto ognuna di esse contribuisca alla produzione stessa. *C. G. E.*

L. E. BARRINGER — **Pericoli per l'isolamento delle macchine elettriche.** (Gen. Elec. Rev., novembre 1934, pag. 498-503). **11 d**

Una prima condizione sfavorevole, che è forse la più diffusa, è l'umidità dell'ambiente. Meno frequente è invece il pericolo opposto, dovuto a un ambiente eccessivamente secco: gli isolanti comuni possono in tali condizioni accartocciarsi e rompersi. Un altro pericolo per l'isolamento è costituito dalle polveri, che spesso sono conduttrici e quasi sempre abrasive.

Alcuni ottimi isolanti solidi, come molte vernici asfaltiche nere, sono attaccati dagli olii, la cui azione non può essere evitata nell'industria dei petroli e dei lubrificanti, e in tutti quei casi in cui l'olio viene abbondantemente impiegato come lubrificante o come isolante liquido.

Si può dire che non esistono isolanti che resistano bene contro tutti gli agenti esterni: caso per caso si impone una scelta dei materiali più adatti ai vari impieghi. Un grande progresso è stato fatto con lo sviluppo delle resine sintetiche, dalle quali si possono preparare ottime vernici e materiali di rivestimento, che formano superfici liscie e dure, resistono al calore, agli olii, agli alcali e agli acidi, offrono buona resistenza all'acqua, se cotti, e non carbonizzano facilmente quando siano sottoposti a scariche. *C. G. E.*

A. SCHNEIDER — **Le bobine Ferrocart e la loro applicazione nella tecnica delle alte frequenze.** (The Elec., 14 dicembre 1934, pag. 770-772, con 8 figure). **11 c**

Il materiale magnetico detto Ferrocart viene usato allo scopo di poter ridurre il numero delle spire nei confronti delle bobine in aria, diminuendo così le perdite nel rame e riducendo le dimensioni delle bobine ed i campi dispersi. L'impiego razionale di tale materiale richiede opportune attenzioni costruttive. La semplice introduzione di un nucleo di materiale magnetico non dà risultati soddisfacenti, perchè dà luogo a forti campi dispersi; d'altra parte anche i principi costruttivi dei trasformatori a bassa frequenza si sono dimostrati inadatti allo scopo. Una bobina ad alta frequenza specialmente per apparecchi riceventi deve rispondere ai seguenti requisiti: forte aumento dell'induttanza per causa del nucleo magnetico col minimo peso di esso; piccole dispersioni di campo; facile regolazione dell'induttanza entro un vasto campo; facile costruzione. Vengono descritti alcuni tipi di bobine toroidali che sono praticamente prive di campi dispersi, ma che sono di difficile costruzione. Assai preferibili si presentano tipi di bobine di costruzione compatta contenenti non solo un nucleo magnetico, ma racchiuse entro materiale magnetico anche esternamente quanto più completamente è possibile. Bobine di questo genere hanno nuclei piccoli e leggeri, sono di facile costruzione e di piccola dimensione; dividendo il nucleo in 2 parti con un piano normale all'asse si genera un intraferro, il cui spessore può facilmente essere fatto variare con comando a mano, ottenendo così una regolazione assai fine della induttanza. Vengono descritti parecchi tipi costruttivi di queste bobine, illustrandone anche le caratteristiche funzionali e le svariate applicazioni nel campo delle alte frequenze. È interessante osservare che, mentre negli ordinari trasformatori il rendimento è proporzionale al peso del nucleo di ferro, nelle bobine del tipo descritto per alte frequenze il rendimento non solo non diminuisce, ma può essere migliorato usando nuclei molto piccoli di forme opportune. *Ri.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Newbery — **Elettrodi per idrogeno in vetro metallizzato.** (Revue de Métallurgie, 1934, n. 3, pag. 81-82). **13 b**

Gli elettrodi in vetro, platinati, sono già in uso da diverso tempo per la separazione del fosforo; sono ora invece allo studio le possibilità di fabbricare elettrodi in vetro metallizzato, per idrogeno. Questo problema, secondo l'A., investe ricerche per determinare la velocità con cui viene raggiunto l'equilibrio sugli elettrodi; la facoltà di conservare un potenziale costante durante lunghi periodi, la resistenza meccanica del deposito sul vetro stesso. Dal punto di vista di tali applicazioni sono stati provati elettrodi di vetro con i seguenti metalli: platino, palladio, oro, argento, valendosi di soluzioni alcooliche, così costituite: cloruro di platino (2 %); cloruro di palladio (2)%); cloruro d'oro (5 %); e la soluzione acquosa di nitrato d'argento. Infine la nota si chiude facendo cenno ai tipi di elettrodi adottati ed ai risultati delle prove. *E. R.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

P. Scherrer — **Struttura cristallina e caratteristiche di resistenza.** (Schweiz. Elek. Verein Bull., N. 17, 1934, pag. 457-463, con 8 fig.). **14 b**

Si possono spiegare le caratteristiche di resistenza meccaniche dei corpi solidi che derivano principalmente dalla legge di Hooke per mezzo della teoria della struttura a griglia dei solidi, e della moderna meccanica dell'atomo. Si può parimenti calcolare correttamente sotto alcune condizioni, la resistenza alla rottura. Tali calcoli si basano sulla spiegazione data dalla meccanica quantistica delle forze d'attrazione e di ripulsione mutua tra gli atomi. I fenomeni più complicati della resistenza dei materiali, come la deformazione plastica e la fatica o la ricristallizzazione non hanno ancora trovato una spiegazione teorica. *A. Bs.*

R. Saenger — **Problemi del ferromagnetismo.** (Schweiz. Elek. Verein Bull., N. 6, 1934, pag. 137-143, con 9 fig.). **14 h**

L'A. passa in rassegna gli sviluppi delle ricerche sul ferromagnetismo. Partendo dalla spiegazione del paramagnetismo data da Langevin, l'A. esamina la teoria del ferromagnetismo di Weiss tenendo conto della meccanica quantistica. L'ipotesi di Weiss tendente ad ammettere un campo molecolare interno, è corroborata dalle considerazioni basantesi sulla teoria dei quanta, quali sono espresse nella teoria del ferromagnetismo di Heisenberg. Le più recenti misure della magnetizzazione dei monocristalli mostrano come il vettore di magnetizzazione spontanea sia legato alla rete cristallina. Tenendo conto delle tensioni elastiche nell'interno della rete cristallina si può ugualmente dare una spiegazione qualitativa della curva tecnica di magnetizzazione. *A. Bs.*

A. Kessler — **Le condizioni acustiche delle sale di audizione.** (La Tech. Mod., 1 febbraio 1935, pag. 71-76, con 7 fig.). **14d**

Un auditorium, dal punto di vista acustico è caratterizzato da tre condizioni: 1°) Condizioni dell'ambiente per l'audizione; 2°) condizioni della sala; 3°) condizioni della sorgente sonora. L'analisi delle caratteristiche di un'acustica difettosa indica i seguenti difetti: insufficienza di assorbimento totale; difetti di forma, con riflessioni locali, ecc.; sproporzione fra il numero degli ascoltatori e la grandezza del locale; risonanza. A questi difetti fanno riscontro alcuni rimedi, come: impiego sulle pareti di materie assorbenti, o di materiali che riflettano, razionalmente disposti; modificazione dei profili, specie delle volte, quando possibile; adozione di chiusure mobili per ridurre il volume del locale con piccolo numero di ascoltatori; rinforzo della sorgente sonora. La risonanza si corregge caso per caso, sperimentalmente. Seguono nella trattazione alcuni casi concreti di analisi acustica, relativamente: ad una sala di conferenze; ad una sala di cinema sonoro; ad una sala di teatro. Numerosi diagrammi integrano con molta efficenza il testo. *E. R.*

H. J. White — **La tecnica delle cellule di Kerr.** (Rev. Scientific Instruments, gennaio 1935, pag. 22-26, con 4 fig.). **14 c**

Per la costruzione delle cellule di Kerr al nitrobenzene è necessario tenere presenti molte precauzioni per evitare cause di errore nell'impiego della cellula. È anzitutto necessario purificare al massimo il nitrobenzene, ciò per due ragioni: il calore dissipato nella cellula deve essere abbastanza piccolo perchè le distorsioni del campo ottico dovute alle correnti di convezione nel nitrobenzene siano trascurabili; inoltre deve essere pure trascurabile, come viene dimostrato dall'A., la distorsione del campo elettrico nella cellula dovuto alla carica spaziale, prodotta dalla concentrazione degli ioni in vicinanza degli elettrodi. La riduzione di questa carica spaziale esige che la conduttività del nitrobenzene sia ridotta a valori che vengono difficilmente raggiunti.

L'A. si diffonde a descrivere la tecnica per la purificazione del nitrobenzene. Vengono poi considerati alcuni dettagli più propriamente costruttivi delle cellule di Kerr destinate a funzionare in un campo di tensioni da 3 a 50 kV; esse vengono usate nello studio delle fasi iniziali delle scariche a scintilla. È essenziale che la cellula non abbia a distorcere il fascio di luce che la attraversa e che non abbia da introdurre alcuna doppia rifrazione quando la tensione applicata è nulla. Si esige quindi che le finestre della cellula siano fatte di vetro purissimo, omogeneo, privo di tensioni interne e con facce rigorosamente piane e parallele; inoltre le finestre devono essere esattamente perpendicolari all'asse della cellula. Si fa spesso uso di vetro pyrex, ma la difficoltà consiste nell'attacco al corpo della cellula, il che deve essere fatto mediante sostanze assolutamente inattaccabili dal nitrobenzene; si è dimostrato utile a tale scopo un derivato della ceresina. Si può anche ricorrere per maggiore sicurezza a finestre di vetro pyrex saldate in posto alla fiamma; l'A. descrive la tecnica di questo metodo, la quale però esige molta accuratezza ed una ricottura dopo l'esecuzione per eliminare le tensioni interne che vengono a generarsi nel pyrex. *Ri.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

J. B. Brainerd, J. Neufeld — **Relazioni di similitudine nella elettrotecnica.** (Elec. Eng., marzo 1935, pag. 268-271). **15 a**

Gli AA. osservano come, mentre l'uso di esperienze su modelli è molto diffuso in parecchi rami della tecnica esso sia invece quasi sconosciuto presso gli elettrotecnici. Gli AA. intendono riferirsi ai noti metodi coi quali i risultati di esperienze eseguite su un oggetto vengono estesi a tutta una classe di oggetti simili seguendo certe relazioni di similitudine dedotte in base all'analisi dimensionale; certi dispositivi, come le tavole elettriche di calcolazione non sono « modelli » nel senso così definito. Un esempio di applicazione del metodo è stato offerto da Forbes e Gorman i quali hanno misurato la resistenza di certi conduttori in alta frequenza e poi hanno applicati i risultati, in base a regole di similitudine, al caso di sbarre a bassa frequenza; le condizioni sperimentali in alta frequenza erano assai più opportune per la determinazione delle grandezze volute. Gli AA. citano una quantità di problemi nei quali il metodo dei « modelli » potrebbe probabilmente essere applicato con vantaggio e si chiedono ad esempio se esso non sarebbe applicabile allo studio dei fenomeni di fulminazione ad altissime tensioni; il problema non dovrebbe essere molto più difficile di quello aerodinamico relativo alle esperienze su modelli nel tubo a vento. Come base per lo studio delle applicazioni proposte gli AA. espongono alcune nozioni generali sul metodo dei modelli e illustrano alcuni esempi di determinazione delle regole di similitudine in base all'analisi dimensionale, con speciale riguardo all'eletrotecnica. Vengono anche riportate indicazioni bibliografiche di recentissimi lavori in cui il metodo dei modelli ha effettivamente trovato applicazione anche nel campo elettrico. *N.*

F. O. McMillan — **Alcune caratteristiche della corona su conduttori a corrente alternata.** (Elec. Eng., marzo 1935, pag. 282-292, con 11 fig.). **15 e**

Vengono specialmente messe in evidenza alcune caratteristiche del fenomeno corona dipendenti dalla polarità, riconosciute durante studi compiuti coll'oscillografo a raggi catodici sul fenomeno corona effettuato su conduttori lisci o diversamente tormentati. Questo effetto di polarità presente nella corona a corrente alternata è caratterizzato, da una rapidità assai maggiore della variazione di corrente all'inizio della formazione del fenomeno corona quando il conduttore è negativo che quando esso è positivo; il fenomeno si presenta sia con conduttori a superficie liscia sia nel caso di superficie alterata. Questa rapidissima variazione iniziale della corrente nella corona negativa ad ogni ciclo, dà luogo a oscillazioni ad alta frequenza che interferiscono colle radio comunicazioni; la corona positiva che presenta un incremento della corrente assai più lento, non produce invece disturbi alla radio, fuorchè nel caso di conduttori in condizioni anormali di alterazione superficiale; ma in ogni caso la radiazione elettromagnetica per l'onda positiva si manifesta assai diversa da quella dovuta alla corona dell'onda negativa. Viene descritto il dispositivo di misura adoperato nelle esperienze e sono riportati numerosi oscillogrammi e ciclogrammi rilevati sperimentalmente e che mettono in evidenza le caratteristiche su indicate; questi oscillogrammi vengono discussi e interpretati. Le esperienze sono state eseguite su conduttori di diversi materiali con risultati concordanti. Le osservazioni vengono poi messe in relazione con una teoria del fenomeno corona precedentemente illustrata dall'A. e basata sulla teoria di Townsend della ionizzazione dei gas per collisione e sulla differenza di mobilità degli ioni positivi e negativi nella carica spaziale che circonda il conduttore. *N.*

C. E. Webb, L. H. Ford — **La diminuzione di permeabilità del ferro col tempo per valori bassi dell'induzione.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 456, dicembre 1935, pag. 787-797, con 6 fig.).

Un campione di ferro anulare magnetizzato diminuisce lentamente la sua permeabilità se periodicamente non viene sottoposto a reiterati cicli di magnetizzazione completi; la misura della permeabilità va eseguita variando di poco la magnetizzazione secondo un ciclo d'isteresi parziale in modo da riportare l'induzione al valore iniziale. Gli AA. hanno eseguito una serie di misure su campioni di ferro circolari di struttura massiccia e laminata con cor-

rente continua e con corrente alternata a frequenza industriale. Le variazioni in meno della permeabilità sono particolarmente sensibili anche dopo due settimane dall'ultimo ciclo d'isteresi completo purchè si operi con valori d'induzione molto bassi; al disotto di 1000 gauss la permeabilità magnetica non ha un significato preciso se non si dicono chiaramente le modalità con cui il materiale è stato provato. I materiali provati sono: acciaio dolce e ferro Armco in barra, lamiere d'indotto Lohys comuni e speciali, lamiere a basso tenore di silicio, lamiere col 50 % di nichel, ferro svedese in barre, lamiere ad alto tenore di silicio, ferro in lega con alluminio in barre, mumetal in strisce.

Prima della prova magnetica tutti materiali avevano passato un lungo periodo di invecchiamento e davano perciò affidamento di stabilità nella struttura. Le variazioni della permeabilità sono state più sentite per le lamiere ad alto tenore di silicio, seguono leghe di ferro col 2 % di alluminio, le lamiere a basso tenore di silicio e quelle comuni; variazioni insignificanti si osservano nelle leghe ad alto tenore di nichel (mumetal). Il fenomeno della perdita di permeabilità interessa specialmente nei materiali sensibili agli urti meccanici. A conclusione delle loro ricerche gli AA. riportano la seguente formula pratica che rappresenta come varia la permeabilità del ferro col passare del tempo: $\delta = K e^{-A t^n}$, dove δ rappresenta la percentuale di diminuzione della permeabilità, t è il tempo in minuti a partire dall'ultimo ciclo d'isteresi completo, K è una costante che per le lamiere ad alto tenore di silicio è compresa fra 71 e 174, A varia da 0,19 a 0,58 ed $n = 0,25$. *I. L.*

H. Zuhrt — Formule approssimative semplificate della capacità propria di bobine a molti strati. (E. T. Z., N. 27 del 5 luglio 1934, pag. 662-665, con 7 fig.). **15 b**

L'A. dà formule semplificate per il calcolo della capacità di bobine di induttanza, elemento di cui bisogna tener conto nella tecnica delle alte frequenze e delle alte tensioni. Dalla formula di Thomson, che dà tale capacità, l'A. calcola la capacità propria di bobine a un solo strato cilindriche e piane e da questi risultati deduce la capacità di bobine a più strati, tenendo conto dei campi elettrici sviluppati fra i diversi strati, come se questi fossero dei condensatori. Nell'articolo vengono poi dati numerosi esempi di applicazione di queste formule, e viene mostrato come i risultati ottenuti con tali formule concordino coi risultati delle misure. *Tt.*

G. Giorgi — Memorandum sul sistema M. K. S. di unità pratiche. (L'Elettrot., 25 dicembre 1934, pag. 854-858). **15 a**

Si tratta di un memorandum preparato per illustrare al Comitato per le Unità Elettriche e Magnetiche della Commissione Elettrotecnica Internazionale i principi essenziali del sistema assoluto di unità proposto dall'A., discutendone i vantaggi nei rispetti dei due sistemi C. G. S. e delle unità pratiche. *Ri.*

E. W. Kimbark — Analisi sperimentale di squilibri doppi. (Elec. Eng., febbraio 1935, pag. 159-165, con 13 fig.). **15 b**

Talvolta nelle reti elettriche si verificano corti circuiti contemporaneamente in due o più punti, oppure possono esistere contemporaneamente circuiti aperti e corti circuiti; in altri casi può essere interessante analizzare le conseguenze di due o più carichi monofasi o squilibrati. Tutti questi casi possono considerarsi come squilibri doppi che l'A. definisce in linea generale come uno squilibrio connesso a una rete polifase in due punti, purchè correnti e tensioni differiscano entrambi nei due punti. La trattazione di simili problemi si presenta assai ardua dal punto di vista matematico ma può essere praticamente facilitata ricorrendo all'uso delle note « tavole di calcolo ». L'A. chiarisce l'impiego di tale metodo specialmente nei riguardi dell'uso delle tavole a corrente alternata, ma parecchie delle considerazioni svolte possono pure applicarsi all'uso delle tavole a corrente continua o anche alla soluzione puramente matematica delle reti. Vengono esaminati i diversi casi che possono presentarsi e per ciascuno di essi è indicato il modo di tradurlo in circuiti equivalenti da utilizzare per la tavola di calcolo. Di solito uno o più rami di tali circuiti equivalenti devono avere impedenze negative (resistenza negativa e reattanza negativa); la reattanza negativa può essere facilmente realizzata con condensatori ma per le resistenze negative le cose si presentano meno semplici. L'A. indica anche alcuni artifici che si possono opportunamente usare per realizzare praticamente alla tavola di calcolo queste impedenze negative. *N.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

W. Vaillant — La determinazione dell'efficienza delle lampade a luminescenza funzionanti a corrente alternata. (Licht, novembre e dicembre 1934, pag. 221-222 e 243-244, con 3 fig.). **19 f**

La determinazione della potenza assorbita dalle lampade a luminescenza funzionanti a corrente alternata risulta assai imprecisa, come è evidente dai dati sperimentali riportati nell'articolo, se essa è effettuata con gli ordinari strumenti di misura, e la ragione di ciò è da attribuire, principalmente, alla notevole deformazione dell'onda di tensione provocata dalle lampade in oggetto. Inoltre, nella misura del flusso luminoso non si può raggiungere una grande precisione, dato che si è nel campo della fotometria eterocromatica, sia che si ricorra ai metodi soggettivi sia a quelli obiettivi. Conseguentemente, l'efficienza delle lampade a luminescenza, calcolata in base alle misure di potenza e di flusso luminoso, risulta affetta da errori considerevoli, a meno che non si adottino dispositivi di misura ad accorgimenti opportuni, quali sono quelli indicati dall'A. *G. Co.*

J. Schaer — Sul problema dell'illuminazione delle strade. (Licht, dicembre 1934, pag. 225-228, con 9 fig.). **19 b**

L'abbassamento notevole della velocità media degli autoveicoli durante la notte ed i pericoli d'incidenti stradali dovuti all'abbagliamento dei fari, sono le principali ragioni che consigliano di provvedere le autostrade di impianti d'illuminazione. Tali impianti devono fornire un'illuminazione non troppo intensa (appena sufficiente per la chiara e tempestiva percezione degli ostacoli) ma uniforme; inoltre le sorgenti luminose non devono areve uno splendore troppo forte nè presentare un contrasto di luminosità troppo marcato rispetto al nastro stradale. L'A. indica alcune soluzioni dell'importante problema, rilevando come nessuna di esse soddisfi a tutti i requisiti sopra enunciati; per contro, la soluzione completa e, nel contempo, economica si ottiene con l'impiego delle lampade a vapori di sodio, come è evidente dalla descrizione di qualche impianto fatta nell'articolo. *G. Co.*

P. Bonetti — Della economica tensione di esercizio delle lampade elettriche in gas inerte alimentate a tensione costante. (Ill. R., dicembre 1934, pag. 223-229, con 4 fig.). **19 d**

L'A. ricerca le condizioni di esercizio di massima convenienza economica delle lampade ad incandescenza nel gas e, all'uopo, trova il rapporto intercedente fra il valor medio della tensione effettiva di esercizio e la tensione nominale di funzionamento delle lampade, in funzione dei dati caratteristici e delle condizioni di esercizio e degli elementi commerciali delle lampade stesse. Ne risulta una equazione in base alla quale l'A. traccia due abachi (uno per tariffa a consumo e uno per tariffa a forfait) che si possono utilizzare, come è evidente dalle applicazioni numeriche contenute nell'articolo, per risolvere rapidamente i problemi che si presentano in pratica. *G. Co.*

W. S. Stiles — Confronto dei poteri penetranti nella nebbia dei fasci di luce bianca e colorata dei fari d'automobile. (J. G. Light, ott. 1934, pag. 313, con 1 fig.). **19 a**

L'A. riferisce brevemente sui risultati di esperienze fatte durante notti nebbiose e volte ad accertare l'eventuale variazione nella portata dei fari d'automobile, conseguente all'impiego di svariati filtri di colore, ed a stabilire la correlazione fra questa variazione e la diminuita intensità luminosa del fascio di luce dei fari stessi. Non si sono potute trarre conclusioni definitive; tuttavia sembra, almeno per quel che riguarda le specie di nebbia occorse durante gli esperimenti, che il potere di percezione consentito dai fasci di luce colorata sia uguale a quello assicurato dai fasci di luce bianca della stessa intensità luminosa. *G. Co.*

J. M. Waldram — Caratteristiche di riflessione delle superfici stradali e loro influenza sulla pratica dell'illuminazione. (J. G. Light, ottobre e novembre 1934, pag. 305-313 e 339-349, con 33 fig. e 3 tab.). **19 b**

Secondo l'A., l'aspetto di una strada illuminata è sempre diverso da quello immaginato dal progettista dell'illuminazione della stessa strada. Ciò è dovuto al fatto che, in sede di progetto, non si dispone di una prospettiva della strada da illuminare sulla quale segnare gli elementi geometrici ed alcuni degli elementi fotometrici relativi all'impianto considerato, e perchè non si ha esatta conoscenza delle proprietà riflettenti della superficie stradale. L'A. ricorda all'uopo le principali proprietà della rappresentazione grafica suddetta ed il modo di ottenerla dalla pressentazione piana, per passare poi alla descrizione di vari metodi e dispositivi sperimentali per la misura della luminosità e del potere riflettente delle superfici stradali, fornendo, al riguardo, numerosi dati ricavati sperimentalmente e discutendoli. Espone quindi i criteri per la scelta e per la disposizione più razionale degli apparecchi d'illuminazione pubblica, e termina indicando le caratteristiche più favorevoli della superficie stradale, dal duplice punto di vista dell'illuminazione e del traffico. Segue un'interessante discussione. *G. Co.*

S. English — Alcune nuove forme di apparecchi d'illuminazione stradale. (J. G. Light, novembre 1934, pag. 352-361, con 17 fig. e 2 tab.). **19 b**

L'articolo riguarda, prevalentemente, un argomento di attualità: quello degli apparecchi d'illuminazione stradale per le nuove lampade a vapori metallici. L'A. descrive partitamente la costituzione e le caratteristiche fotometriche dei principali tipi di riflettori, di rifrattori e di lanterne ad elementi diffondenti e rifrangenti che sono stati ideati in Inghilterra (si tratta quasi sempre di apparecchi asimmetrici per sospensione laterale da equipaggiare con lampade a vapori di mercurio ad alta pressione). Infine, dà brevemente notizia di quanto è stato fatto di analogo in Francia e in Germania. *G. Co.*

E. N. Semenovskaja — **Persistenza della visione chiara dell'occhio nudo.** (Licht, settembre 1934, pag. 178-180, con 3 fig. e 1 tab.). **19 a**

È noto che quando si fissa intensamente un oggetto, la sua immagine, da nitida che è in un primo tempo, si fa poi confusa. Le esperienze di cui si parla nell'articolo sono state effettuate per accertare se, escludendo ogni causa specifica di affaticamento oculare, la durata della visione chiara varia durante il corso della giornata e, inoltre, se su questa durata influisce, e in quale grado, l'illuminazione. In base ai risultati ottenuti, l'A. conclude con l'affermare che, mentre la durata della visione chiara rimane praticamente costante durante il giorno, essa cresce col crescere dell'intensità d'illuminazione. *G. Co.*

Illuminazione stradale. (The Elec., 14 dic. 1934, pag. 773-776, con 6 fig.). **19b**

Nell'illuminazione stradale è essenziale che non vi siano forti contrasti di intensità e che il grado di illuminazione sia sufficiente per permettere la facile percezione anche da bordo di veicoli ad elevata velocità. Il grado di illuminazione richiesto è difficile da precisare in particolare, perchè dipende dalla qualità della superficie stradale, dall'angolo col quale la luce investe la strada e dalla qualità di luce che arriva all'occhio direttamente. Si può in generale ritenere soddisfacente un flusso luminoso di 2 a 20 lumen per metro quadrato. I progressi di questa tecnica devono procedere su tre direttive: produzione di lampade ad elevato rendimento; accurato controllo del flusso luminoso dalle lampade e dagli apparecchi connessi; controllo delle proprietà riflettenti delle superfici stradali. Mentre nell'Europa Continentale e nell'America vanno acquistando favore le lampade al sodio, in Inghilterra sembra si preferiscano le lampade a vapore di mercurio ad alta pressione, le quali hanno rendimento presochè eguale alle lampade al sodio, ma presentano su di esse vantaggi dal lato del costo, della semplicità di costruzione e di installazione, nella rapidità nel periodo iniziale del riscaldamento e nella colorazione della luce emessa. Le lampade al sodio però presentano forse maggiori probabilità di ulteriori guadagni nel rendimento. Le lampade al mercurio sono invece più promettenti per quanto riguarda la produzione di luce bianca mediante opportune aggiunte delle radiazioni rosse che in esse mancano. Attualmente sono disponibili lampade a scarica nel vapore di mercurio ad alta pressione del tipo da 250 watt, 400 watt e 700 watt. Il rendimento della lampada da 400 W è di oltre 42 lumen per watt. L'importanza di una buona illuminazione stradale è assai grande sia dal lato economico sia da quello della riduzione degli incidenti stradali. Quest'ultimo fatto è dimostrato da numerose osservazioni eseguite, fra esse sono interessanti quelle eseguite negli anni 1931, 1932, 1933 a Toronto, secondo le quali poco meno della metà degli incidenti stradali notturni sarebbero stati causati dalla insufficiente illuminazione. *Ri.*

Progressi in illuminazione. (J. G. Light, dicembre 1934, pag. 390-396). **19 a**

Durante il 1934, sono state introdotte nella Gran Bretagna le lampade ad incandescenza a filamento due volte spiralizzato (limitatamente al tipo da 40 W), si sono perfezionate le lampade a vapori di mercurio ad alta pressione (da notare una modificazione di queste lampade volta ad arricchirne lo spettro con le radiazioni rosse prima mancanti ed effettuata col concorso, oltre che dei vapori di mercurio, dei vapori di cadmio e di zinco) e le lampade a vapori di sodio, ed è stata ripresa l'idea di utilizzare le lampade ad anidride carbonica. Svariati i perfezionamenti e le innovazioni nel campo degli apparecchi d'illuminazione, specialmente per quel che riguarda gli apparecchi per le lampade a vapori metallici. In continuo sviluppo le applicazioni; fra l'altro, degno di nota è il rapido diffondersi dei sistemi di regolazione luminosa del traffico. Una considerevole attività si è svolta anche in campo fotometrico, sia per quel che riguarda le ricerche scientifiche come pure per ciò che si riferisce alla pratica delle misure industriali. *G. Co.*

IMPIANTI.

O. Taylor — **Una visita agli impianti svedesi.** (The Elec., 23 novembre 1934, pag. 661). **20 i**

La Svezia possiede ricchissime risorse di energia idraulica, il cui sfruttamento può farsi in condizioni particolarmente favorevoli sia per la buona natura delle rocce, sia perchè i fiumi hanno portate abbastanza costanti per tutto l'anno, data l'abbondanza dei laghi che occupano circa l'8 % dell'area totale del paese. La centrale di Vargon sul fiume Gota contiene due ruote Kaplan per un salto di circa 4,5 m, ciascuna da 10.000 kW a 46,9 giri al minuto; tali turbine, con diametro di m 8, sono le più grandi finora installate di tale tipo; esse sono ad asse verticale e installate con dispositivo di condotto di alimentazione a sifone. Gli alternatori sono disposti praticamente all'aperto, essendo semplicemente protetti da grandi coperchi di lamiera che possono essere tolti mediante una gru a ponte, scorrevole sopra la centrale. La centrale di Poryus, da 77.000 kW, è situata oltre il circolo polare artico ed è costruita in scavo nella roccia ad una profondità di circa 50 m sotto il livello del suolo. Un impianto di accumulazione a pompa è quello di Sillre; l'acqua viene pompata durante le ore di basso carico dal fiume Indal fino ad un lago situato 200 m più in alto, per essere poi utilizzata nei periodi di forte carico; la centrale, progettata per 3 unità, ne contiene finora soltanto una da 6000 kW. Vi sono in Isvezia 4 grandi centrali termoelettriche a vapore: Västerås da 110.000 kW, Stoccolma da 100.000 kW, Göteborg da 26.000 kW e Malmö da 40.000 kW. Queste centrali vengono usate soltanto nei periodi di punte di carico, nel periodo invernale di acque basse o in caso di incidenti o di guasti negli altri impianti. Sebbene la potenza installata nelle centrali termoelettriche rappresenti circa il 40 % di quella delle centrali idriche, l'energia prodotta per via termoelettrica rappresenta di solito soltanto l'8 % di quella generata per via idraulica. Le centrali a vapore sono tutte progettate per una rapida messa in servizio e sono equipaggiate con caldaie a combustibile liquido, e con turbine Liungstrom. Nella centrale di Västerås è installata una turbina di tale tipo da 50.000 kW, che è la più grande del genere; il gruppo è mantenuto in servizio permanente come condensatore sincrono, ma può assumere il pieno carico in 2 o 3 minuti. *Ri.*

G. Rautenkrantz — **I servizi elettrici della città del Vaticano.** (E. T. Z., N. 27, del 5 luglio 1934, pag. 665-666, con 4 fig.). **20 f**

Recentemente lo stato della città del Vaticano ha riorganizzato i suoi servizi elettrici installando due gruppi turbo-alternatori da 300 kW ciascuno, 6000 giri al minuto: l'accoppiamento fra turbina e alternatore è fatto mediante coppia di ingranaggi riduttori. L'energia viene prodotta a 230 volt, 50 per/sec: per una parte di essa la tensione viene poi elevata a 8400 volt per mezzo di due trasformatori da 200 kW ciascuno. Il vapore per l'azionamento delle turbine è generato in tre caldaie a nafta che possono fornire all'ora 3500 kg di vapore ciascuna a 21 atmosfere. *Tt.*

Installazione di teleregolazione di frequenza e di carico. (Bull. Soc. Franc., gennaio 1935, pag. 65-70, con 4 fig.). **20 l**

Il sistema descritto è stato applicato per le Officine di Belleville e di Beaufort della Società delle Acciaierie di Ugine. Il problema era di assicurare la regolazione automatica della frequenza e del carico nelle 2 Officine da una lontana cabina di interconnessione. L'apparecchio produce impulsi di corrente che per mezzo di un emittente connesso alla linea ad alta tensione generano la emissione di onde su 2 frequenze diverse, comandando rispettivamente l'aumento e la diminuzione della velocità delle turbine; la corrente ad alta frequenza mediante 2 ricevitori installati nelle Officine viene trasformata in corrente continua e inviata ai servomotori dei regolatori. L'apparecchio di regolazione può, a volontà istantaneamente essere collegato a un frequenziometro o ad un wattmetro. Viene descritta la costruzione degli apparecchi ed illustrato il loro modo di funzionare. *Ri.*

B. Bauer — **Risultati d'esercizio della centrale di riscaldamento della E. T. H. ed esame dei compiti delle centrali di riscaldamento nell'economia svizzera dell'energia.** (Schweiz. Elek. Verein Bull., N. 6, 1934, pag. 148). **20 f**

In una seduta della Société Zuricoise des Ingenieurs et Architects fu esaminata la centrale elettrica e di riscaldamento dell'Ecole Polytechnique fédérale. M. Quiby che ne diresse i lavori per la parte meccanica e termica passò in rassegna i principi applicati nell'impianto, e descrisse la costruzione e l'impianto. M. B. Bauer, direttore dei lavori per la parte elettrica, e poi direttore d'esercizio trattò i problemi scientifici e quelli d'esercizio, e tratteggiò la possibilità di accoppiamento tra le centrali idrauliche e quelle termiche serventi contemporaneamente al riscaldamento degli stabili. Nell'articolo è riassunta l'esposizione di Bauer. *A. Bs.*

C. Zueblin — **La nuova centrale di punta e di riserva della A. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke A. G.** (Wärme, 19 gennaio 1935, pagine 36-39, con 7 figure). **20 f**

La Società suindicata possiede parecchie centrali idroelettriche, che tuttavia hanno una produzione alquanto irregolare nel tempo, cosicchè occorreva acquistare energia da altri enti. Venne perciò studiata la costruzione di una centrale di punta per una potenza di circa 20.000 kW e una produzione annua al massimo di 24.000.000 kWh. Prese in esame le diverse soluzioni possibili risultò più conveniente l'adozione di una centrale termica con motori Diesel. Si arrivò così alla costruzione di una delle centrali Diesel-elettriche più potenti del mondo con una potenza continua di 16.000 kW distribuita su tre gruppi. Ognuno di essi è costituito da un motore Diesel a doppio effetto tipo Sulzer da 5400 kW di potenza normale e 6250 kW di potenza massima, accoppiato ad un alternatore Oerlikon da 5000 kW. Il macchinario è installato in uno speciale edificio a sè, mentre il quadro è riportato nell'edificio della vicina centrale idroelettrica di Kubel, che contiene anche sei gruppi idroelettrici.

Speciali segnali luminosi dànno le indicazioni relative al funzionamento dei Diesel. I motori hanno cilindri da 600 mm di diametro e 1000 mm di corsa; il numero dei giri è di 187 al minuto. L'iniezione del combustibile avviene senza aria compressa; l'aria di lavaggio è fornita da una pompa a stantuffo direttamente comandata dall'albero a gomito. La disposizione dei gomiti sull'al-

bero è studiata in modo che il funzionamento del motore riesce assai tranquillo. Il raffreddamento dello stantuffo è effettuato con circolazione d'acqua in pressione di 2 a 2,5 atm. Le pompe del combustibile funzionano, a seconda del carico, a pressione di 400-600 atm. Lo messa in marcia è assai rapida, tanto che in un minuto e mezzo si può portare un gruppo da fermo all'inserzione in parallelo.

Gli alternatori sono da 6250 kVA, 10.700 V, 50 per/sec, fattore di potenza 0,8. Sono anche riportati i risultati delle prove di collaudo eseguite su uno dei motori: il consumo del combustibile è risultato di 244 grammi per kWh a carico normale e di 268,5 grammi per kWh a metà carico. *Ri.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

KUHLMANN — **Lo sviluppo dal 1912 e la situazione attuale dell'Istituto elettrotecnico dell'Ecole Polytechnique Federale.** (Schweiz. Elek. Verein Bull., N. 6, 1934, pag. 167-176, con 22 fig.). **23**

L'A. esamina lo sviluppo dell'Istituto dall'epoca del Prof. H. F. Weber, mettendo in rilievo le trasformazioni completate nel 1932. L'Istituto rappresenta attualmente un modello del genere, nel quale gli studenti possono eseguire studi sperimentali svariati con un minimo di tempo necessario per la preparazione delle esperienze. Nell'articolo sono dettagliatamente descritti e illustrati, il sistema d'alimentzaione, le sale di conferenza, il laboratorio per i principianti, quello delle misure tecniche di precisione, quello delle macchine, quello ad alta tensione, la sala di taratura, e infine gli impianti generali. *A. Bs.*

MACCHINE A COLLETTORE.

T. R. RHEA — **Generatore di corrente continua con tre avvolgimenti di campo.** (Gen. Elec. Rev., novembre 1934, pag. 509-513). **25 c**

Questo tipo di generatore possiede tre avvolgimenti di eccitazione distinti: uno di essi è alimentato a tensione costante da una sorgente separata; un altro è collegato in derivazione ed il terzo in serie differenziale.

L'A. studia l'andamento delle caratteristiche, a seconda che si rende più o meno preponderante l'una o l'altra delle eccitazioni, specialmente nei riguardi del funzionamento di un motore a eccitazione indipendente alimentato dal generatore stesso. I vantaggi principali degli azionamenti di questo tipo sono: possibilità di controllare e limitare con facilità la coppia, la velocità e le caratteristiche di potenza dei motori, in modo che essi risultano adatti per servizi molto gravosi, anche se sono affidati a manovratori poco esperti; semplicità di funzionamento, per l'assenza quasi completa di relais di controllo e di contattori; dolcezza e gradualità di funzionamento con spesa di manutenzione minima per tutto l'equipaggiamento meccanico; maggiore rapidità e risparmio di energia, specialmente quando si tratti di impianti di carico e scarico del materiale. Le applicazioni più importanti di questi tipo di dinamo si hanno in impianti per escavatrici, draghe, macchinari per pozzi di petrolio, ponti di carico di miniere, torri di scarico, automotrici benzo-elettriche, ecc. *C. G. E.*

C. LAMBOEUF — **Dinamo a caratteristica deformata per saturazione.** (Rev. Elect. Mec., gennaio-febbraio 1935, pag. 1-10, con 12 fig.). **25 d**

Occorre qualche volta di poter realizzare la stabilità della tensione di una dinamo ad autoeccitazione in derivazione a valori molto inferiori a quello della tensione normale. Così avviene per esempio per eccitatrici di alternatori, quando la tensione dell'altenatore stesso debba essere regolata mediante il reostato di campo dell'eccitatrice; non è raro il caso che occorra mantenere la stabilità della tensione dell'eccitatrice per un campo di valori da 1 a 4 fra il funzionamento dell'alternatore a vuoto ed in sovraccarico. In generale per una dinamo normale per una tensione all'incirca metà di quella normale si è già in un campo di instabilità. Si può arrivare alla stabilizzazione creando una saturazione supplementare in una sezione di ferro situata in un punto qualunque del circuito magnetico. Uno dei dispositivi più semplici è quello di ridurre la sezione all'attacco dei poli alla carcassa mediante l'introduzione di un foglio di lamiera forato oppure praticando con la fresa un leggero incavo nella base d'attacco del polo; a debole tensione il flusso satura la sezione ridota e resta così assicurata la stabilità. A tensione massima una parte del flusso deve invece attraversare direttamente l'intervallo d'aria messo in parallelo colla sezione ridotta; l'A. indica il modo di calcolare come si ripartisca il flusso in tale caso e come determinare la forza magneto-motrice necessaria. Un altro metodo per deformare la caratteristica della dinamo è quello di ricorrere ad un shunto magnetico.

Se fra i poli di una dinamo si stabilisce un collegamento magnetico mediante una sbarra di ferro dolce, il flusso totale emesso dall'induttore si ripartisce in due parti secondo i due percorsi messi in parallelo ed inversamente alle loro riluttanze; mentre la riluttanza dell'indotto è pressochè costante in causa dell'intraferro, quella dello shunt aumenta bruscamente quando si tocca la saturazione, cosicchè al disopra dei valori corrispondenti il flusso dell'indutore passa in proporzione sempre maggiore per l'indotto. L'A. illustra le proprietà di una tale macchina e le sue applicazioni per diversi scopi. *Ri.*

MATERIALI.

R. G. WEIGEL — **Materiali per illuminazione.** (Licht, ottobre e novembre 1934, pag. 201-203 e 222-224, con 8 fig.). **26 v**

L'A. dà conto dei risultati di numerose esperienze fatte allo scopo di determinare le caratteristiche fotometriche della maggior parte dei materiali usati per la fabbricazione degli apparecchi d'illuminazione. In primo luogo sono stati esaminati i differenti tipi di vetro: si sono determinati i coefficienti di riflessione, di trasmissione e di assorbimento e le indicatrici di diffusione dei vetri smerigliati a sabbia e all'acido, su una faccia (tanto per incidenza sulla parte liscia che su quella smerigliata dei campioni) e su tutte e due le facce; e gli stessi dati sono stati ricavati per i vetri opalini, massicci e placcati, distinguendo opportunamente quelli che sono usati come mezzi trasmittenti da quelli che sono usati come mezzi riflettenti. Infine, le analoghe proprietà sono state determinate per i metalli, la seta, l'alabastro, il cellon, le superfici smaltate, certi tipi di carta, ecc. *G. Co.*

A. R. DUNTON — **L'acetato di cellulosa. Un nuovo materiale isolante di grande importanza.** (The Elec., 30 novembre 1934, pag. 696-700, con 9 figure). **26 f**

Per la produzione di acetato di cellulosa per usi elettrici bisogna partire dalle forme più pure di cellulosa naturale e precisamente dalle fibre di cotone colte dal frutto di cotone in piena maturanza. Dopo aver accennato brevemente ai modi di fabbricazione dell'acetato di cellulosa, l'A. descrive i diversi usi elettrotecnici che esso ha incontrato. Si fanno delle lacche all'acetato di cellulosa per l'impregnazione delle bobine o per il rivestimento di parti finite per proteggerle contro l'umidità; se l'applicazione è fatta colle dovute cautele si ottengono ottimi risultati, come ha dimostrato la pratica fatta coi generatori destinati ad essere esposti alla umidità delle regioni tropicali sulle coste dell'India o del Mar Rosso. Si possono anche fare delle masse stampate che hanno buone rigidità elettrica e si prestano alle colorazioni, ma che devono essere usate soltanto a basse temperature. Altri prodotti analoghi si prestano invece allo stampaggio a caldo e per formare bastoni, tubi o guarnizioni isolanti. Tubi di questo genere hano trovato larga applicazione, perchè resistono molto bene alle azioni delle intemperie; la loro rigidità non sembra diminuire coll'esposizione all'umidità e a temperatura fra 20° e 60°. Più delicata è la produzione di fogli isolanti di acetato di cellulosa, a proposito della fabbricazone dei quali vengono date parecchie notizie. Si possono ottenere fogli anche assai sottili di meno di 1/10 di mm. Essi sopportano bene l'umidità e resistono a lungo senza diminuire la loro rigidità dielettrica. Per gl'impieghi elettrici il punto di rammollimento non deve essere inferiore a 100°. La rigidità dielettrica è dell'ordine di grandezza di quella delle buone qualità di mica. Si è qualche volta attribuito a questo materiale lo svantaggio di diventare fragile col tempo, ma con una tecnica ben studiata si sono ottenuti ottimi risultati anche sotto questo aspetto. L'acetato di cellulosa ha un fattore di potenza di 0,023 e una costante dielettrica di 4,77. *Ri.*

MECCANICA.

L. CERTIER — **I motoriduttori di velocità a gruppi planetari per correnti alternate o continue.** (Rev. Electr. Mec., gennaio-febbraio 1935, pag. 31-36, con 14 figure). **27**

La tendenza sempre più accentuata verso i comandi individuali delle macchine nell'industria rende sempre più importante il problema dei dispositivi di riduzione di velocità per poter adoperare anche per macchine lente motori relativamente veloci e quindi economici. Viene descritta una serie di motori-riduttori adatti tanto per corrente continua che alternata per potenze da frazione di kW fino a 22 kW e che hanno il vantaggio di costituire gruppi compatti di piccolo ingombro, grande resistenza meccanica ed elevato rendimento. Essi sono del tipo a ingranaggi planetari, con un pignone centrale montato direttamente sull'albero del motore, un equipaggio di satelliti ed una corona fissa, sulla quale i satelliti ingranano girando su se stessi. I satelliti sono resi solidali coi loro assi con un tamburo calettato sull'albero lento, al quale trasmettono il movimento differenziale di rotazione da cui sono animati. I satelliti possono essere semplici o doppi, cioè portare ciascuno un solo pignone, che ingrana direttamente da una parte col pignone centrale e dall'altra con la corona fissa; oppure possono essere doppi, cioè portare ciascuno 2 pignoni di diametro differente solidali fra loro e ingrananti l'uno col pignone centrale e l'altro colla corona fissa. Quest'ultima disposizione è la più frequentemente adottata, perchè meglio si presta ad adattare l'insieme del riduttore alla carcassa normale del motore. Con tali dispositivi si possono realizzare rapporti di trasmissione anche assai elevati; un primo tipo costruttivo è adatto per rapporti di 4 ad uno e fino di 10 a 1; un'altra serie può arrivare fino a riduzioni di 30 a 1. Vengono esposti

con qualche dettaglio i particolari costruttivi di questi gruppi motoriduttori, che hanno trovato larghe applicazioni per il comando di macchine utensili, di griglie di caldaie, di macchine tessili o cartarie, per apparecchi di sollevamento, ecc., ecc. *Ri.*

MISURE.

A. Berghahn — **Nuovo procedimento per la determinazione della reattanza di dispersione e dello scarto tra spire dei trasformatori a mantello.** (E. T. Z., N. 27, del 5 luglio 1934, pag. 667-669, con 8 fig.). **28 d**

L'A. mostra come, utilizzando il diagramma del trasformatore a vuoto, sia possibile determinare facilmente la reattanza di dispersione e lo scarto tra spire in un trasformatore a mantello: in tal caso il primario viene alimentato da una linea a bassa tensione con resistenza in serie, mentre la tensione secondaria è equilibrata da una corrispondente tensione ottenuta da una batteria condensatore-resistenza. La bontà del procedimento è confermata dai risultati di prove eseguite in due casi, dei quali sono dati nell'articolo gli schemi da seguire per l'esecuzione delle misure. *Tt.*

J. C. Balsbangh, N. D. Kenney, A. Herzenberg — **Il ponte del M. I. T. per misure del fattore di potenza di oli isolanti.** (Elec. Eng., marzo 1935, pag. 272-279, con 7 fig.). **28 c**

Viene descritto un ponte di misura studiato presso il Massachussetts Institute of Technology e destinato a misurare il fattore di potenza di piccoli campioni di oli isolanti. Il ponte è del tipo Schering coi lati di misura a bassa tensione simmetrici e una capacità variabile in uno dei lati ad alta tensione; esso è costituito con un circuito di schermatura unico che permette di ridurre al minimo gli effetti degli squilibri della schermatura sulla misura del fattore di potenza. Nel circuito occorre un condensatore fisso di capacità presso a poco eguale a quello del campione d'olio da provare, e diversi condensatori variabili. Questi ultimi del tipo in aria possono essere costruiti in modo da avere un fattore di potenziale trascurabile di fronte al valore 0,000.001 che rappresenta il grado di precisione voluto nelle misure del fattore di potenza dell'olio isolante. Il provino di olio viene posto in uno speciale recipiente di vetro pyrex studiato in modo che le perdite in esso siano esse pure trascurabili. Gli AA. si diffondono a descrivere la tecnica della costruzione di questi elementi costituenti il circuito di misura e i procedimenti di verifica, controllo e messa a punto che il metodo richiede per dare l'elevato grado di precisione di cui esso è capace. *N.*

A. W. McMorris, M. A. Rusher, J. H. Hagenguth — **L'oscillografo a lampada a cratere.** (Gen. Elec. Rev., novembre 1934, pag. 514-516). **28 c**

Nei fenomeni provocati da scariche atmosferiche, mentre per la prima parte del fenomeno transitorio bisogna ricorrere a oscillografi a raggi catodici, per la registrazione della corrente susseguente attraverso gli scaricatori sarebbero sufficienti oscillografi elettromagnetici; può però avvenire che la corrente si estingua in un mezzo periodo o meno; occorre perciò eliminare ogni inerzia termica o meccanica all'inizio dell'operazione di registrazione. A questo scopo sono stati costruiti oscillografi a lampada a cratere, i quali hanno la carta registratrice in continuo movimento, l'otturatore sempre aperto e come sorgente luminosa una lampada a cratere (che è una lampada a scarica nel gas con gli elettrodi disposti in modo che la scarica è concentrata in un piccolo cratere in uno degli elettrodi) comandata da un relais a valvola termoionica. Il ritardo della registrazione dall'inizio del fenomeno è di pochi milionesimi di secondo, cioè da 1000 a 10.000 volte minore dei ritardi che si hanno coi soliti metodi, ed è più che sufficiente allo scopo. *C. G. E.*

H. J. Helwig e M. Pirani — **La misura delle superfici con mezzi fotometrici.** (Licht, sett. e ott. 1934, pag. 177-178 e 204, con 1 fig.). **28 v**

Il metodo (come è stato già accennato in un precedente articolo di Helwig: numeri di giugno, luglio e agosto 1934 della medesima rivista) si basa sul fatto che la grandezza degli errori di cui, a causa dei cosidetti corpi estranei, sono affette le misure eseguite coi fotometri integratori è proporzionale alla superficie dei corpi estranei stessi. Introducendo in un fotometro integratore (nell'articolo è considerato un fotometro cubico, ma si può anche utilizzare la sfera di Ulbricht) un corpo di superficie S comunque deformata o conformata, si determina il prodotto αS e conseguentemente, essendo noto il coefficiente di assorbimento α della superficie del corpo in esame, si ricava il valore di S. Nell'articolo, oltre i fondamenti teorici, si espongono le modalità per l'applicazione del metodo che, con gli accorgimenti pratici indicati dagli AA., consente una precisione del 2 % circa. *G. Co.*

K. R. Eldrege — **Un wattmetro per circuiti di comunicazione.** (Elec. Eng., marzo 1935, pag. 279-282, con 7 fig.). **28 e**

Per i circuiti degli impianti di comunicazioni elettriche gli ordinari apparecchi wattmetrici non sono servibili; sono stati bensì proposti apparecchi a tubi termoionici, come pure è possibile effettuare misure di potenza con un ponte d'impedenza e con termocoppie, ecc., ma tutti questi metodi presentano qualche inconveniente. L'A. descrive un nuovo apparecchio che presenterebbe i seguenti vantaggi: l'apparecchio e i circuiti occorrenti sono poco costosi, le misure sono facili e il fattore di potenza può essere determinato senza bisogno di ricorrere a calcolazioni; inoltre l'assorbimento di potenza da parte dell'apparecchio è piccolo rispetto a quello del circuito in cui viene inserito. Tuttavia l'apparecchio richiede ancora qualche perfezionamento per eliminare alcuni inconvenienti che ancora presenta: esso presenta un sensibile, se pur piccolo, errore di frequenza e la precisione diminuisce ai piccoli fattori di potenza. L'apparecchio ha un largo campo di applicazione e con piccole modificazioni può essere adottato per qualunque circuito a corrente alternata sul quale possa essere fatto funzionare un voltmetro a valvole ioniche. Sostanzialmente il dispositivo è costituito da un circuito in cui gli elementi vengono equilibrati con un voltmetro a valvole ioniche; le connessioni sono fatte in modo che lo sfasamento fra i vettori della tensione e della corrente è immediatamente determinabile mentre si ottengono anche i valori della corrente e della tensione. L'A. illustra la costituzione e il funzionamento dell'apparecchio. La precisione delle misure è dell'ordine dell'1 %, per fattori di potenza maggiori di 0,3; nel caso di fattori di potenza fino 0,1 si possono ottenere ancora precisioni del 5 %. *N.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

Il regolatore a induzione. (The Elec., 30 novembre 1934, pag. 701-704, con 16 figure). **29 e**

In molti impianti non è possibile mantenere una soddisfacente regolazione di tensione nelle reti regolando quella alle sbarre perchè il carico e quindi la caduta di tensione è diversa nei vari feeder. Bisogna quindi eseguire la regolazione indipendentemente per ciascun feeder, ciò che si può fare con condensatori statici o sincroni, con autotrosformatori a prese multiple o con regolatori a induzione. Questi ultimi permettono una regolazione dolce e graduale della tensione. Il principio del funzionamento del regolatore a induzione, come è noto, si basa sulla variazione della mutua induttanza fra due avvolgimenti in seguito a cambiamenti di posizione di uno di essi rispetto all'altro. L'avvolgimento primario è inserito in derivazione sul circuito di alimentazione, mentre il secondario è connesso in serie col circuito da regolare; il secondario è in generale fermo, mentre il primario è disposto su un'armatura mobile e la regolazione è ottenuta variando la rispettiva posizione angolare. Il funzionamento di tale apparecchio è analizzato e descritto nell'articolo, dove vengono pure illustrati gli schemi di inserzione. L'armatura dello statore consiste di solito di un corpo cilindrico di ghisa con ampie finestre per la ventilazione; la parte attiva è costruita con pacchi di lamierini isolati riuniti sotto forte pressione e rigidamente immobilizzati. Gli avvolgimenti sono formati all'esterno, impregnati sotto pressione ed essiccati a temperatura opportuna. Le testate delle matasse sono distanziate per facilitare il raffreddamento e sono fortemente ancorate ad appositi anelli metallici isolati; le forze elettrodinamiche che si manifestano sono spesso assai rilevanti.

I rotori sono fatti con pacchi di lamierini di forma speciale che costituiscono, nel caso di rotori monofasi, un complesso prismatico; nel caso di rotori trifasi, il rotore è simile a quello di un comune rotore polifase. Grande cura deve essere presa per l'isolamento, essendo il regolatore esposto alle sovratensioni di linea. Il regolatore è di solito immerso in olio. La regolazione può essere effettuata a mano od anche a distanza per mezzo di motorini di comando. Si può anche realizzare il comando automatico per mezzo di relais di tensione. *Ri.*

M. Krandl — **Calcolo dei motori monofasi con condensatore.** (Schweiz. Elek. Verein Bull., N. 6, 1934, pag. 143-147, con 10 fig.). **29 a**

I motori monofasi con condensatore sono stati presentati fin dal 1895 da Steinmetz, ma solo in questi ultimi anni i progressi e la riduzione dei costi dei condensatori ne hanno permesso l'impiego pratico che è andato vieppiù aumentando specialmente nel campo dei piccoli motori per macchine domestiche, armadi frigoriferi, ecc. Il principio di tali motori è il seguente: un condensatore inserito sull'avvolgimento ausiliario provoca lo sfasamento della tensione ai morsetti di questo rispetto a quella della rete. I rapporti possono essere così scelti che per una data condizione di esercizio ai morsetti del motore si abbia una tensione bifase simmetrica. Il motore funziona allora come bifase quantunque la alimentazione dalla rete sia monofase. Rendimento e fattore di potenza corrispondono a quelli di un motore bifase. Inoltre il motore può essere sfruttato all'incirca come un normale motore trifase. Il motore ha in condizioni d'inserzione normali una coppia d'avviamento del 20 ÷ 40 % della normale, ciò che è sufficiente per molti servizi. Con speciali inserzioni d'avviamento può raggiungere una coppia d'avviamento di 4 volte la normale. L'A. dà un comodo metodo grafico-analitico di calcolo dei motori monofasi con condensatore. *A. Bs.*

MOTORI PRIMI.

P. Lorain — **Applicazione del motore Diesel alla produzione di energia elettrica.** (La Tech. Mod., 1 dicembre 1934, pag. 786-791, con 2 fig.). **30 d**

L'autore, richiamati i principi fondamentali dei motori Diesel per impianti fissi, tratta delle condizioni di esercizo e di regola-

zione a cui deve rispondere un Diesel per gruppo elettrogeno. Passando al lato economico vengono confrontati i prezzi dell'energia prodotta mediante motori primi costituiti da turbine a vapore e da motori Diesel, e viene considerata l'utilizzazione del Diesel nel servizio di punta. Le conclusioni a cui l'articolo giunge possono così riassumersi: il motore Diesel nello stato attuale non è ancora abbastanza economico per soppiantare la turbina nelle grandi installazioni; l'impiego del motore Diesel è indicato nei casi di potenze limitate; il motore Diesel può essere impiegato per completare le grandi installazioni a vapore con gruppi di punta, a messa in marcia rapida; utile si presenta nelle grandi industrie l'installazione di una centrale di punta o di soccorso a pronto intervento, anche dal punto di vista della riserva e della maggior sicurezza. L'articolo se non ci apprende molto rispetto a quanto è generalmente noto, riporta però utili riferimenti relativi a casi concreti di installazioni in corso di esercizio. *E. R.*

M. BOCHET — **Il recente sviluppo dei motori a olio pesante.** (Rev. Electr. Mec., gennaio-febbraio 1935, pag. 10-22, con 15 fig.). **30 d**

La maggior parte dei motori moderni sono a iniezione meccanica e utilizzano cicli misti che contengono una parte abbastanza importante a volume costante; l'A. illustra con qualche dettaglio le proprietà dei diversi cicli. Gli studi cinematografici della propagazione della fiamma hanno permesso di aumentare assai le nostre conoscenze nei riguardi dei fenomeni che avvengono durante l'accensione e la combustione e se ne sono potute trarre deduzioni importanti nei riguardi della costruzione dei dispositivi di iniezione. L'importanza del tempo necessario alla combustione aveva fatto temere che fosse impossibile costruire motori Diesel rapidi, ma l'esperienza ha dimostrato che ciò non era vero. È possibile ancora una evoluzione nel trattamento dei fenomeni di accensione e combustione così da accelerare il ritmo. In alcuni casi si è fatto ricorso alla sovra alimentazione fornendo ai cilindri aria leggermente compressa mediante compressori rotativi comandati dal motore stesso o mediante turbine di scappamento comandanti compressori relativi.

Le pompe di lavaggio rotative si vanno diffondendo ed assicurano un migliore funzionamento. I motori a cilindri separati tendono ad essere superati da quelli a blocco unico. Si va diffondendo per le parti mobili l'uso dei metalli leggeri, specialmente pei motori a grande velocità.

Dopo aver ricordato alcuni altri perfezionamenti di dettaglio l'A. descrive alcuni tipi costruttivi di motori a olio pesante della Società Als. Thom., tra i quali un motore a due tempi a quattro cilindri, 375 giri al minuto, che comanda un alternatore trifase da 200 kVA, 50 per/sec, 440 V. *Ri.*

RADIOTECNICA.

CH. R. BURROWS, A. DECINO, L. E. HUNT — **Onde ultracorte in territorio urbano.** (Elec. Eng., gennaio 1935, pag. 115-124, con 13 fig.). **34 e**

Sono esposti i risultati sperimentali circa la propagazione di onde a frequenza di 34,6 megacicli/secondo nel territorio della City di Boston. Le stazioni emittente e ricevente fisse facevano uso di antenne verticali a mezza onda; nelle stazioni mobili allo scopo di limitare la lunghezza delle antenne a m 2,50 su suolo, la antenne venivano caricate così da ridurre la loro lunghezza a circa un quarto d'onda. L'antenna del trasmettitore fisso era innalzata sul tetto di un edificio di 7 piani cosicchè il centro di essa veniva a trovarsi a circa 50 m sul suolo, più alta cioè di quasi tutti gli edifici circostanti. Il ricevitore fisso era pure montato sul tetto di un edificio a 25 metri dal suolo. La corrente di 1 A nell'antenna trasmettente corrispondeva ad una potenza irradiata di 73 watt. Si sono in queste condizioni misurate le intensità di campo in un gran numero di località diverse ottenendo valori grossolanamente proporzionali all'inverso del quadrato della distanza. L'analisi dei dati raccolti condurrebbe gli AA. ad osservare che non si verifica un assorbimento da parte degli edifici elevati interposti, nel senso ordinario della parola; infatti la riduzione dell'intensità di campo dovuta agli ostacoli si è dimostrata indipendente dalla distanza. In questa asserzione gli AA. si trovano in disaccordo coi dati riferiti da altri sperimentatori e in proposito viene esposta una discussione. Numerose osservazioni di dettaglio sono riferite circa l'effetto di particolari ostacoli o delle accidentalità del terreno. Sono anche riportate due carte di Boston con segnate le linee di eguale intensità di campo. *N.*

F. VOSS — **Progressi nella costruzione degli amplificatori di classe B.** (E. T. Z., N. 27, del 5 luglio 1934, pag. 661-662, con 2 fig.). **34 d**

L'A. riassume le diverse fasi di sviluppo della costruzione degli amplificatori, considerando il problema specialmente dal punto di vista economico. Viene poi esposto il principio sul quale sono basati gli amplificatori di classe B: ogni amplificatore di questa classe comprende due amplificatori accoppiati in senso inverso: esso presenta una corrente anodica a vuoto molto debole e invece un'amplificazione doppia delle semionde positive. D'altra parte questi amplificatori hanno una durata maggiore di quelli di classe A e per tutti questi vantaggi essi risultano più economici. *Tt.*

HARBICH — **Il problema tecnico della radiodiffusione in Germania.** (E. T. Z., N. 28, del 12 luglio 1934, pag. 685-688, con 7 fig.). **34 v**

L'A. ricorda come sia sempre assillante il problema della ripartizione delle lunghezze d'onda nella radiodiffusione a cagione del numero eccessivo di stazioni trasmittenti esistenti in Europa. Riassume anche come si è cercato di risolvere la questione sia adottando onde comuni per stazioni sufficientemente distanti sia ricorrendo alla radio iso-onda, sia facendo funzionare antenne antifading, che vengono collocate a una distanza pari a un quarto della lunghezza d'onda dell'antenna principale. Lo studio è completato coll'analisi della situazione in Germania e coll'indicazione dei provvedimenti che dovrebbero essere adottati per ottenere un miglioramento. *Tt.*

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ecc.

Congresso radiologico. (The Elec., 14 dic. 1934, pag. 767-769, con 5 fig.). **35**

Viene riferito circa il Congresso annuale dell'Associazione Radiologica Inglese ed alla relativa esposizione di materiale radiologico. Si notava specialmente l'accurato studio dei dispositivi di protezione adottati in molti tipi di apparecchi completamente racchiusi in involucri messi a terra oppure con le diverse parti accuratamente messe a terra con appositi cavetti. Viene in particolare citato un apparecchio a completo involucro metallico di dimensioni assai ridotte, adatto per tensioni fino a 100 kV e per potenze da 6 a 10 kW. Un nuovo apparecchio Siemens, da 300 watt a 115 kV in servizio continuo o per 40 kW per brevi periodi, aveva un anodo a disco montato su un'asse a supporti a sfere, mantenuto in rotazione mediante uno speciale dispositivo a motorino elettrico; il fascio di elettroni viene leggermente deviato in modo che colpisca sempre il disco presso la sua periferia. Viene ricordato anche un dispositivo a 45 kV con molti tubi intercambiabili con elettrodi di vario genere che permette di ottenere radiazioni di lunghezza d'onda largamente variabile ed adatto specialmente per studi di spettri e per figure di Laue. Alcuni apparecchi erano costruiti in misure ridottissime per uso, ad esempio, di odontoiatria. Un gruppo contenente un impianto generatore di raggi X completo era costruito in modo da poter essere racchiuso in una cassetta di cm 50 per 30 per 18 e pesava soltanto 15 kg. Un apparecchio a 200 kV era isolato e raffreddato ad olio e alimentato con cavi isolati in tessili impregnati in olio; le dimensioni erano pure assai ridotte. Lo stesso studio di diminuire l'ingombro si notava nei generatori di alte tensioni. Per il raddrizzamento di alte tensioni alternative era presentato un raddrizzatore ad ossido immerso in olio, capace di funzionare a 200 kV e 30 mA con largo margine di sovraccarico; vengono così eliminate tutte le parti mobili e gli organi delicati come le valvole ioniche. Di queste ultime erano presentati parecchi tipi perfezionati. Numerosi altri perfezionamenti di dettaglio nella apparecchiatura sono ricordati. *Ri.*

STATISTICA.

H. G. SCHWEPPENHAEUSER — **I servizi elettrici nelle provincie dello Schleswig-Holstein in Germania.** (E. T. Z., N. 28, del 12 luglio 1934, pag. 693-695, con 2 fig.). **36**

Nella provincia dello Schleswig-Holstein in Germania si possono considerare tre zone di produzione e di distribuzione di energia elettrica: nella prima si annoverano Kiel con una centrale termica di 30.000 kW, Flensburg con 16.000 kW e Neumünster con 10.000 kW. La seconda ha il suo centro ad Altona e centrali a Schulau (45.000 kW) e a Neumühlen (26.000 kW). La terza gravita attorno a Lubecca. Una rete a 60 kV collega le principali centrali di produzione dal confine danese fino ad Altona. *Tt.*

A. UPMALIS — **L'elettrificazione nelle Repubbliche Baltiche.** (E. T. Z., N. 27, del 5 luglio 1934, pag. 669-670). **36**

Nelle repubbliche baltiche di Lettonia, Estonia e Lituania la elettrificazione procede con una certa difficoltà cagione della scarsità della popolazione e della deficienza di capitale. Conseguentemente le tariffe sono piuttosto elevate. La Lettonia ha cercato di porre un rimedio emettendo una legge che fissa un massimo di tariffa dell'energia elettrica. La potenza installata nelle diverse centrali, quasi tutte termiche, è di oltre 100.000 kW in Lettonia, oltre 50.000 kW in Estonia e un po' meno della stessa cifra in Lituania. Nel 1932 la produzione di energia elettrica nelle tre Repubbliche è stata rispettivamente di 90, 33 e 17 milioni di kWh. *Tt.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Messa a terra per protezioni. (The Elec., 21 dic. 1934, pag. 801). **40 c**

Spesso la messa a terra allo scopo di protezione è difficile da realizzare. Viene fra l'altro ricordato il caso dell'Osservatorio David Dunlap presso Toronto; esso è alimentato da una linea trifase a 4 fili, 25 per/sec, aerea, a 2200 V; l'energia viene abbassata a 120/208 V in un sistema trifase a 4 fili. Date le gravi difficoltà che si incontrano per una buona messa a terra in seguito alle condizioni locali del terreno, la Società distributrice ha concesso che il neutro

della bassa tensione venisse collegato al neutro dell'alta tensione e che tutti gli apparecchi venissero messi a terra attraverso questo neutro comune. Questa pratica non è seguita dai tecnici europei e in proposito sono discusse recenti disposizioni inglesi. In esse si fa riferimento all'impiego di interruttori automatici di corrente di terra, capaci di funzionare con piccole correnti; analoghi dispositivi sono in uso da tempo specialmente in Germania. Tali apparecchi potrebbero eliminare la preparazione di terre spesso costose potrebbero trovare larghe applicazioni negli impianti domestici, utilizzando ad esempio come terra gli impianti di riscaldamento, i tubi d'acqua a gas, ecc. Sembra preferibile adottare interruttori bipolari; specialmente nelle installazioni rurali è essenziale interrompere sia il filo di fase sia il neutro. Importante pure è la facilità di poter verificare il circuito di terra, e opportune disposizioni devono venir prese a tale scopo all'atto stesso della messa in opera dei circuiti di terra. Come limite massimo di tensione ammissibile prima dello scatto degli interruttori di protezione si dovrebbe stare al disotto di 50 V. Non sembra difficile costruire interruttori di protezione capaci di scattare per una tensione di 40 V con 500 ohm di resistenza nel circuito di terra. Per una assoluta sicurezza bisognerebbe poter garantire che la tensione prima dello scatto non possa superare i 30 V. *Ri.*

H. D. Braley e J. L. Harvey — **Protezione di linee contro i guasti e la uscita di sincronismo.** (Elec. Eng., febbraio 1935, pag. 188-200, con 12 figure). **40 d**

In occasione del collegamento a 132 kV fra la rete della New York Edison e della Niagara Hudson, venne eseguito uno studio assai accurato delle condizioni di funzionamento e delle eventualità che potevano derivare dal verificarsi di guasti oppure dalla perdita di stabilità da parte del sistema. Secondo gli AA. è questo il primo caso in cui lo studio dei sistemi di protezione fu coordinato con quello della stabilità allo scopo di scegliere i tipi di relais più adatti. La maggior parte della rete Niagara-Hudson funziona a 110 kV, ma vi è una cabina con due gruppi di trasformatori ciascuno da 100.000 kVA, 110/132/13,3 kV dalla quale partono 2 linee a 132 kV che si collegano poi con due cavi a 132 kV che mettono capo alla centrale di Hell Gate a New York. Le condizioni imponevano di garantire la massima sicurezza di funzionamento della linea di collegamento, ottenendo l'isolamento di ogni tronco guasto nel minimo tempo possibile per mantenere un elevato grado di stabilità dinamica con un sistema di protezione che si prestasse sia per il funzionamento con un solo circuito o coi due circuiti in parallelo; inoltre si richiedeva che nel caso di una inevitabile uscita di sincronismo, la separazione avvenisse in un certo punto prestabilito. Gli AA. riportano estesamente le considerazioni e gli studi eseguiti per determinare esattamente le condizioni di funzionamento in tutti i diversi casi e per confrontare il comportamento dei diversi tipi di relais proposti. La studio ha dimostrato la necessità di una accurata valutazione di tutti gli elementi che riguardano sia le linee sia gli apparecchi di protezione, ma ha anche dimostrato come in base a tale conoscenza sia possibile scegliere un sistema di protezione che soddisfi a tutte le esigenze non solo proteggendo efficacemente contro le conseguenze di tutti i possibili guasti, ma anche mantenendo in servizio la linea durante le oscillazioni di potenza entro i limiti di stabilità e assicurando la separazione delle due reti, nel caso che tali limiti vengano superati, nel modo voluto. Il sistema di relais ad onde convogliate si è dimostrato molto opportuno per rispondere ai complessi requisiti voluti. *N.*

O. A. Browne, W. L. Vest — **Installazioni di relais a correnti portanti.** (Elec. Eng., gennaio 1935, pag. 109-115, con 9 fig.). **40 d**

L'applicazione dei relais che vengono descritti riguarda un complesso di circa 170 km di linee a 69 kV; venero applicati i relais a 28 terminali di linee in 10 diverse cabine. Poichè le condizioni di servizio col precedente tipo di relais impiegati non erano interamente soddisfacenti, si decise di sostituirli con altri che permettessero una maggiore rapidità di intervento degli interruttori ultrarapidi che si erano installati. Data la conformazione della rete, con linee lunghe e corte, i relais di distanza si prestavano male; il sistema con fili pilota riusciva costoso data la estensione totale della rete. Si adottò il sistema a onde convogliate sui fili stessi delle linee ad alta tensione. I relais installati alle estremità delle linee sono tipi di relais a sovracorrente combinati con relais ultrarapidi direzionali in modo da assicurare l'intervento soltanto qualora vi sia flusso di energia verso la linea e non al contrario; se in una cabina si manifesta flusso di energia della linea verso le sbarre il relais invia un segnale a onde convogliate che viene ricevuto pressochè istantaneamente all'altra estremità della linea e aziona i relais di blocco degli interruttori evitando lo scatto di tutti gli interruttori fuorchè di quelli della linea guasta. In questo schema il segnale, anzichè essere usato per far scattare gli interruttori della linea guasta, serve a impedire lo scatto di quelli delle linee sane. Gli AA. descrivono dettagliatamente i circuiti e gli schemi della installazione e danno notizie circa la messa a punto, e la manutenzione. Il sistema ha dimostrato di funzionare in modo del tutto soddisfacente da oltre un anno. *N.*

Irrigazione in Egitto. (The Elec., 23 novembre 1934, pag. 663, con 4 fig.). **40 b**

L'energia generata nella centrale di Edfu presso Assuan viene trasmessa con linee ad alta tensione a numerose centrali di pompe; una zona importante così servita è quella del cosidetto « Isolated Basins ». La zona richiede irrigazione artificiale anche nei periodi in cui le acque del Nilo assumono il massimo livello. L'energia generata a Edfu come corrente trifase a 3300 V, 50 per/sec viene elevata a 33.000 V e trasmessa mediante linee, le quali sono state costruite, come tutta l'apparechiatura, per poter funzionare anche a 66.000 V. La centrale è sulla riva orientale del fiume e l'attraversamento avviene mediante una doppia terna aerea portata da torri alte 93 m in modo che l'altezza minima dei conduttori sul livello di massima piena è di 45 m. La campata è lunga 700 m; le sollecitazioni indotte dai venti hanno prodotto ripetuti casi di rottura, cosicchè i conduttori prima installati hanno dovuto essere sostituiti con altri di sezione maggiore e provvisti di smorzatori di vibrazioni. Gli isolatori a catena si sono dovuti costruire di tipo speciale per tener conto delle elevate temperature che si raggiungono in qualche caso nel periodo estivo. Il perno dell'isolatore si è dovuto fissare meccanicamente senza cemento. Le catene sono provviste di corna a W contro gli archi superficiali. Complessivamente sono installati 115 km di linee aeree. Si sono incontrate delle difficoltà per la messa a terra dei pali nelle zone secche desertiche. Si è fatto ricorso per ciascun palo ad un tubo metallico lungo 2 m e di 15 cm di diametro affondato verticalmente nel suolo a circa 1 m di distanza dalle fondazioni e completamente circondato da uno strato di 15 cm di spessore di coke polverizzato; il tubo è connesso al palo da conduttori in rame protetti da tubi in piombo. Si sono anche migliorate le condizioni usando come conduttore di terra, anzichè filo d'acciaio, un conduttore di rame-cadmio da 35 mm². Vi sono 12 stazioni di pompaggio, di cui 8 alimentate dalle linee aeree, e 4 mediante cavi subacquei posati nel Nilo. Ogni centrale è servita da trasformatori 66.000/33.000/3300 V. *Ri.*

C. H. Willis, B. D. Bedford, F. R. Elder — **Trasmissione a corrente continua con corrente costante.** (Elec. Eng., gennaio 1935, pag. 102-108, con 14 figure). **40 a**

Gli AA. osservano che mentre lo sviluppo dei raddrizzatori a griglie di controllo ha prospettato la possibilità di una soddisfacente soluzione anche del problema della trasformazione di energia a corrente continua in energia a corrente alternata, il funzionamento degli inverter ad alta tensione costante presenta ancora inconvenienti. Sono stati perciò eseguiti studi di un sistema di trasmissione a corrente continua coll'uso di raddrizzatori e di inverter a corrente costante. Le esperienze vennero eseguite su una linea artificiale a 10 A e 15.000 V, alimentata da un raddrizzatore a corrente costante, trifase, servito a sua volta da un gruppo moto-generatore trifase da 150 kW a 550 V. All'estremità ricevente la linea era connessa a un inverter a corrente costante di 10 A erogante la energia trifase a 550 V sulla rete. Gli AA. riportano sommariamente la teoria dei così detti circuiti monociclici di Steinmetz cioè di sistemi a tensioni polifasi nei quali il flusso dell'energia è essenzialmente monofase mettendo specialmente in evidenza le loro proprietà equilibratrici. Un inverter a corrente costante collegato a un circuito monociclico non richiede alcun spostamento di fase della tensione di griglia per passare dal funzionamento come inverter a quello come raddrizzatore; un complesso siffatto passa automaticamente da un funzionamento all'altro secondo le condizioni del momento in modo da mantenere sempre costante il valore della corrente. Gli AA. illustrano il funzionamento di un simile dispositivo quando sia applicato per la trasmissione di energia e ne dimostrano le caratteristiche vantaggiose nei riguardi del servizio normale e anche del comportamento nei riguardi degli eventuali fenomeni transitori. Il sistema di trasmissione proposto presenterebbe vantaggi notevoli di stabilità e di sicurezza di esercizio. *N.*

F. M. Starr — **Esame della convenienza economica di adottare una rete di distribuzione primaria a maglie.** (Gen. Elec. Rev., nov. 1934, pag. 486-494). **40 c**

Viene considerata, in una città americana avente una superficie di circa 15 km², una zona sistemata ad abitazioni ed a piccole industrie, che presenta un carico di 2500 kVA. La rete è alimentata da due cavi da 1250 kVA ciascuno: si prevede però che questi diventeranno presto insufficienti, perchè tra 12 anni si può ritenere che il carico salirà a 22.000 kVA. Il sistema con rete di distribuzione primaria verrà ad avere, ad impianto completo, 12 unità standard, comprendenti il trasformatore, l'interruttore del trasformatore e quattro interruttori delle linee partenti a 4000 volt. Il trasformatore dell'unità standard ha la potenza di 1500 kVA a raffreddamento naturale e di 2000 kVA con raffreddamento ad aria soffiata. Si considera inoltre possibile far sopportare ad ogni unità un sovraccarico del 25 % in caso di messa fuori servizio di uno degli alimentatori. Poichè le punte di carico si verificano più frequentemente nel periodo invernale, si rende possibile sovraccaricare il trasformatore di altri 300 kVA. Si considera perciò che ogni unità può sopportare per breve tempo fino a 2800 kVA. L'articolo è illustrato poi dallo schema della rete a maglie a 4000 volt. Le linee principali formanti le maglie sono ricavate dalle linee preesistenti a

4000 volt. Questo caso tipico dimostra la praticità del sistema, che permette di iniziare l'esercizio con un impianto che richiede un investimento limitato e consente di ampliare l'impianto stesso in funzione dell'aumento del carico. Così l'impianto completo in 12 anni di esercizio verrà ad essere dotato di 12 unità standard.

Concludendo si può dire che colla rete di distribuzione primaria a maglia si possono ottenere i seguenti vantaggi nel confronto di altri sistemi: 1°) diminuzione delle perdite; 2°) minor sborso di interessi per minor capitale investito; 3°) possibilità di massimo sfruttamento degli impianti esistenti durante l'ampiamento della rete; 4°) economie nelle condutture; 5° economie nell'investimento per trasformatori, data la minore riserva richiesta; 6°) maggior sfruttamento immediato dei singoli trasformatori, data la loro potenza limitata. Da ulteriori considerazioni dell'A. risulta che la attitudine del sistema con rete di distribuzione primaria a rispondere con piena sicurezza alle condizioni di esercizio nei casi di sovraccarico per messa fuori servizio di qualche unità. *C. G. E.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

A. Mercier — **L'attualità ferroviaria.** (La Tech. Mod., 1° febbraio 1935, pag. 80-83, con 4 fig.). **41 a**

La nota passa in rassegna quanto di più importante è stato eseguito e ultimato nel campo delle costruzioni ferroviarie, specie nel ramo elettrificazione, durante l'anno 1934 e vengono indicate le principali caratteristiche. Si cita così per la Francia, la linea Bordeaux-Pointe, con 5 sottostazioni da 1500 kW, a commutatrice, ecc.; per l'Italia il completamento della elettrificazione delle linee Bolzano-Merano, Bolzano-Trento, Trofarello-Conis, ecc., ecc., l'impiego sempre più esteso della corrente continua e dei raddrizzatori a vapore di mercurio; per la Germania, numerosi tronchi di linea con dati sugli impianti di produzione di energia; per l'Inghilterra si fa cenno ad importanti lavori in corso; per la Russia, che ha avuta la prima linea elettrificata solo nel 1926, si presenta ora tutta un'ampia rete in progetto, di cui fa parte un tronco della lunghezza di oltre 600 km; lavori del genere molto importanti si hanno pure nel Marocco. La trazione a vapore ha pure avuto notevoli impulsi, specie in Germania, in Cecoslovacchia, negli Stati Uniti. La trazione Diesel ha annoverato rilevanti costruzioni in Russia e nel Giappone. *E. R.*

VARIE.

H. G. Edgerton — **Fotografia di mobili ad alta velocità.** (Elec. Eng., febbraio 1935, pag. 149-153, con 7 fig.). **42**

I rilievi fotografici dei corpi in rapido movimento hanno acquistato una grande importanza nella tecnica e nella ricerca scientifica. Vi sono in generale due metodi da seguire: mantenere in movimento l'apparecchio fotografico in modo che non vi sia moto relativo fra l'oggetto e la lastra durante l'esposizione; oppure ricorrere a sistemi stroboscopici. Questo secondo metodo è meccanicamente più facile da seguire ma implica invece qualche difficoltà di ordine elettrico. Sono già stati costruiti dispositivi che permettono di ottenere fotografie con esposizioni estremamente brevi che possono essere inferiori ad un millesimo od anche ad un milionesimo dell'intervallo fra una presa e la successiva. L'A. descrive un nuovo dispositivo che presenta qualche vantaggio sui precedenti; i circuiti elettrici sono congegnati in modo da permettere di comandare esattamente l'istante del lampo di luce cosichè le immagini restano ben disposte in ordine sulla pellicola e l'intervallo fra le varie pose può essere determinato con grande precisione; l'illuminazione è abbastanza forte per poter ottenere immagini per riflessione anzichè per silhouette come di solito avviene; costruzione meccanica che permette una rapida accelerazione ed una velocità costante anche per pellicole molto lunghe. La sorgente luminosa è realizzata mediante una scarica di condensatori in una lampada ad arco di mercurio. L'A. descrive i particolari costruttivi più importanti del nuovo apparecchio e ne illustra le possibili applicazioni citando anche alcuni casi particolari. *N.*

CRONACA TECNICA

APPLICAZIONI VARIE.

6 b **Su un tipo di collettore per raggi X** è detto in *N. Cimento* del novembre 1934, pag. 577. Richiamati precedenti studi su altri tipi di collettori che permettono di concentrare in una regione molto limitata e geometricamente ben determinata una quantità notevole di energia raggiante proveniente da un tubo a raggi X così da ottenere immagini assai nette dell'anticatodo, viene particolarmente descritto un dispositivo atto a produrre fasci paralleli di raggi X ed anche di ottenere imagini a distanza finita del'anticatodo comunque ingrandite od impiccolite. *Ri.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

14 b **Sugli spettri d'arco dei metalli alcalini con grande densità di vapore** sono esposte notizie in *N. Cimento* dicembre 1934, pagina 685. In tali spettri si osservano righe proibite corrispondenti a salti quantici S→S; P→P; S→D ecc. Sono studiate in particolare le prime righe proibite nei riguardi della distribuzione dell'intensità per le varie frequenze. La ricerca è stata condotta col metodo di Utrecht e con spettrografo a reticolo. Dal complesso dei risultati si rileva una diversità nella forma e nella posizione dei continui che appaiono negli spettri d'arco dei metalli alcalini e che dipendono dalla emissione da parte di quasi-molecole relativamente alle variazioni S→P e S→D; queste quasi-molecole aumentano d'importanza passando dal sodio al potassio, al rubidio, al cesio e cioè col crescere delle polarizzabilità di questi atomi. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 b Dopo alcune considerazioni generiche sul senso dell'estetica, R. O. Sutherland tratta in *J. G. Light* del giugno 1934 dei **requisiti estetici dell'illuminazione architettonica**, che l'A. considera come elemento essenziale di studio nel progetto degli edifici, indicando i fattori di cui bisogna tener conto, in ciascuno dei principali sistemi d'illuminazione all'uopo usati, per giungere a risultati soddisfacenti. *G. Co.*

19 v **Un apparecchio per la proiezione di figurazioni colorate semoventi** è descritto da G. A. Shook nelle *Tr. Ill. Eng. S.* del giugno 1934. L'apparecchio risulta composto, essenzialmente, da una lente obbiettiva, da una lampada da proiezione e, fra di esse interposto, da un dispositivo ottico per la deformazione e la colorazione delle immagini del filamento della lampada che vengono proiettate su uno schermo. Questo dispositivo è costituito da tre dischi ruotanti dei quali uno a settori colorati e gli altri due muniti di elementi rifrangenti. *G. Co.*

19 d **Di una lampada a vapori di mercurio ad alta pressione per la tensione di 115 V** si parla in *E. W.* del 19 maggio 1934. Questa lampada è caratterizzata dal fatto di contenere i vapori di mercurio, durante il periodo di regime, ad una pressione presso a poco uguale a quella atmosferica: ciò permette di ottenere una efficienza di 50 Lm/W. Nella composizione della luce prodotta da questa lampada sono praticamente assenti le radiazioni rosse: pertanto la lampada non può essere utilizzata per la comune illuminazione se non associandola ad un determinato tipo di lampada ad incandescenza la quale, peraltro, può servire da resistenza di stabilità. Nell'articolo sono contenuti alcuni diagrammi che illustrano il comportamento della lampada e due fotografie di un'installazione eseguita. *G. Co.*

IMPIANTI.

20 f **Un controllo molto preciso della distribuzione di vapore** in un grande impianto industriale è quello adottato dalle Officine Anheuser-Busch (St. Louis S. U.). Sono installati un turboalternatori a condensazione da 5000 kVA e 2 gruppi da 4000 kVA che forniscono vapore a 10 atm e scaricano a 0,35 atm. Il vapore è prodotto a 32 atm e 310°. L'andamento delle tubazioni di vapore nell'impianto, che comprende anche un accumulatore Ruths, è riprodotto schematicamente su un pannello del quadro di comando, sul quale sono riportati numerosi strumenti indicatori delle quantità di vapore che circolano nelle varie parti dell'impianto. Molti degli apparecchi sono anche registratori, cosicchè è possibile controllare esattamente le condizioni di esercizio dell'impianto e seguirne il funzionamento per un qualunque periodo di tempo. (*Power*, settembre 1934). *Ri.*

20 f **La centrale termoelettrica di Groningen** è stata completamente rinnovata, come è riferito in *Bull. Oerlikon* dell'agosto 1934. La potenza totale è di 4500 kW su 2 gruppi turbo alternatori alimentati con vapore a 30 atm e 400°. Sono previste 4 caldaie, di cui però sono installate 3, una a griglia e due a polverino che servono il primo gruppo; questo ha una potenza nominale di 15.000 kW e una potenza massima continuativa di 22.000 kW; l'alternatore è trifase a 10.500 V, 50 per/sec, fattore di potenza eguale 0,85. Il condensatore della turbina ha una superficie di m² 1150; il coefficiente di trasmissione è risultato di 3500 calorie per m², per ora e per grado centigrado. L'acqua di alimentazione della caldaia è preriscaldata a 150° con ciclo a rigenerazione. È prevista la installazione di un secondo gruppo da 30.000 kW. *Ri.*

MECCANICA.

27 Alcune informazioni **sul ricoprimento di parti metalliche con superfici di bronzo** sono esposte in *Power*, agosto 1934, pag. 449. Questo trattamento è specialmente opportuno per pezzi mobili a contatto con superfici metalliche. Il deposito si può fare con metodi di saldatura mediante elettrodi particolari. Si possono così anche eseguire ottime riparazioni di pezzi logorati o corrosi. L'operazione deve essere fatta con speciali precauzioni che vengono illustrate. *Ri.*

MISURE.

28 f Un nuovo tipo di **dinamometro adatto a misurare la potenza dei motori d'automobile** con l'approssimazione del 0,5 % fino a 110 kW e con velocità compresa fra 3000 e 5000 giri/minuto è descritto in *The El. J.* (novembre 1934, pagg. 442-443 con 3 figure); la dinamo freno può assorbire fino a 165 kW alla velocità massima di 5500 giri/min. La carcassa della dinamo è sostenuta mediante 2 sopporti a sfere di speciale costruzione: si tratta di due corone di sfere comprese fra 3 anelli concentrici: l'anello esterno è fissato al piedestallo, quello interno al sopporto della carcassa della dinamo e quello intermedio è mantenuto in rotazione con velocità uniforme da un motorino da 1/8 di kW. I due anelli intermedi corrispondenti ai due piedestalli che sostengono la dinamo ruotano in senso opposto con uguale velocità e annullano l'attrito dei sopporti che di solito rende incerta la misura diretta della coppia fatta col dinamometro. Il freno può essere applicato a motori che girano in qualunque senso senza alcun appostamento speciale. Nel caso di prove di lunga durata l'energia prodotta dalla dinamo può anche essere usata per alimentare la rete interna di distribuzione a c. c.; per prove di breve durata l'energia viene trasformata in calore con adatte resistenze. *I. L.*

STATISTICA.

36 Alcune considerazioni sui **prevldibili sviluppi delle centrali elettriche americane** sono esposte in *Power*, settembre 1934, pagina 488. Dal 1931 al 1934 si è verificato un aumento nella potenza di nuova installazione di circa 2.350.000 kW; vanno però dedotti circa 750.000 kW di macchinario smontato. L'aumento netto in tale periodo è stato quindi di circa 1.600.000 kW. Prima del 1929 si verificava ordinariamente un aumento annuo di 2.000.000 kW circa. Tenuto conto dell'andamento delle richieste si può ritenere che nel 1936 e 1937 si farà sentire in molti casi la necessità dell'installazione di nuove unità generatrici. Per gli impianti a vapore ad almeno 30 atm risulta conveniente installare nuove unità analoghe alle preesistenti, mentre se la pressione di esercizio attuale è dell'ordine di 20 atm si presenta la convenienza di gruppi a contropressione alimentati con vapore a 80 o 100 atm. *Ri.*

TRASFORMATORI.

39 b **Uno studio delle fughe nei trasformatori e degli sforzi esercitati negli avvolgimenti** è pubblicato in *Rev. Electr. Mecc.* novembre-dicembre 1934, pag. 1. Mentre negli studi precedentemente pubblicati circa i campi di fuga dei trasformatori è considerato il caso di avvolgimenti disposti in piani paralleli, viene qui tenuto conto del fatto che in realtà gli avvolgimenti sono cilindrici. Le ipotesi semplificative sono ridotte al minimo, cosicchè il problema è trattato in condizioni assai prossime a quelle reali. La trattazione è fatta per via strettamente analitica coll'uso delle funzioni di Bessel. *Ri.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 a **Elettrificazione delle ferrovie dell'Africa del Sud.** — Dal numero 32 del 9 agosto 1934 dell'*E.T.Z.* si rileva che l'amministrazione delle ferrovie dell'Africa del Sud ha deciso di procedere alla elettrificazione del tronco Johannesburg-Durban della lunghezza di 800 km. *Tt.*

AEI Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI MILANO

Nel pomeriggio di sabato 30 marzo hanno avuto luogo due visite molto interessanti, alle quali ha partecipato una numerosa comitiva di oltre 150 Soci.

Alle 14,30 i Soci si sono dati convegno in Via Savona per la *Visita alla sottostazione, non presidiata, dalla Società Edison.*

Il Comm. Ing. Locatelli, Direttore Tecnico della Società Edison, ha ricevuto i Soci ed ha fatto loro una chiara e dettagliata spiegazione degli scopi della cabina e della sua funzione nel sistema della rete di distribuzione di energia elettrica a Milano.

Dopo di che, sotto la guida dell'Ing. Locatelli stesso, del Sig. Ciarchi e dell'Ing. Antoniazzi della Società Edison, i Soci hanno potuto minutamente visitare tutta la Sottostazione. Particolare curiosità ha destato la sala quadri, dove sono stati specialmente ammirati i pannelli di misura e controllo che, con innovazione interessante, sono privi di lastre di marmo o di lamiera, cosicchè lasciano vedere dal davanti tutte le connessioni, eseguite con cura particolare.

La cabina è allacciata con cavi a 23.000 volt alle Stazioni Ricevitrici di Vigentina e di Porta Volta e quando manca tensione sulla normale alimentazione, essa si inserisce automaticamente sull'altra.

I cavi in partenza, alla tensione di 6.000 volt., sono tutti provvisti di interruttori a richiusura automatica. Eventuali guasti od inconvenienti vengono immediatamente ed automaticamente segnalati alla stazione di Porta Vigentina.

Subito dopo ha avuto luogo la *Visita del Reparto Costruzione, Montaggio e Prove dei Raddrizzatori a vapore di mercurio della Compagnia Generale di Elettricità.*

Ricevuti all'ingresso dello Stabilimento dal Dott. Mastropietro e dall'Ing. Scolari, e guidati nella visita dall'Ing. Cerretelli e da altri Ingegneri della Compagnia Generale di Elettricità, i Soci sono stati condotti a vedere tutte le successive fasi della costruzione, del montaggio e delle prove di raddrizzatori a vapore di mercurio. La visita è riuscita quanto mai interessante e gradita ai Soci, molti dei quali si sono soffermati a lungo a chiedere schiarimenti e spiegazioni, che i Dirigenti della C. G. E. hanno sempre fornito con grande cortesia e larghezza di vedute.

*

Sabato 13 aprile 1935 è stata effettuata una visita *alla stazione laboratorio dell'E.I.A.R. a Sesto Calende* ed alla nuova *sottostazione di smistamento e trasformazione* 50/8 *kV della Società Dinamo a Borgomanero.*

Una comitiva di una cinquantina di Soci, fra cui numerose Signore e Signorine, guidata dal Presidente Comm. Ing. Gasparoni e dal Vice Presidente Comm. Ing. Locatelli, è partita da Milano alle 14,15 in comodi torpedoni diretta a Borgomanero.

Un secondo gruppo di Soci, partecipanti alla gita con mezzi propri, si è dato convegno per le 15,15 a Sesto Calende.

Favoriti da una magnifica giornata di sole, dall'atmosfera pura e trasparente, i Soci hanno potuto ammirare e godere, durante il percorso, le bellezze campestri della campagna e della brughiera lombarda, le suggestive visioni sul Ticino a Sesto Calende e sull'ultimo tronco del Lago Maggiore a valle di Angera.

A Sesto Calende i Soci sono stati ricevuti dal Dott. Ing. Saverio Bernetti, direttore tecnico dell'E.I.A.R., e sotto la sua guida e quella dell'Ing. Sponzilli pure dell'E.I.A.R., sono stati messi al corrente dello scopo del laboratorio e delle misure che ivi si fanno delle principali grandezze interessanti l'emissione dalle diverse stazioni.

In primo luogo le misure di frequenza che vengono eseguite con grande approssimazione con una modernissima apparecchiatura, e poi le misure di modulazione, ecc.

Alla sottostazione di Borgomanero i Soci sono stati ricevuti dall'Ing. Comm. L. Gasparoni, Consigliere Delegato della Dinamo.

Dopo una spiegazione di carattere generale, fatta dall'Ing. Faletti della Dinamo, per illustrare il compito della sottostazione di Borgomanero nella rete di distribuzione della Società e per chiarire i criteri tecnici seguiti nello studio dello schema elettrico e del progetto dell'impianto, i Soci guidati dall'Ing. Gasparoni, dall'Ing. Faletti e dall'Ing. Parrini pure della Dinamo, hanno visitato minutamente tutta la sottostazione, ammirando la razionale e chiara disposizione dei circuiti, la perfezione del montaggio e lo studio di tutti i più piccoli dettagli che servono a facilitare l'esercizio della sottostazione e ad evitare false manovre.

Particolare interesse ha destato la sala quadri dove sono centralizzate tutte le misure ed i comandi della sottostazione e dove è installato un quadro luminoso. Tale quadro consta di una lastra di cristallo sulla quale è disegnato lo schema della sottostazione, e i simboli degli interruttori e dei coltelli vi appaiono illuminati di rosso o di verde a seconda che sono aperti o chiusi.

Il comando di apertura o chiusura degli interruttori è fatto in due tempi: nel 1° tempo la luce del simbolo corrispondente diventa oscillante e dà così una conferma al personale che la manovra è proprio quella che esso vuol eseguire.

Dopo la visita i Soci si sono raccolti nel locale officina di riparazione, ove la Dinamo aveva predisposto un ricco rinfresco, che è stato molto gradito dagli intervenuti ai quali la bella giornata e la bella gita avevano destato l'appetito.

L'Ing. Gasparoni ed i suoi Collaboratori sono stati vivamente complimentati dai Soci per la perfezione del moderno impianto e ringraziati per la cordiale e signorile ospitalità.

* *

SEZIONE DI NAPOLI

La riunione del 14 marzo 1935 ha avuto luogo alle 17,30 presso il R. Istituto Superiore di Ingegneria per dare agli allievi della Scuola il modo di venire a conoscenza dei moderni mezzi di sollevamento adoperati nella costruzione ed arredamento dei porti. L'argomento è stato trattato dall'Ing. Dott. **Rodolfo Bottarlini**, Gerente della Società I. A. T. di Milano (Impianti ed Apparecchi di Trasporto), in una limpida conferenza del titolo: **« Gru moderne per costruzione ed arredamento dei porti ».**

Il conferenziere ha iniziato la sua esposizione con l'illustrazione delle gru per costruzione dei moli sia galleggianti, che terrestri.

Per le prime egli ha parlato del pontone Archimede da ton-

nellate 350 usato per il porto di Catania e dei pontoni Schneider, Imperatore, Romanus da 450 tonn usati come posablocchi ciclopici per i porti di Algeri, Genova, Bari e Napoli. È poi seguita la descrizione delle grue terrestri posablocchi per la costruzione dei moli con blocchi inclinati, con speciale riguardo alla gru Titano, che è la più grande costruzione del genere (blocchi da 130 tonn con sbraccio di 5 metri) e che ha servito per la costruzione del molo foraneo di Bengasi. Ha quindi accennato alle grue a cavalletto che servono per il trasporto dei blochi in cantiere (Bardeur) e dei mezzi ausiliari alle grue posablocchi.

Passando poi alle grue per l'arredamento dei porti, il conferenziere ha parlato delle grue con servizio di benna a grinfa (scaricatori di carbone) e segnatamente dei moderni argani elettrici a due motori ideati per una manovra semplice, sicura e leggera della benna.

L'ultima parte della conferenza ha servito ad illustrare i moderni tipi di grue da banchina, girevoli a sbraccio variabile con traiettoria orizzontale del carico, e il conferenziere ha fatto un esame comparativo tra i primi tipi inglesi Mitchell e Babcock & Wilcox e i moderni tipi, che da essi derivano, e cioè i tipi ad aste articolate Demag e I.A.T. Durante questa ultima parte della esposizione il conferenziere ha anche accennato ai moderni sistemi di regolazione di velocità sia a comando idrodinamico che a comando elettrico, nonchè a qualche dettaglio della moderna tecnica costruttiva sia meccanica che elettrica.

La fine della interessante conferenza è stata accolta da vive approvazioni.

* *

SEZIONE PUGLIESE

Assemblea Generale Ordinaria dei Soci del 1° aprile 1935. — Il giorno 1° aprile 1935-XIII, alle ore 18,15 si è tenuta, presso la Sede della Sezione Pugliese, l'Assemblea Ordinaria dei Soci per discutere il seguente

ORDINE DEL GIORNO:

1°) Comunicazioni della Presidenza.
2°) Bilancio consuntivo 1934 e preventivo 1935.
3°) Varie ed eventuali.

Assume la Presidenza il Presidente della Sezione Ing. Carlo Lucifero assistito dal Segretario Ing. Alberto Lazzaro.

Constatata la validità dell'Assemblea il Presidente dichiara aperta la seduta ed inizia lo svolgimento dell'Ordine del Giorno.

1) *Comunicazioni della Presidenza.*

Il Presidente, dopo aver rivolto un saluto ai Soci che nel corrente anno sono entrati a far parte della Sezione, espone la situazione generale del numero dei componenti di essa, che, per varie ragioni e sopratutto per le difficoltà del momento, non accenna a migliorare. Dopo avere illustrato le alte finalità dell'Associazione, e le diverse agevolazioni concesse ai Soci, rivolge un vivo appello agli intervenuti, perchè sia svolta una attiva propaganda diretta ad ottenere nuove iscrizioni, le quali, oltre ad accrescere prestigio alla Sezione, consentirebbero la realizzazione di un più vasto programma, per le aumentate disponibilità finanziarie che ne deriverebbero.

Passando all'esposizione dell'attività svolta nel 1934, il Presidente accenna all'interessamento svolto dalla Sezione per i corsi allievi-elettricisti effettuati sotto gli auspici dell'Ente Pugliese di Cultura Popolare in Bari, e del R. Laboratorio - Scuola Thaon de Revel in Taranto, con il contributo finanziario della Società Generale Pugliese di Elettricità.

Le manifestazioni svoltesi durante l'anno, per un complesso di diverse ragioni, non escluse quelle di carattere finanziario, non sono state numerose, quali la Presidenza avrebbe desiderato: si è potuto infatti tenere soltanto due comunicazioni ai Soci, una, particolarmente interessante, del Dott. Ing. Guido Bourelly sulle « Sovratensioni di origine atmosferica, loro studio e misura, mezzi di protezione », ed una dello stesso Presidente, sul tema « Le applicazioni domestiche dell'energia elettrica ».

Nel maggio 1934 è stata effettuata, in unione ai Soci delle Sezioni di Roma e Napoli, una visita agli impianti della Città del Vaticano, riuscita molto interessante e suggestiva; nel settembre, in occasione della V Fiera del Levante, è stata organizzata la gita a Bari della Sezione Adriatica, i cui Soci sono stati ospiti graditi, e degnamente accolti. Il Presidente confida che nel corrente anno 1935 le manifestazioni della Sezione possano svolgersi in numero maggiore, ed assicura all'uopo tutto l'interessamento suo e del Consiglio.

2) *Bilancio consuntivo* 1934 *e preventivo* 1935.

Il Presidente invita il Segretario-Cassiere Ing. Lazzaro a riferire sul Bilancio consuntivo 1934 e preventivo 1935. L'Ing. Lazzaro espone, illustrandole, le varie voci del bilancio consuntivo 1934, che, in dipendenza delle spese incontrate per l'organizzazione di alcune manifestazioni, si è chiuso con un disavanzo di L. 311,15, al quale si è sopperito con opportuno prelevamento dal fondo patrimoniale: dà indi lettura del bilancio preventivo 1935, il quale è stato impostato nella premessa che le quote sociali pel 1935 rimangono inalterate, proposta che il Presidente sottopone all'Assemblea ottenendone l'approvazione. Il bilancio consuntivo 1934 e preventivo 1935 vengono approvati all'unanimità dell'Assemblea, come di seguito trascritto. L'Assemblea, chiamata del pari ad eleggere i Revisori dei Conti per il 1935, approva all'unanimità la proposta della Presidenza di riconfermare in carica i Revisori uscenti, che a norma di Regolamento sono rieleggibili.

BILANCIO CONSUNTIVO – ANNO 1934

Preventivo	*ENTRATE*		Consuntivo
	ORDINARIE:		
	1) *Contributi Soci:*		
L. 8.400,—	a) Soci individ. resid.	N. 131 a L. 60	L. 7.860,—
	» » »	» 1 » » 30	» 30,—
	» » esteri	» 1 » » 105	» 105,—
	» » »	» 1 » » 115	» 115,—
	b) Soci collettivi:		
» 1.020,—	Enti	» 7 » » 170	» 1.190,—
» 500,—	Soc. An.	» 2 » » 250	» 500,—
» 10,—	c) Soci vitalizi	» 1 » » 10	» 10,—
» 125,—	d) » perpetui	» 1 » » 125	» 125,—
L. 10.055,—			L. 9.935,—
	2) *Interessi attivi:*		
	Per interessi su prestito redimibile 3,50%	L. 140,—	
	Per interessi attivi e di conguaglio su titoli del Consolidato 5% valore nominale L. 8.000,—	» 500,—	
» 585,—	Libretto Comit	» 144,80	» 784,80
	3) *Varie:*		
	Prenotazioni rendiconti		» 25,—
	Recupero quota 1933 Socio Collettivo		» 170,—
	» » » » Individuale		» 60,—
	Contributo della Soc. Gen. Pugliese di Elettricità per manifestazioni sezionali		» 1.000,—
» 600,—	Proventi diversi		» 16,—
L. 11.240,—			L. 11.990,80
	Disavanzo esercizio 1934		» 311,35
			L. 12.302,15

BILANCIO CONSUNTIVO – ANNO 1934

Preventivo	*USCITE*		Consuntivo
	ORDINARIE:		
L. 7.000,—	1) Contributi alla Sede Centrale		
	a) Soci individ. resid.	N. 134 a L. 50,—	L. 6.700,—
	» » esteri	» 2 » » 95,—	» 190,—
» 1.200,—	b) » collettivi	» 9 » » 150,—	» 1.350,—
	c) Quote morosi Soci indiv.	» 9 » » 25,—	» 225,—
	d) » » » collett.	» 1 » » 37,50	» 37,50
	e) Saldo quota 1933 per un Socio Collettivo		» 75,—
	» » » » » » Individuale		» 25,—
L. 8.200,—			L. 8.602,50
	2) *Locali:*		
	Offerti dalla Soc. Gen. Pugliese di Elettricità		—
» 200,—	3) *Biblioteca*		—
	4) *Amministrazione:*		
» 300,—	a) Personale	L. 300,—	
» 250,—	b) Postelegrafiche	» 251,70	
» 600,—	c) Cancelleria e stampati	» 431,30	» 983,—
	5) *Manifestazioni sezionali:*		
» 1.000,—	Conferenze, gite, ecc.		» 2.691,65
	6) *Impreviste e varie:*		
» 690,—	Prenotazioni rendiconti		» 25,—
L. 11.240,—			L. 12.302,15

SITUAZIONE PATRIMONIALE AL 31 DICEMBRE 1934

ATTIVO

1) *Cassa:*		
Contanti in Cassa		L. 1.512,—
Saldo al 31-12-1934 sul Libretto Comit		» 5.627,55
2) *Titoli di Stato:*		
a) Consolidato 5% L. 5000 Val. Nom. a 80,70	L. 4.035,—	
b) » » » 3000 » » » 80,30	» 2.409,—	» 6.444,—
3) *Mobili:*		
a) Apparecchio radio	L. 1,—	
b) Vari	» 1,—	» 2,—
4) *Biblioteca:*		
Per memoria		» 1,—
		L. 13.586,55

PASSIVO

1) Patrimonio al 31 dicembre 1933		L. 14.896,90	
a dedurre:			
Svalutazione apparecchio radio	L. 999,—		
Disavanzo esercizio 1934	» 311,35	» 1.310,35	» 13.586,55

Promemoria:

Crediti al 31-12-1934 (parzialmente inesigibili) morosi 1934:

N. 10 quote individuali a L. 60,—	L. 600,—
» 1 quota socio collettivo	» 170,—
	L. 770,—

BILANCIO PREVENTIVO PER IL 1935

ENTRATE

A) ORDINARIE:				
1) *Contributi Soci:*				
a) Soci individuali	N. 132	a L. 60	L. 7.920,—	
b) Soci collettivi:				
Enti	» 8	» » 170	» 1.360,—	
Società Anonime	» 1	» » 250	» 250,—	
c) Soci vitalizi	» 1	» » 10	» 10,—	
d) Soci perpetui	» 1	» » 125	» 125,—	
				L. 9.665,—
e) Soci sostenitori:				
Enti	» 1	» » 500	» 500,—	
Soci	» 3	» » 100	» 300,—	
				» 800,—
2) *Interessi attivi*				» 550,—
3) *Varie*				» 600,—
				L. 11.615,—

USCITE

A) ORDINARIE:				
1) *Contributi alla Sede Centrale:*				
a) Soci individuali	N. 132	a L. 50	L. 6.600,—	
b) Soci collettivi	» 9	» » 150	» 1.350,—	
c) Soci sostenitori:				
Enti	» 1	» » 400	» 400,—	
Soci	» 3	» » 80	» 240,—	
				8.590,—
2) *Locali:* Affitto, illuminazione, riscaldamento, ecc. (offerti dalla Società Gen. Pugliese di Elettricità).				
3) *Biblioteca:* Rilegatura libri				300,—
4) *Amministrazione:*				
a) Personale			L. 300,—	
b) Postelegrafiche			» 350,—	
c) Cancelleria e stampati			» 200,—	
				» 850,—
5) *Manifestazioni Sezionali*				» 1.500,—
6) *Impreviste e Varie*				» 375,—
			Totale	L. 11.615,—

3) *Eventuali e varie.*

Non essendovi nulla da comunicare sulle Eventuali e Varie, il Presidente dichiara esaurito l'Ordine del Giorno; l'Assemblea alle ore 18,45 è quindi terminata.

I Soci rimangono in sede di riunione per udire la conferenza che il Comm. Dott. Ing. **Stefano Brun**, Amministratore Delegato della Società Generale Elettrica Napoletana, terrà sul tema: **« Moderna illuminazione di monumenti e teatri ».**

Il Presidente presenta ai Soci il Conferenziere, lo ringrazia di avere cortesemente accolto l'invito della Sezione, e gli porge il benvenuto a nome dei Soci tutti.

L'Ing. Brun, dopo aver rivolto un saluto agl'intervenuti, inizia lo svolgimento del suo tema fissando i limiti della conferenza, nella quale descriverà i più notevoli impianti di illuminazione artistica eseguiti nel Mezzogiorno d'Italia. Accenna subito al complesso impianto del Teatro S. Carlo di Napoli, descrivendone le istallazioni, fornendo dati e ragguagli sulle potenze, precisando i criteri informativi e i risultati raggiunti. Passando agli impianti delle Chiese, descrive gli impianti dei due templi napoletani di S. Francesco di Paola e di S. Pietro a Maiella, esempi tipici di due diverse architetture e quindi di effetti luminosi diversissimi. Notevole e interessante la descrizione degli impianti eseguiti in Castelnuovo a Napoli per la seconda mostra di Arte Coloniale, sia negli interni delle storiche sale, sia sull'imponente facciata.

Menzione parimenti interessante fà delle illuminazioni recentemente realizzate dello scalone della Reggia di Napoli e della Galleria Umberto I, dove sono state superate particolari difficoltà.

Una esposizione più dettagliata svolge l'oratore per le illuminazioni artistiche realizzate in Bari, con particolare riguardo a quelle della Fiera del Levante.

Accenna infine all'impianto della Certosa di S. Martino di Napoli ed alla famosa scritta luminosa « DUX » che fu costruita sul Vesuvio in occasione della visita del Duce a Napoli nell'ottobre 1931.

L'oratore illustra la sua esposizione con numerose proiezioni che offrono all'uditorio la visione di molteplici bellezze artistiche della nostra Regione, messe in rilievo dall'uso sapiente della luce artificiale: le proiezioni sono particolarmente ammirate.

Alla fine della interessantissima conferenza, ascoltata da tutti gli intervenuti con il più vivo interesse, il Conferenziere è vivamente applaudito.

* *

SEZIONE DI TRIESTE

La sera del 13 marzo 1935 ebbe luogo la riunione mensile dell'Associazione Elettrotecnica Italiana della Sezione di Trieste. Il Presidente Dott. Ing. De Antonellis, dopo aver rivolto un saluto ai neo eletti Consiglieri: Ingg. Barbisio, De Job e De Stefani, e letta una comunicazione del nuovo socio S. E. Cobolli Gigli, riferisce in merito alla prossima attività culturale della Sezione. Accenna poi alle recenti esperienze di Marconi sui radiofari e alle applicazioni diatermiche delle micro-onde. Invita quindi il Dott. Ing. **Pietro Bearzi** a riferire sul tema delle **« Applicazioni pratiche di alcune radiazioni ».**

L'Ing. Bearzi cominciò accennando all'importanza del Congresso di Venezia in merito al quale si trovarono riuniti nel settembre 1934 — e per la prima volta nella storia della scienza moderna — i più valenti studiosi delle scienze elettro-radio-biologiche di tutto il mondo con uno scopo preciso: lo studio di tutte le fonti di radiazioni conosciute, lo studio delle loro origini, dei loro effetti biologici e delle possibilità di estendere le loro applicazioni nei campi della vita pratica.

Ricordando la legge di Nernst secondo il quale lo stimolo elettrico (eccitamento nervoso) sul corpo animale è direttamente proporzionale all'intensità della corrente ed inversamente alla radice quadrata della frequenza, l'Ing. Bearzi parlò del vasto impiego nell'elettroterapia delle correnti ad altissima frequenza, le quali essendo pure di grande intensità e di alta tensione non sono pericolose per l'organismo umano appunto perchè queste correnti (data la rapidità estrema con la quale oscillano) non riescono a produrre fenomeni elettrolitici che possano alterare la concentrazione cellulare. Mentre invece numerosissimi casi di fulminazione hanno dimostrato che l'intensità di corrente industriale certamente mortale è di 0.1 ampere e che per compromettere gli organi vitali è sufficiente una durata di 1/10 di secondo.

Da diverse esperienze eseguite anche dal relatore risultò che in un circuito elettrico di soli 20 volt restarono immediatamente fulminati due conigli che vennero sottoposti ad una corrente alternata di 10 periodi.

Gli straordinari risultati ottenuti con la terapia ad onde corte da 10 a 50 metri ed ultracorte da 6 a 3 metri vengono attribuiti da diversi sperimentatori a certe azioni specifiche biologiche e termiche che avrebbero la loro sede nelle cellule e che non sono state osservate con lunghezza d'onda maggiori.

Nel circuito oscillante ad onde corte degli apparecchi di diatermia l'ammalato ha la funzione di un conduttore che chiude un circuito elettrico, mentre negli *apparecchi schermati ad onde ultracorte*, il paziente trova posto fra le armature di un condensatore. E precisamente in quest'ultimo caso viene sfruttato il fenomeno *dell'isteresi dielettrica*, cioè i dielettrici imperfetti introdotti in un campo elettrico variabile danno luogo ad una trasformazione di energia in calore, ed appunto il corpo umano posto tra due armature di condensatore si comporta come un dielettrico imperfetto. Perciò appare chiaramente che in tali apparecchi, i quali in generale sono della potenza di 1 kilowatt, non interviene una vera e propria irradiazione di onde.

La potenza dissipata nell'organismo umano aumenta con la frequenza, ma praticamente al disopra di una frequenza di 100 milioni di periodi al secondo, l'aumento della potenza trasformata in calore nell'organismo diviene assai scarso.

Il riscaldamento dipende dalla resistività e dal potere induttore specifico del dielettrico e pertanto, data la costituzione eterogenea del corpo umano, si può prevedere che alcune parti diano luogo ad un riscaldamento maggiore delle altre.

L'Ing. Bearzi dopo aver citate le interessanti esprienze con onde corte ed ultracorte ad altissima frequenza eseguite da Gianferrari e da Pugno vanoni, continua dicendo dell'importantissima scoperta del Professore Vincenzo Rivera circa le radiazioni emanate dai metalli, la cui intensità è tanto maggiore quanto più elevato è il peso atomico dei metalli.

Riferendo poi di alcune applicazioni dello spettro solare fece rilevare l'importanza che hanno acquistato oggidì i raggi infrarossi ed ultravioletti, nell'industria fotografica, per gli scopi dell'aviazione e della navigazione e dell'impiego pratico in certi casi delle lampade a vapori di sodio, le quali a parità di potenza illuminante hanno un consumo di energia elettrica che è quattro volte minore di quello delle normali lampade ad incandescenza.

Grandissimo ancora, il numero delle radiazioni da esaminare sotto il punto di vista delle applicazioni, ma l'Ing. Bearzi data la ristrettezza del tempo deve limitarsi a rammentare brevemente la importanza dei raggi X oltre che nel campo elettro-medicale anche in quello dell'industria con riguardo speciale alla tecnica metallurgica. Parti di meccanismi delicatissimi (come per esempio i motori d'aviazione) possono venire esaminati coi raggi X e si sa come da tali esami attenti e scrupolosi dipenda talvolta la vita di più uomini e la riuscita di imprese che impegnano la gloria di una Nazione.

Accenna ancora ad altra importantissima scoperta fatta dal fisico francese Dauviller, il quale riuscì a costruire una lampada per raggi X di lunghezza di 0,0008 micron, i quali hanno la proprietà di ricostruire i tessuti animali, mentre all'opposto si sa che i ragg X duri hanno un potere fortemente distruttivo.

Il Dott. Ing. Bearzi chiude la sua relazione dicendo che con le cognizioni che il progresso delle scienze ci ha largito fino ad oggi, noi non possiamo avere ancora la visione reale di tutti i fenomeni relativi alla materia organica e vivente, però molta parte del meccanismo della vita e delle fonti prime del suo palpitare non ci appare più tenebroso e misterioso come nei tempi passati.

Se guardiamo a ritroso lungo il commino vertiginoso delle scoperte dell'ultimo mezzo secolo, dobbiamo rilevare con orgoglio che

il genio umano personificato da Guglielmo Marconi, ha portato un prezioso contributo alle conquiste scientifiche acquistando sempre nuove glorie e nuove fortune alla nostra Nazione, irradiando di viva luce la umanità intera, in tutti gli sterminati campi delle applicazioni elettro-radio-biologiche.

La dotta conferenza venne vivamente aplaudita. Seguì una interessante discussione tecnica, alla quale parteciparono, fra gli altri, il Prof. Vercelli e gli Ingg. Prof. Rutelli e Dott. Benussi.

*

Alla presenza di numerosi elettrotecnici della Regione, durante la runione del 3 aprile 1935, il chiarissimo Prof. **Mario Picotti**, chimico del R. Istituto Geofisico di Trieste, tenne una conferenza sul tema: **« Acqua pesante »**.

Il Presidente Dott. Ing. de Antonellis, nel ringraziare l'oratore per aver voluto accettare l'invito di trattenere i soci su una delle più importanti conquiste chimiche, ricordò la recente ipotesi dello scienziato russo W. Vernadsky secondo la quale l'acqua pesante sarebbe un fenomeno geochimico di migrazione di atomi e diede quindi la parola al relatore.

Il Prof. Picotti esordì ricordando che l'idrogeno, che tante volte ebbe ad imporsi negli studi di fisica e chimica, acquista improvvisamente, negli ultimi anni, una posizione di primo piano con la scoperta degli isotopi di questo elemento. Sono recenti le esperienze per la separazione dell'orto-idrogeno dal paraidrogeno, i quali rappresentano, sembra, una stereoisomeria di ordine magneto-nucleare. Oggi è stato trovato un idrogeno pesante, di massa doppia, *il deuterio*, che si celava nell'idrogeno ordinario e nei suoi composti con una presenza su circa 5000 atomi d'idrogeno leggero.

Ricerche di esattezza così impressionante sono state possibili soltanto a mezzo di quell'ottimo istrumento ch'è lo spettrografo di massa dell'Aston, il quale acconsentì a questo fisico eminente di dare, ancora nel 1924, un buon elenco di elementi isotopi. In tale tabella l'idrogeno ed anche l'ossigeno figurano però quali elementi puri. Rimaneva però immutata e controversa la risoluzione della causa per un rapporto atomico frazionario fra questi due elementi.

Ma il perfezionarsi della tecnica nelle spettrografie di massa ha messo in luce per l'ossigeno i tre isotopi di massa, 16, 17, 18, scuotendo la sua posizione eminente di elemento puro, base per il computo del peso atomico. Nella ricerca di una maggiore approssimazione nel rapporto idrogeno-ossigeno e dei pesi atomici dei due elementi emerse un disaccordo, apparentemente insanabile data la estrema sensibilità dei metodi disponibili, fra il peso atomico dell'idrogeno — ex analisi chimica — e quello derivante dalle misure microfotometriche con lo spettrografo di massa. La diversità nel peso atomico poteva essere soddisfatta con la presenza di un idrogeno di massa doppia esistente nell'idrogeno ordinario nel rapporto 1/4500.

Agitata pertanto la possibilità di isotopi anche per l'idrogeno, incominciarono i tentativi di identificazione. Nel gennaio del 1932, Urey Brickwedde e Murphy, partendo da concetti termodinamici, ottennero, per evaporazione di idrogeno naturale ed a circa 20 gradi assoluti, una concentrazione dell'idrogeno pesante, determinato in seguito per via spettrografica. Ma l'osservazione più importante fu quella di Waschburn e Drey, che trovarono una densità maggiore per l'acqua di una vecchia cella elettrolitica.

Poco dopo Lewis ottenne la seprazione dei due idrogeni con l'elettrolisi dell'acqua, durante la quale la corrente favorisce l'allontanamento dell'isotopo leggero, rimanendo nel residuo un'acqua pesante per il contenuto di deuterio o idrogeno pesante.

I lavori si succedono rapidamente e le ricerche intorno alla isotopia dell'idrogeno e sull'acqua pesante si moltiplicano rapidamente di numero.

Dei vari composti possibili con l'idrogeno pesante e deuterio, certamente quello di maggior interesse è l'acqua. Il metodo più pratico di preparazione è quello per elettrolisi frazionata, nella quale un litro d'acqua comune viene ridotto in volume a frazione di centimetro cubico.

Altri metodi sono: la distillazione ed il congelamento, che però hanno dato finora scarsi risultati, ed il metodo di frazionamento con carbonio attivo. L'acqua così ottenuta è stata studiata attentamente nelle sue proprietà. La densità è di oltre un decimo maggiore che per l'acqua comune ed il « ghiaccio pesante » fonde a quasi 4°, mentre il punto di ebollizione dell'acqua pesante è di 101,5°. Anche tensione dei vapori, coefficiente dilatometrico, viscosità, costante dielettrica sono diversi. La solubilità dei sali è minore e minore è la sua mobilità jonica.

Enorme interesse ha suscitato l'azione biologica esplicata dall'acqua pesante. Si può asserire che in generale l'ossido di deuterio o acqua pesante, hanno un'azione tossica: semi germogliati lentamente od affatto, alghe che presentano evidenti modificazioni nella vita cellulare; e pare che ne risulti un'azione stabilizzatrice dei sistemi biocolloidali.

Dal punto di vista chimico è aperta la possibilità a nuove e numerose serie di composti, prevedibili e differenziabili in categorie a diversa isomeria isotopica. Soltanto per l'acqua sono possibili tre tipi con l'idrogeno leggero ed il deuterio, e 9 specie risultano, ove si considerino i tre isotopi dell'ossigeno di massa 16, 17, 18. Se tale isomeria viene portata in altri campi della chimica, la possibilità di nuove combinazioni isotopicamente isomere cresce a dismisura. Con l'alcool etilico si avranno oltre 20 componenti. Sono stati già preparati i deuterio-metani, acetilene, ammoniaca.

L'oratore concluse osservando che con l'acqua pesante si aprono nuovi orizzonti nelle possibilità dell'architettura chimica e di uno studio comparato delle proprietà al variare degli isotopi. La fisica nucleare acquista nell'idrogeno pesante un nuovo proiettile di maggiore effetto nel bombardamento atomico per la disintegrazione dell'atomo.

Per le scienze biologiche si scopre tutta una serie d'interrogativi sugli effetti e sull'importanza che tale composto, ed in generale la sostituzione dei vari isotopi costituzionali possono arrecare alla vita degli organismi.

La dotta conferenza, seguita attentamente dall'uditorio, venne in fine calorosamente applaudita. Seguì un'interessante discussione tecnica alla quale parteciparono, fra gli altri, il Prof. Vercelli e gli ingegneri Barbisio, Rutelli e Benussi.

PERSONALIA

L'Ing. Dott. **Francesco Motti**, della Sezione di Napoli, ha conseguito la libera docenza in impianti elettrici.

*

L'Ing. Dott. **Marco Semenza**, della Sezione di Milano, ha conseguito la libera docenza in trazione elettrica.

*

L'Ing. Dott. **Franco Salerno**, della Sezione di Milano ha conseguito la libera docenza in tecnologie industriali.

*

Agli egregi Colleghi vive congratulazioni.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza de' Celestini, 4).

23 Maggio - ore 21. — Visita alla Fiera-Esposizione del Littoriale.
30 Maggio. — Gita a Modena.
5 Giugno - ore 21. — Pugno Vanoni Ing. Prof. Enzo: « Nuovi tipi di apparecchi radiologici » (Plesio e Gamma-roentgenterapia).

SEZIONE DI CATANIA (presso la R. Università).

18 Maggio. — Bemporad Prof. Comm. Azeglio: « Le Comete ».
19 Maggio. — Visita all'impianto idroelettrico dell'Alcantara.

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).

11 Maggio - ore 21,15. — Verzillo Dott. Ing. Rienzo: « Il problema della saldatura autogena ».
15 Maggio. — Visita alla V Mostra dell'Artigianato.

SEZIONE DI GENOVA (Via Assarotti, 4/2).

14 Maggio. — Occhialini Dott. Prof. Augusto: « Esperienze sulle oscillazioni elettriche persistenti ».
18 Maggio - ore 14,15. — Visita alla Fabbrica di isolatori di Genova-Borzoli della Società Ceramica Ligure.

SEZIONE DI LIVORNO (Via Cairoli - Palazzo della Galleria).

18 Maggio - ore 21,15. — Boella Prof. Dott. Ing. Mario: « Funzionamento dei tubi elettronici a più elettrodi ».

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

15 Maggio (presso il Sindacato Fascista Ingegneri). — Gnesutta Dott. Ing. Eugenio: « Amplificazione a bassa frequenza ».
18 Maggio. — Visita alle sottostazioni con raddrizzatori a vapore di mercurio della linea Milano-Varese-Porto Ceresio delle FF. SS.
24 Maggio - ore 21,15. — Ten Col. Dott. Ing. Ugo Ruelle: « Il problema dei disturbi alle radioudizioni ».
1° Giugno - ore 14. — Visita all'Osservatorio di Merate ed alla sottostazione della Soc. An. Orobia a Cernusco.

SEZIONE DI NAPOLI (Via Tarsia, 39).

17 Maggio - ore 17,30. — Bourelly Dott. Ing. Prof. Guido: « Studio sperimentale di una lampada a vapore di sodio ».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

17 Maggio - ore 21,15. — Vecchiacchi Prof. Dott. Francesco: « I tubi elettronici nelle misure elettriche ».
22 Maggio - ore 21,15. — Allievi Gr. Uff. Dott. Ing. Lorenzo: « Di una funzione pendolare alle differenze finite » (Oscillazioni del carico in una tubazione munita di camera d'aria).

SEZIONE DI TORINO (Piazzetta Madonna degli Angeli, 2).

22 Maggio - ore 21,15 (presso il R. Istituto di Fisica). — Persico Prof. Dott. E.: « Le statistiche di Fermi e di Bose-Einstein ».

Prof. Angelo Barbagelata, *Direttore responsabile.* Ind. Graf. It. Stucchi - Milano.

VOL. XXII (XXXIX degli Atti) 10 Giugno 1935 - ANNO XIII N. 11

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

SOMMARIO

Il Consiglio Generale dell'A.E.I. e "L'Elettrotecnica".

Richiamiamo l'attenzione dei lettori sul Verbale della recente seduta del Consiglio Generale dell'A.E.I. — del quale già demmo notizia — riportato in questo fascicolo. Esso dà infatti modo, ai numerosi consoci che vivono lontani dalle sfere dirigenti dell'Associazione, di avere notizie particolareggiate e precise sull'andamento del Sodalizio. Nell'ultima seduta i numerosi convenuti si sono in generale limitati ad ascoltare con compiacimento le comunicazioni del Presidente Generale; ma, in sede di bilancio, si ebbe una vivace ed interessante discussione su una questione di regolamento che tocca da vicino la vita di questa rivista, e sulla quale crediamo di dover spendere qualche parola.

L'Elettrotecnica non solo è, fra le riviste congeneri, di gran lunga quella più a buon mercato (si ricordi che mediamente *solo venticinque lire* della quota annuale versata dal Socio vanno al giornale) ma è anche la sola, forse..., a pagamento posticipato! Regola universale per tutti i periodici è sempre stata quella del pagamento anticipato. Anche le più serie riviste sospendono automaticamente l'invio agli abbonati, anche se antichi, che non abbiano versato anticipatamente il prezzo di abbonamento. Nel caso nostro invece, poichè il regolamento dell'A.E.I. dà tempo ai Soci a tutto marzo per il pagamento della quota, si può ben dire che per un trimestre la rivista viene « anticipata » a tutti i Soci. Ma questo sarebbe in fondo il meno dei mali. Il guaio serio è che, con la pratica attuale, chi non rinnova l'associazione viene dichiarato moroso solo verso il novembre — praticamente alla fine dell'anno —; cosicchè ogni anno, un numero non disprezzabile di fascicoli viene inviato *in pura perdita* a chi più non ne ha il diritto! Contro questo stato di cose alcuni consiglieri sono insorti vivacemente chiedendo misure più o meno draconiane; ma alla fine è prevalso il criterio della moderazione e solo si è deciso di applicare veramente le attuali disposizioni regolamentari che, finora, all'atto pratico erano più o meno lettera morta. Così quest'anno, *col prossimo luglio verrà sospeso l'invio della rivista* (Art. 14 del Regolamento) *ai Soci che non avranno ancora versata la quota* 1935. Naturalmente i fascicoli verranno « accantonati » per modo che coloro che si metteranno in regola coi pagamenti entro l'agosto, potranno ricevere tutti i numeri arretrati.

Sappiamo benissimo che la maggior parte dei ritardati versamenti è semplicemente dovuta a dimenticanza. Ci auguriamo che queste note valgano a ridestare qualcuno di questi soci involontariamente obliosi dei loro doveri!

Colpo d'ariete e condotte elevatorie.

Recentemente (Vedi *L'Elettrot.* 10-4-1935, pag. 251) l'Ing. Evangelisti ha considerato il colpo di ariete nelle condotte elevatorie di lunghezza rilevante, prospettando, come dispositivi di protezione, le camere d'aria che in tali condizioni presenterebbero una efficacia ben diversa e ben maggiore di quella, come è ben noto assai limitata e discutibile, che esse hanno dimostrato nel caso delle condotte forzate degli impianti idroelettrici.

L'argomento è ora ripreso dall'Ing. EVANGELISTI con una impostazione che tende a seguire più da vicino la realtà fisica del fenomeno introducendo anche la considerazione della elasticità dell'acqua e della condotta nella quale essa si muove.

La trattazione, oltre che per l'importanza intrinseca dell'argomento, è anche interessante come esempio dell'applicazione del calcolo operatoriale ad un problema specifico di ingegneria. Continua così sul nostro giornale l'illustrazione di questo metodo di calcolo che vorremmo vedere maggiormente diffuso fra gli elettrotecnici e sul quale ci ripromettiamo di ritornare nuovamente.

Grandi applicazioni termoelettriche.

Il rifornimento di combustibili costituisce, come è ben noto, uno dei problemi più difficili della nostra bilancia dei pagamenti coll'estero. L'importazione di combustibili fossili è infatti dell'ordine di 12 milioni di tonnellate annue con una spesa superiore a un miliardo.

Basta enunciare queste cifre per rilevare la importanza di ridurre quanto più possibile il consumo del combustibile importato. In molti casi, come è noto, è possibile sostituire l'impiego dell'energia elettrica a quello dei combustibili.

Assai opportuna si presenta spesso, tale sostituzione nel caso dei forni. Il forno elettrico si è ormai dimostrato in molte industrie preferibile ai forni a combustibile per ragioni eminentemente tecniche che inducono anche talvolta a passar sopra alla questione puramente economica.

In questi ultimi anni l'Italia, che può vantare anche in questo campo meriti di pioniere, si è rapidamente attrezzata per l'impiego su larga scala dei forni elettrici nelle applicazioni più disparate e per le industrie più diverse. L'Ing. SAMMARCO illustra oggi sul giornale lo stato attuale di questo ramo della tecnica con particolare riguardo appunto a quanto si è fatto in Italia.

In questi problemi è bensì necessario procedere con oculata prudenza tenendo conto fra l'altro che le disponibilità di energia elettrica non sono inesauribili (la sola sostituzione di 2.000.000 di tonn. di carbone consumate dalle industrie metallurgiche richiederebbe ad es. all'incirca 8 miliardi di kWh). Tuttavia è altrettanto certo che il diffondersi dei forni elettrici potrà costituire per il nostro Paese un reale progresso sia come risultati tecnici sia anche nei riguardi della bilancia dei pagamenti all'estero.

LA REDAZIONE.

SUL CALCOLO DELLE OSCILLAZIONI DI CARICO NELLE CONDOTTE DEGLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

GIUSEPPE EVANGELISTI

Si considerano le condotte in pressione munite di pozzo piezometrico o camera d'aria, nei riguardi delle perturbazioni che seguono una brusca variazione di regime, con particolare riguardo alle condotte elevatorie. Si esamina l'effetto della finita velocità di propagazione delle perturbazioni idrodinamiche e si assegnano i limiti entro cui tale elemento può venir trascurato.

1. — In un mio precedente lavoro (1) è considerato il comportamento delle condotte in pressione munite di camera d'aria nel regime vario susseguente a una rapida manovra di annullamento della portata. La trattazione si riferiva al caso delle condotte elevatorie, quali spesso s'incontrano negli impianti di sollevamento d'acqua per uso potabile; condotte cui compete di norma una portata più modesta e una lunghezza spesso molto maggiore di quelle degli impianti d'energia, finora oggetto della quasi totalità degli studi sull'argomento.

Nel caso considerato non soltanto l'impiego di camere d'aria è spesso l'unico mezzo di protezione contro i colpi d'ariete, ma tali organi, di cui fu già riscontrata la scarsissima efficacia negli impianti idroelettrici, mostrano qui un comportamento diverso, è per molti riguardi più favorevole. La differenza è dovuta alle seguenti ragioni:

1°) il tempo che intercorre fra lo scatto di un automatico e l'arresto completo del gruppo motore, cioè la durata della fittizia manovra di arresto d'alimentazione necessaria per riassorbire l'energia cinetica delle masse rotanti, è per i normali gruppi elettropompa molto breve, spesso soltanto una piccola frazione della durata di fase della lunga condotta premente. È questo uno dei rari casi in cui occorre considerare una manovra non soltanto brusca (tempo di arresto completo $< 2/a$), ma che molto spesso può riguardarsi pressochè istantanea: campo in cui, come è ben noto, l'effetto attenuatore delle camere d'aria è sensibile (2);

2°) nelle condotte elevatorie di impianti d'acquedotto l'ordine di grandezza delle portate in gioco consente l'impiego di volumi di camera d'aria non eccessivi, e suscettibili di pratica realizzazione;

3°) le resistenze d'attrito mostrano i loro benefici effetti meglio nelle condotte ascendenti che in quelle discendenti: la loro influenza è sensibile e consente di utilizzarle per migliorare in modo spesso fondamentale le condizioni d'esercizio.

I metodi di calcolo proposti nella citata memoria permettono di mettere in conto i diversi elementi in modo che pare bene aderente alle condizioni di fatto. Soltanto in un punto ci siamo allontanati dalla realtà fisica, ed è stato nel considerare la colonna liquida come un tutto incompressibile, prescindendo dall'elasticità dell'acqua e delle pareti che la contengono. È perciò necessario, per completare lo studio, mettere in conto anche quest'ultimo elemento e verificare entro quali limiti l'ammissione fatta è lecita, e conduce a risultati compresi entro i limiti d'approssimazione che il tecnico di norma ammette nei suoi calcoli.

Oltre a ciò, sembra che la trattazione possa avere qualche interesse anche indipendentemente dal ristretto campo che qui si considera, in quanto mette in chiaro alcune proprietà delle condotte in pressione che non risulta siano state finora oggetto di indagine sistematica.

2. — Nella sua impostazione più generale il problema è quello di una condotta in regime perturbato, essendo le perturbazioni provocate in corrispondenza di una sezione dove esiste un determinato complesso idraulico atto a funzionare da cuscinetto elastico, e normalmente rappresentato o da una vasca d'oscillazione o da una camera d'aria.

Nel caso di pozzi piezometrici, delle dimensioni normalmente impiegate negli impianti idroelettrici, il problema è già stato proposto, e ha già avuto esauriente soluzione. È ben noto lo studio sull'argomento fatto dal Puppini, dove si dimostra che anche nelle condizioni più sfavorevoli (le condotte più lunghe e i pozzi di sezione più ristretta che sia dato incontrare nella tecnica delle gallerie in pressione) i valori determinati nell'ipotesi che la colonna d'acqua in galleria si comporti come un tutto incompressibile, sono affetti da un errore praticamente nullo (3). Non è però lecito estrapolare tale conclusione al caso in esame, in cui le oscillazioni di carico sono ben più notevoli e la compressibilità dell'acqua assume un'influenza proporzionatamente maggiore; il che rende necessario di estendere l'indagine a un campo più vasto.

Il problema sarà qui trattato per via operazionale, secondo i concetti già esposti in una precedente memoria (4): trattazione atta a fornire formule generali, quando la legge di chiusura sia analiticamente rappresentabile in modo semplice; essa trova qui favorevole applicazione in quanto, come si è già notato, la manovra perturbatrice è molto rapida e può essere assunta (con ipotesi di tutta approssimazione e in ogni caso a favore della sicurezza) come istantanea.

3. — Prima di applicarli al caso in esame riportiamo i risultati fondamentali della citata memoria.

Sia data una colonna liquida, considerata al solito priva d'attriti, di sezione ω, lunghezza L, velocità di propagazione delle perturbazioni idrodinamiche a; a una sezione generica della condotta si assegna un'ascissa l, misurata a partire dalla sezione terminale in cui avviene la manovra perturbatrice.

Siano inoltre le iniziali condizioni di regime definite da una velocità v_0 e da un carico y_0, che assumeremo come quota piezometrica di riferimento. Se in un determinato istante, assunto come origine dei tempi, si annulla improvvisamente il deflusso, in ogni istante successivo carico e velocità sono definiti dalle seguenti espressioni simboliche:

nella sezione d'origine:

$$(1) \qquad Y_s = \frac{a}{g}\,\frac{1+\dfrac{a}{g}Z_i\,\mathrm{tgh}\,\dfrac{L}{a}\Delta}{\left(1+\dfrac{a^2}{g^2}Z_iZ_s\right)\mathrm{tgh}\,\dfrac{L}{a}\Delta+\dfrac{a}{g}(Z_i+Z_s)}\,v_0,$$

$$(2) \qquad v_s = v_0 - \frac{\dfrac{a}{g}Z_i+\mathrm{tgh}\,\dfrac{L}{a}\Delta}{\left(1+\dfrac{a^2}{g^2}Z_iZ_s\right)\mathrm{tgh}\,\dfrac{L}{a}\Delta+\dfrac{a}{g}(Z_i+Z_s)}\,v_0;$$

in una sezione generica di ascissa l:

$$(3) \qquad Y_l = \frac{a}{g}\,\frac{\cosh\dfrac{L-l}{a}\Delta+\dfrac{a}{g}Z_i\,\mathrm{senh}\,\dfrac{L-l}{a}\Delta}{\left(1+\dfrac{a^2}{g^2}Z_iZ_s\right)\mathrm{senh}\,\dfrac{L}{a}\Delta+\dfrac{a}{g}(Z_i+Z_s)\cosh\dfrac{L}{a}\Delta}\,v_0,$$

$$(4) \qquad v_l = v_0 - \frac{\mathrm{senh}\,\dfrac{L-l}{a}\Delta+\dfrac{a}{g}Z_i\cosh\dfrac{L-l}{a}\Delta}{\left(1+\dfrac{a^2}{g^2}Z_iZ_s\right)\mathrm{senh}\,\dfrac{L}{a}\Delta+\dfrac{a}{g}(Z_i+Z_s)\cosh\dfrac{L}{a}\Delta}\,v_0.$$

In queste formule è

Y l'eccesso di carico che in ogni istante si ha rispetto al carico di regime y_0 (espresso in m di colonna d'acqua),

(1) L'impiego delle camere d'aria per attenuare i colpi d'ariete nelle condotte elevatorie. *L'Elettrotecnica,* aprile 1935.

(2) Vedi ad es. il recente lavoro dell'Allievi: «Il colpo d'ariete e la regolazione delle turbine». (*L'Elettrotecnica,* febbraio 1932), in cui è riconosciuto e messo in chiaro con tutta evidenza tale comportamento, e dimostrato che l'efficacia delle camere d'aria è molto sensibile nei primi istanti del moto perturbato e va rapidamente diminuendo, fino quasi a scomparire, quando la manovra perturbatrice si prolunga per un numero sensibile di durate di fase.

(3) Puppini: «Sul calcolo dei pozzi piezometrici per impianti industriali». *Energia Elettrica,* ottobre 1925.

(4) Lo studio dei fenomeni di colpo d'ariete per mezzo del calcolo simbolico. *L'Elettrotecnica,* 25 febbraio 1935.

g l'accelerazione di gravità in m sec^{-2},

Δ l'operatore di Heaviside, simbolo di derivazione rispetto al tempo,

Z_i e Z_s due funzioni simboliche rappresentatrici delle condizioni di estremità, e definite per un arresto istantaneo dalle relazioni:

per la sezione d'origine ($l = o$)

$$v_s = Z_s Y_s, \tag{5}$$

per la sezione d'estremità ($l = L$)

$$v_l = v_0 - Z_i Y_i. \tag{6}$$

Nel caso presente se ammettiamo, come si usa di norma, che la condotta sia nella sezione d'estremità in comunicazione con un serbatoio di sezione grandissima, dovrà essere costantemente

$$Y_i = \frac{v_0 - v_l}{Z_i} = 0, \tag{7}$$

il che ci porta subito alla posizione $Z_i = \infty$. Rimane da determinare la funzione Z_s, rappresentatrice delle condizioni limiti nella sezione d'origine dove si ammette innestato l'organo attenuatore (camera d'aria o pozzo piezometrico).

Nel caso di un pozzo piezometrico, sia Ω la sua sezione e ammettiamo che la sua lunghezza sia sufficientemente piccola rispetto a quella della condotta per ammettere che le perturbazioni vi si propaghino in blocco e non per onde ([5]); trascuriamo inoltre le differenze di carico dovute alle altezze generatrici delle velocità nella sezione di raccordo pozzo-condotta.

La velocità nel pozzo piezometrico v_p è allora legata al carico Y_s dalla relazione

$$v_p = \pm \frac{\partial Y_s}{\partial t} = \pm \Delta Y_s,$$

dove il segno superiore vale per arresto di una colonna discendente, quello inferiore per stacco d'alimentazione di una ascendente.

Deve inoltre essere, per la continuità nella sezione di raccordo pozzo-condotta,

$$v_s = \frac{\Omega}{\omega} v_p,$$

da cui subito

$$v_s = \pm \frac{\Omega}{\omega} \Delta \cdot Y_s,$$

la quale, confrontata con la (5) si dice che è

$$Z_s = \pm \frac{\Omega}{\omega} \Delta. \tag{8}$$

Qualora al posto di un pozzo piezometrico di sezione costante Ω sia posta una camera d'aria, noteremo che essa, a tutti gli effetti che qui interessano, può essere sostituita con un tubo verticale aperto, di sezione $\overline{\Omega}$ variabile con la quota d'acqua y in esso raggiunta durante le oscillazioni di carico secondo la legge

$$\overline{\Omega} = \frac{1}{n} \frac{U_0}{y_0 + 10{,}33} \left(\frac{y_0 + 10{,}33}{y + 10{,}33} \right)^{\left(1 + \frac{1}{n}\right)} \tag{9}$$

In essa è U_0 il volume dell'aeriforme contenuto nella camera nelle condizioni di regime, n l'esponente della trasformazione termodinamica dell'aeriforme stesso durante le oscillazioni di pressione ([6]).

Una tale legge porta a condizioni limiti analiticamente rappresentate da una relazione non più lineare, e le (1) e (3) con tale assunto non sono integrabili.

Possiamo però girare la difficoltà notando che la (9) definisce un fittizio pozzo piezometrico cui compete una sezione $\overline{\Omega}$ che diminuisce col crescere della quota y; se sostituiamo ad esso un pozzo di sezione Ω costante, tale che, per quel determinato valore della velocità di regime v_0 vi si raggiunga la stessa massima quota di acqua, anche senza preoccuparci dell'effettivo valore di Ω, potremo notare che le oscillazioni di carico in questo sistema fittizio, confrontate con quelle effettive, avranno queste caratteristiche:

1°) Le semionde negative d'oscillazione saranno di ampiezza maggiore col pozzo di sezione costante che con la camera d'aria, in quanto col diminuire della quota d'acqua, la sezione $\overline{\Omega}$ aumenta.

2°) Per la stessa ragione le semionde positive raggiungono il loro valore massimo attraverso valori più grandi per la sezione Ω che per $\overline{\Omega}$. La forma della semionda positiva è perciò per $\overline{\Omega}$ più appuntita che per Ω.

3°) Le durate di entrambi i semiperiodi sono per $\overline{\Omega}$ maggiori che per Ω.

Se ora poniamo mente al fatto che gli effetti della compressibilità dell'acqua in condotta sono tanto più sensibili quanto più ampie e rapide le oscillazioni di carico, possiamo dedurre che con la sostituzione fatta veniamo ad assegnare alla compressibilità dell'acqua un'influenza superiore a quella effettiva. Ne concludiamo che l'uso delle (1) e (3) con la condizione limite (8) vale esattamente per i tubi piezometrici di sezione costante, ed è inoltre atta a fornirci un valore maggiorante dell'errore che si commette ponendo $a = \infty$, rispetto all'andamento effettivo, nel caso delle camere d'aria ([7]).

4. — Ciò posto, riprendiamo le (1) e (3) e introduciamo le condizioni limiti (7) e (8). Il segno del secondo membro della (8) ci è indifferente, trattandosi di oscillazioni simmetriche rispetto al carico di regime; assumiamo perciò il segno positivo, e dividiamo numeratore e denominatore per Z_i. Risulta, con facili riduzioni

$$Y_s = \frac{a}{g} \frac{\operatorname{tgh} \frac{L}{a} \Delta}{\frac{a}{g} \frac{\Omega}{\omega} \Delta \cdot \operatorname{tgh} \frac{L}{a} \Delta + 1} v_0,$$

$$Y_l = \frac{a}{g} \frac{\operatorname{senh} \frac{L - l}{a} \Delta}{\frac{a}{g} \frac{\Omega}{\omega} \Delta \cdot \operatorname{senh} \frac{L}{a} \Delta + \cosh \frac{L}{a} \Delta} v_0,$$

che possono essere messe nella forma

$$Y_s = \frac{v_0}{Z_0(\Delta)}, \tag{10}$$

$$Y_l = \frac{v_0}{Z_l(\Delta)}, \tag{11}$$

essendo

$$Z_0(\Delta) = \frac{\Omega}{\omega} \Delta + \frac{g}{a} \operatorname{cotgh} \frac{L}{a} \Delta, \tag{12}$$

([5]) La considerazione delle onde che si propagano nel pozzo è stata fatta da ALLIEVI (memoria citata) quando si possa prescindere dalle oscillazioni di quota del pelo di acqua nel pozzo stesso. L'ipotesi adottata è qui lecita in quanto l'arresto, se può a ragione considerarsi rapido in confronto ai 10 ÷ 15 secondi cui può giungere la durata di fase della condotta, è certamente lento rispetto alla durata di fase del pozzo, di un ordine inferiore o appena superiore al decimo di secondo. Le onde di perturbazione elastica nel pozzo diventano perciò trascurabili rispetto alle oscillazioni dovute ai movimenti di massa.

([6]) Vedi la citata memoria: « L'impiego delle camere d'aria per attenuare i colpi d'ariete nelle condotte elevatorie ».

([7]) È qui il caso di notare che l'errore così determinato è bensì superiore a quello effettivo, ma non ne potrà differire di molto; tanto è vero che una delle formule più usate nel calcolo delle condotte con camera d'aria è quella del Rateau, in cui alla camera è sostituito un tubo aperto, di sezione costante

$$\Omega = \frac{1}{n} \frac{U_0}{y_0 + 10{,}33},$$

$$(13) \qquad Z_l(\Delta) = \frac{1}{\operatorname{senh} \dfrac{L-l}{a}} \left(\frac{\Omega}{\omega} \Delta \operatorname{senh} \frac{L}{a} \Delta + \frac{g}{a} \cosh \frac{L}{a} \Delta \right).$$

Si tratta ora di riportare le (10) e (11) da forma operatoriale a forma algebrica e a questo scopo ricorreremo al ben noto teorema di sviluppo in serie di Heaviside [8].

Cominciando dalla sezione d'origine, consideriamo la (10) e determiniamo le frequenze di oscillazione propria del sistema; esse, come è ben noto, sono le radici dell'equazione $Z_0(\Delta) = o$; cioè, ricordando la (12), della

$$\frac{\Omega}{\omega} \Delta + \frac{g}{a} \operatorname{cotgh} \frac{L}{a} \Delta = o .$$

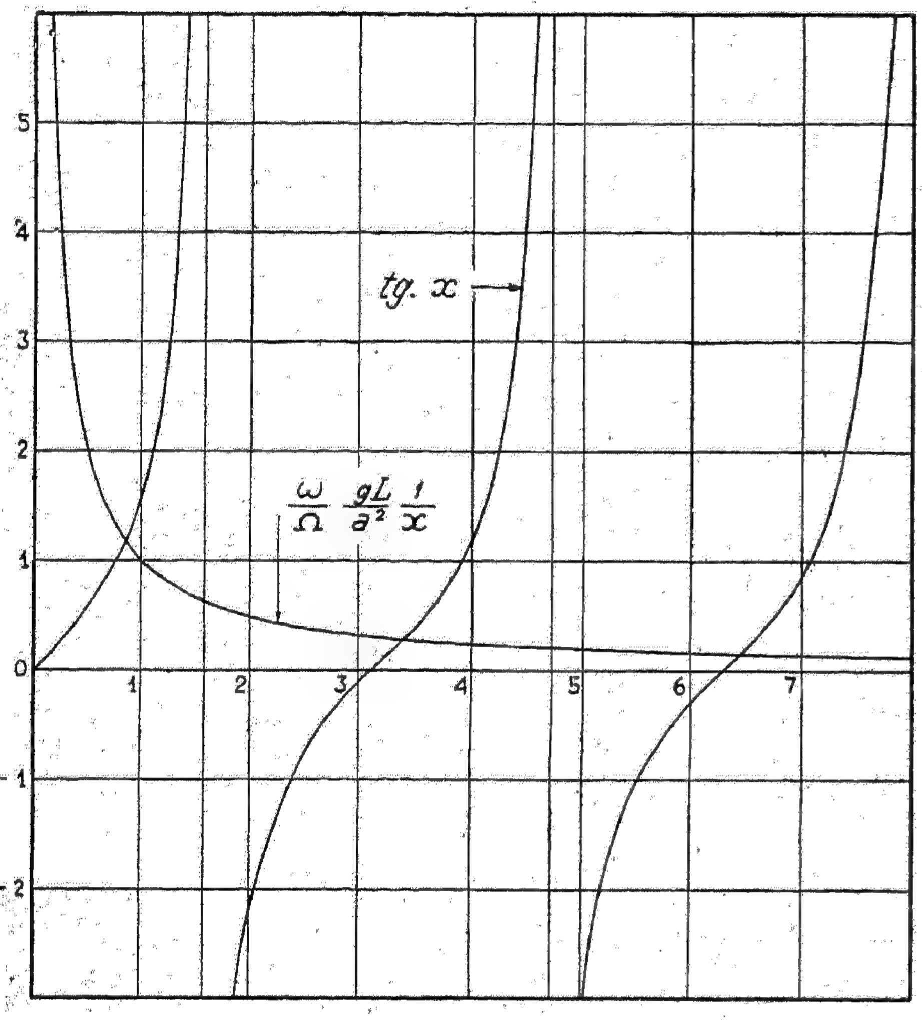


Fig. 1.

Se ora facciamo il cambiamento di variabile $L/a \, \Delta = i\,x$, essendo i l'unità immaginaria, la (12) diventa

$$Z_0 = i \left(\frac{\Omega}{\omega} \frac{a}{L} x - \frac{g}{a} \operatorname{cotg} x \right),$$

le cui radici sono quelle dell'equazione trascendente

$$(14) \qquad x \operatorname{tg} x = \frac{\omega}{\Omega} \frac{g L}{a^2}.$$

La (14) ammette infinite radici, che possono essere determinate per via grafica, come intersezione della cura tg x con l'iperbole $\frac{\omega}{\Omega} \frac{g L}{a^2} \frac{1}{x}$ (vedi fig. 1).

Se supponiamo risolta la (14) e chiamiamo con Δ_n la generica radice n^{ma}, il teorema di Heaviside ci dice che è

$$(15) \qquad Y_s = \frac{v_0}{[Z_0(\Delta)]_{\Delta=0}} + \sum_1^\infty \frac{e^{\Delta_n t}}{\Delta_n \left[\dfrac{d Z_0(\Delta)}{d\Delta} \right]_{\Delta=\Delta_n}} v_0,$$

(8) Questo teorema, fondamentale nella teoria degli operatori funzionali, è ampiamente sviluppato, tanto nelle sue forme analitiche che nel suo significato fisico, in tutti i trattati sull'argomento.

Senza ripetere quanto su di esso è già noto ci limiteremo qui ad applicarlo al caso che interessa, rimandando ai trattati speciali chi volesse approfondirne lo studio.

essendo e la base dei logaritmi neperiani, e intendendosi le derivate $d Z_0/d\Delta$ calcolate nel punto Δ_n.

È pure

$$\frac{d Z_0}{d\Delta} = \frac{d Z_0}{d x} \frac{d x}{d\Delta} = \frac{\Omega}{\omega} + \frac{g L}{a^2} \frac{1}{\operatorname{sen}^2 x},$$

$$\Delta \frac{d Z_0}{d\Delta} = i \left(\frac{\Omega}{\omega} \frac{a}{L} x + \frac{g}{a} \frac{x}{\operatorname{sen}^2 x} \right),$$

mentre è, ovviamente

$$[Z_0(\Delta)]_{\Delta=0} = \infty .$$

Facendo ora le debite sostituzioni nella (15) e tenendo conto del doppio segno delle radici, si ha

$$Y_s = \frac{1}{i} \sum_1^\infty \frac{e^{i \frac{a}{L} x_n t} - e^{-i \frac{a}{L} x_n t}}{\dfrac{\Omega}{\omega} \dfrac{a}{L} x_n + \dfrac{g}{a} \dfrac{x_n}{\operatorname{sen}^2 x_n}} v_0 .$$

Passando dagli esponenziali alle funzioni circolari

$$(16) \qquad y_s = y_0 + Y_s = y_0 + 2 v_0 \sum_1^\infty \frac{\operatorname{sen} \dfrac{a}{L} x_n t}{\dfrac{\Omega}{\omega} \dfrac{a}{L} x_n + \dfrac{g}{a} \dfrac{x_n}{\operatorname{sen}^2 x_n}} .$$

Per la stessa via possiamo ricavare, partendo dalla (13), l'andamento del carico in una sezione della condotta a una distanza generica l dalla sezione d'origine. Le radici dell'equazione $Z_l = o$ sono, come è subito chiaro e come del resto dovevamo aspettarci, le stesse definite per la sezione d'origine dalla (14). Avendo presente che le $\frac{d Z_l}{d\Delta}$ vanno calcolate nei punti in cui la Z_l s'annulla, sarà pure

$$\frac{d Z_l}{d\Delta} = \frac{\operatorname{sen} x}{\operatorname{sen}\left(1 - \dfrac{l}{L}\right) x} \cdot \left(\frac{\Omega}{\omega} + \frac{g L}{a^2} \frac{1}{\operatorname{sen}^2 x} \right),$$

$$\Delta \frac{d Z_l}{d\Delta} = i \frac{\operatorname{sen} x}{\operatorname{sen}\left(1 - \dfrac{l}{L}\right) x} \left(\frac{\Omega}{\omega} \frac{a}{L} x + \frac{g}{a} \frac{x}{\operatorname{sen}^2 x} \right),$$

da cui subito

$$(17) \qquad y_l = y_0 + 2 v_0 \sum_1^\infty \frac{\operatorname{sen}\left(1 - \dfrac{l}{L}\right) x_n}{\operatorname{sen} x_n} \cdot \frac{\operatorname{sen} \dfrac{a}{L} x_n t}{\dfrac{\Omega}{\omega} \dfrac{a}{L} x_n + \dfrac{g}{a} \dfrac{x_n}{\operatorname{sen}^2 x_n}} .$$

5. — Le (16) e (17) sono le formule fondamentali atte a definirci nelle ipotesi già considerate l'andamento del carico in una sezione qualunque di una colonna priva d'attrito, per effetto di una istantanea manovra di annullamento della portata.

Nei riguardi applicativi essa hanno il vantaggio di mettere in conto, in un'unica formula, tutte le infinite onde che si propagano nei due sensi della condotta, senza che noi dobbiamo seguirle nel loro cammino e nelle loro riflessioni alle estremità. Si noti inoltre che tutte le variabili che intervengono nel fenomeno sono racchiuse nel coefficiente privo di dimensioni fisiche $\frac{\omega}{\Omega} \frac{g L}{a^2}$, da cui dipendono i valori delle radici, così che è possibile condurre un'indagine generale, e considerare tutti i possibili casi, facendo variare $\frac{\omega}{\Omega} \frac{g L}{a^2}$ con continuità da o fino a $+\infty$.

Al primo caso (lasciando da parte la condizione priva d'interesse $\Omega = \infty$) corrisponde $a = \infty$, e quindi l'ipotesi dell'incompres-

sibilità dell'acqua; ad ogni valore finito di $\frac{\omega}{\Omega}\frac{gL}{a^2}$ corrisponde una finita velocità di propagazione a e pure un valore finito di $\frac{\omega}{\Omega}$, cioè la presenza di un organo attenuatore nella sezione di origine. Quando tale organo manchi il parametro assume un valore infinitamente grande.

Consideriamo ora la forma e i valori numerici che assumono le (16) e (17) in dipendenza di queste variazioni. Quando si ponga $\frac{\omega}{\Omega}\frac{gL}{a^2} = 0$, cioè $a = \infty$, la prima radice della (14) sarà piccolissima, e tale da confondersi col suo seno e la sua tangente. La (14) diventa

$$x^2_1 = \frac{\omega}{\Omega}\frac{gL}{a^2} \quad \text{cioè} \quad x_1 = \pm\sqrt{\frac{\omega}{\Omega}\frac{gL}{a^2}}.$$

Sarà inoltre

$$\frac{x_1}{\operatorname{sen}^2 x_1} = \frac{1}{x_1} = \pm\sqrt{\frac{\Omega}{\omega}\frac{a^2}{gL}}.$$

Per quanto riguarda le radici successive, esse tendono a confondersi con $\pm n\pi$ (n intero da 1 a ∞), mentre i termini nelle (16) e (17) che vi corrispondono tendono tutti a zero: entrambe le sommatorie (16) e (17) si riducono perciò al solo primo termine: è inoltre, nella (17)

$$\frac{\operatorname{sen}\left(1 - \frac{l}{L}\right)x_1}{\operatorname{sen} x_1} = 1 - \frac{l}{L}. \tag{18}$$

Risulta da ciò, come è facile verificare,

$$y_s = y_0 + v_0\sqrt{\frac{\omega L}{\Omega g}}\operatorname{sen}\sqrt{\frac{\omega}{\Omega}\frac{g}{L}}\cdot t, \tag{19}$$

$$y_l = y_0 + \left(1 - \frac{l}{L}\right)v_0\sqrt{\frac{\omega L}{\Omega g}}\operatorname{sen}\sqrt{\frac{\omega}{\Omega}\frac{g}{L}}\cdot t,$$

le quali ci riconducono ai risultati ben noti, per cui le oscillazioni di pressione nella sezione d'origine sono definite dalla (19) e la loro ampiezza diminuisce linearmente procedendo verso il serbatoio d'estremità.

Quando si ponga $\Omega = 0$, dovendo essere x tg x infinitamente grande, le radici sono $\pm (2n+1)\frac{\pi}{2}$, con n intero da 0 a ∞. Si ricava immediatamente

$$y_s = y_0 + \frac{a}{g}v_0\frac{4}{\pi}\sum_0^\infty \frac{\operatorname{sen}\frac{a}{L}(2n+1)\frac{\pi}{2}t}{2n+1} \tag{20}$$

$$y_l = y_0 + \frac{a}{g}v_0\frac{4}{\pi}\sum_0^\infty \frac{\operatorname{sen}\left(1-\frac{l}{L}\right)(2n+1)\frac{\pi}{2}}{\operatorname{sen}(2n+1)\frac{\pi}{2}}\cdot\frac{\operatorname{sen}\frac{a}{L}(2n+1)\frac{\pi}{2}t}{(2n+1)} = \tag{21}$$

$$= y_0 + \frac{a}{g}v_0\frac{4}{\pi}\sum_0^\infty \frac{\cos\frac{l}{L}(2n+1)\frac{\pi}{2}\cdot\operatorname{sen}\frac{a}{L}(2n+1)\frac{\pi}{2}t}{2n+1}.$$

La prima di esse rappresenta il ben noto andamento vibratorio a spezzate orizzontali e verticali di ampiezza $\frac{a}{g}v_0$ e periodo $\frac{4L}{a}$; la seconda è pure nota, e rappresenta analiticamente le vibrazioni in una sezione intermedia, cioè un diagramma del tipo della fig. 2 [9].

Facendo variare il coefficiente $\frac{\omega}{\Omega}\frac{gL}{a^2}$ con continuità da 0 a ∞, la prima radice si sposta da 0 a $\frac{\pi}{2}$, e una generica radice n^{ma} da $(2n-2)\frac{\pi}{2}$ a $(2n-1)\frac{\pi}{2}$; è anche facile verificare che, salvo che per $\frac{\omega}{\Omega}\frac{gL}{a^2} = \infty$, ogni radice è tanto più prossima al valore $(2n-2)\frac{\pi}{2}$ quanto più l'indice n è elevato: ciò significa che il termine che vi corrisponde tende a 0 col tendere di n a ∞ più rapidamente di quanto facciano i termini delle (20) e (21). In effetto anche per valori di $\frac{\omega}{\Omega}\frac{gL}{a^2}$ sensibili la convergenza delle (16) e (17) è sufficientemente rapida da consentire calcoli numerici abbastanza facili e spediti.

Possiamo da ultimo notare che, per quanto riguarda i periodi fondamentali di oscillazione, immediatamente determinabili in base al valore della 1ª radice, essi sono sempre più lunghi di quanto vorrebbe la (19). È inoltre evidente la deformazione che subisce la forma d'onda, che passa dall'andamento sinusoidale puro definito dalla (19) a una forma sempre più appiattita, fino a raggiungere per $\Omega = 0$ la forma rettangolare rappresentata dalla (20).

---

[9] Così come si presenta, la (21) non si presta se non per via lunga e incomoda, a renderci conto del fondamentale fatto fisico che essa rappresenta, e per il quale il carico di una sezione generica di ascissa l salta bruscamente al valore $y_0 + a/g\, v_0$ soltanto dopo un tempo l/a dall'istante della manovra.

Tale comportamento può essere messo in luce per una condotta infinitamente lunga.

Notiamo infatti che la pulsazione di un generico termine della sommatoria differisce da quella del termine successivo di $a/L\ \pi$; differenza che diventa infinitesima per L infinitamente grande.

Se quindi poniamo:

$$\frac{n\pi}{L} = z \qquad \frac{\pi}{L} = dz$$

sarà:

$$\frac{\cos\frac{l}{L}(2n+1)\frac{\pi}{2}\cdot\operatorname{sen}\frac{a}{L}(2n+1)\frac{\pi}{2}t}{2n+1} = \frac{\cos lz\cdot\operatorname{sen} azt}{2z}dz$$

e la sommatoria si trasforma in un integrale, esteso fra i limiti 0 e ∞. La (21) diventa:

$$y_l = y_0 + \frac{a}{g}v_0\frac{2}{\pi}\int_0^\infty \frac{\cos lz\cdot\operatorname{sen} azt}{z}dz,$$

e in virtù di un notissimo teorema di trigonometria elementare:

$$y_l = y_0 + \frac{a}{g}v_0\frac{1}{\pi}\left(\int_0^\infty \frac{\operatorname{sen} z(at+l)}{z}dz + \int_0^\infty \frac{\operatorname{sen} z(at-l)}{z}dz\right)$$

Ma è ben noto che, qualunque sia il valore del parametro k è sempre:

$$\int_0^\infty \frac{\operatorname{sen} kz}{z}dz = \pm\frac{\pi}{2}$$

valendo il segno + per $k > 0$, il segno — per $k < 0$.

Ciò posto risulta subito:

per $l > at$

$$y_l = y_0 + \frac{a}{g}v_0\left(\tfrac{1}{2} - \tfrac{1}{2}\right) = y_0$$

per $l < at$

$$y_l = y_0 + \frac{a}{g}v_0\left(\tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{2}\right) = y_0 + \frac{a}{g}v_0.$$

6. — Per quanto riguarda le determinazioni numeriche, i calcoli sono stati eseguiti per una costante velocità di regime di 1 m al 1'', e per le velocità di propagazione ∞, 1200, 1000 e 800 m al 1''.

I risultati sono racchiusi nei due grafici delle fig. 3 e 4: nel primo sono riportati i sovraccarichi massimi in funzione di $\frac{\omega}{\Omega} L$; nel secondo, più significativo per la nostra ricerca, sono riportati in

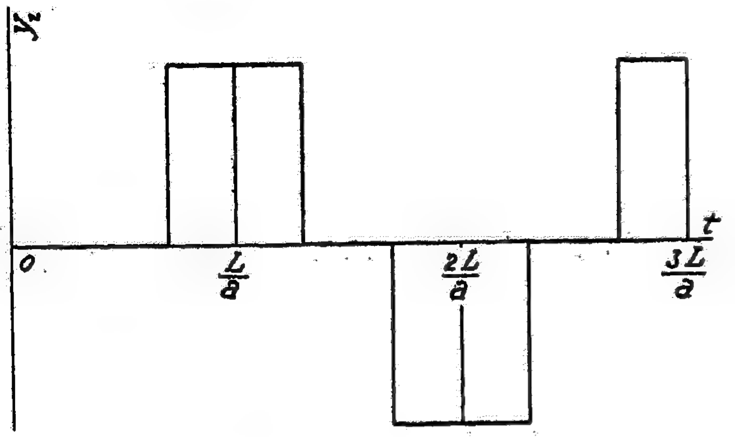


Fig. 2.

ascisse i sovraccarichi ottenuti senza mettere in conto la compressibilità dell'acqua, in ordinate i sovraccarichi quando di essa si tenga conto. Un tale grafico è applicabile anche al caso di una camera di aria, senza bisogno di calcolare la fittizia sezione $\overline{\Omega}$ che vi corrisponde.

I risultati sono più che evidenti; anche quando si raggiungano oscillazioni di carico pari al 50 ÷ 60 % di quelle massime possibili $\frac{a}{g} v_0$, cioè fino a quando praticamente cessa l'effetto utile dell'organo attenuatore, gli errori che per una manovra molto rapida

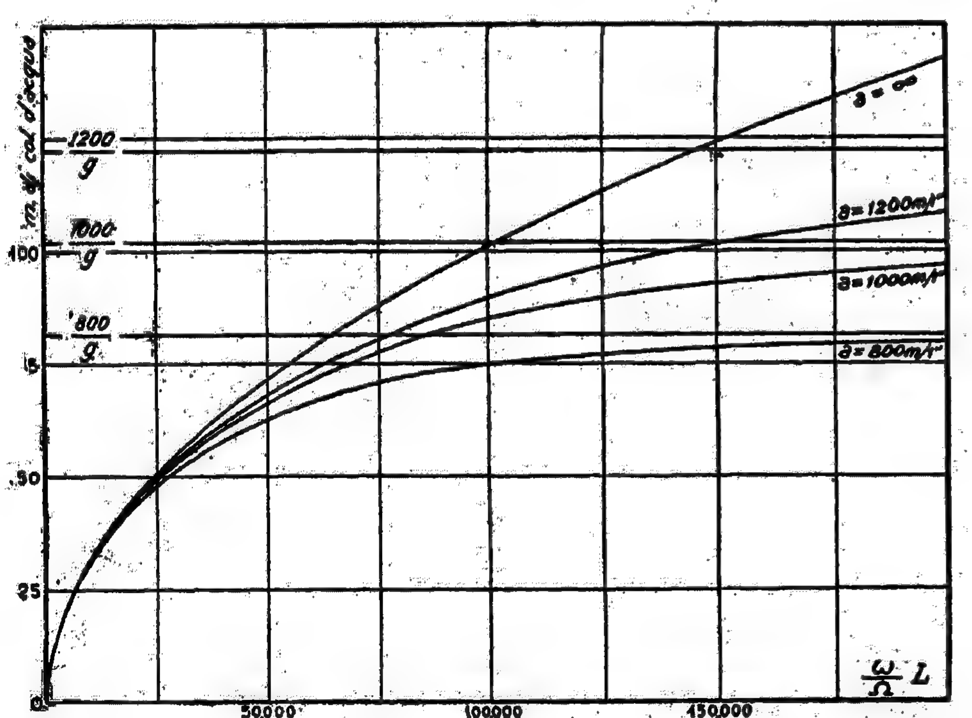


Fig. 3.

si commettono prendendo $a = \infty$ sono di un ordine tale (7 ÷ 8 %) da fare ritenere la semplificazione lecita ed opportuna.

Per un'oscillazione di tale ordine di grandezza si è poi esaminata, in base alla (17), la distribuzione del carico lungo la condotta: come si rileva dal grafico della fig. 5 anche a tali effetti l'ipotesi di $a = \infty$, che conduce a una distribuzione lineare, corrisponde a un'approssimazione perfettamente lecita.

7. — Nei riguardi delle resistenze d'attrito, che in questo particolare caso assumono un'importanza considerevole, ci sarebbe da verificare se gli effetti ad esse attribuiti per $a = \infty$ possano ritenersi sufficientemente approssimati; se, in altre parole, la velocità in una qualunque sezione della condotta si possa effettivamente considerare uguale alla velocità che, nello stesso istante, si ha nella sezione d'origine; ricerca che potrebbe essere fatta senza difficoltà partendo dalle (2) e (4), con gli identici procedimenti già adottati per il carico. Non sembra però il caso di dilungarsi più oltre, potendosi facilmente intuire, sulla base dei risultati ora ottenuti, che anche tale assunto debba considerarsi sufficientemente approssimato.

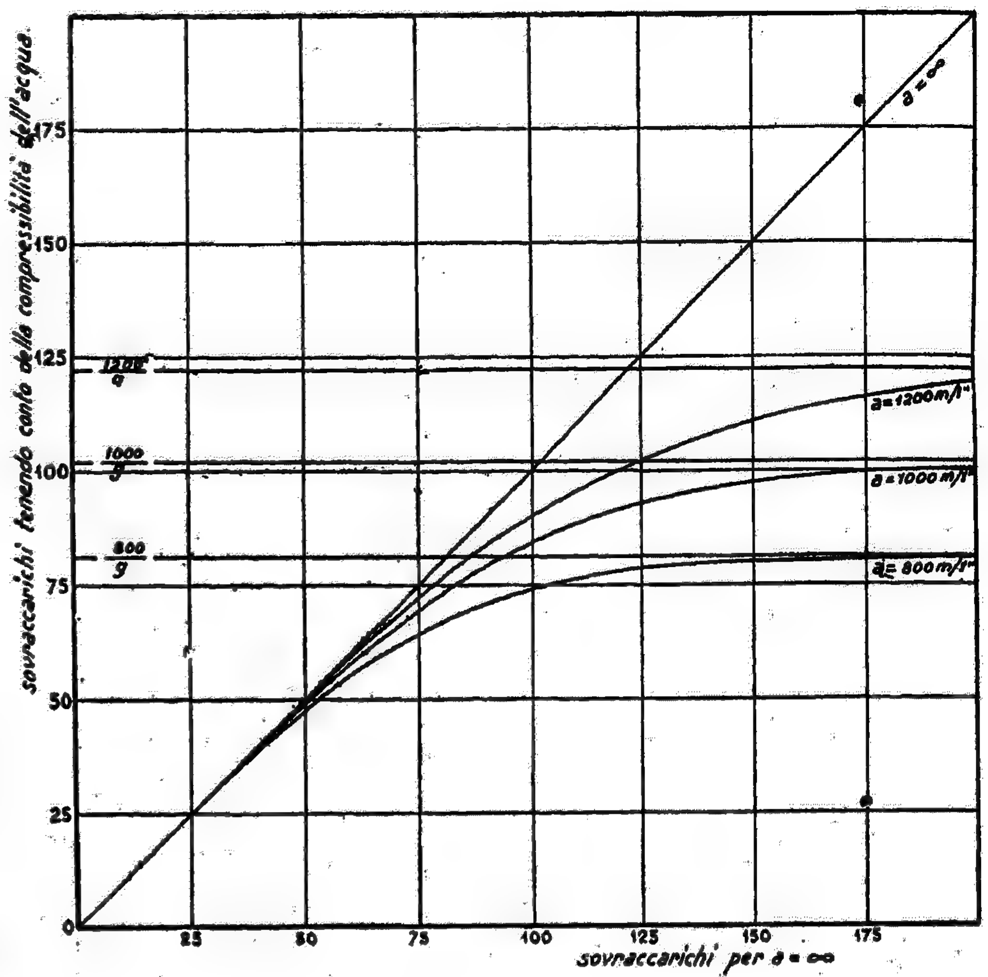


Fig. 4.

In definitiva, possiamo concludere che, nel tipo di impianti e di manovre perturbatrici qui considerati, se la presenza di una camera d'aria o di un tubo piezometrico porta a riconoscere per la sezione d'origine, e senza tener conto della compressibilità dell'acqua, oscillazioni di carico non maggiori del 50 ÷ 60 % del carico di chiusura brusca $\frac{a}{g} v_0$, è allora certo che i risultati così ottenuti poco differiscono da quelli reali, tanto per la sezione d'origine quanto per qualunque altra sezione. In questi casi è perciò lecito ricorrere a quei tipi di calcolo che, facendo astrazione dalle proprietà elastiche del sistema, sono di uso più semplice e pratico.

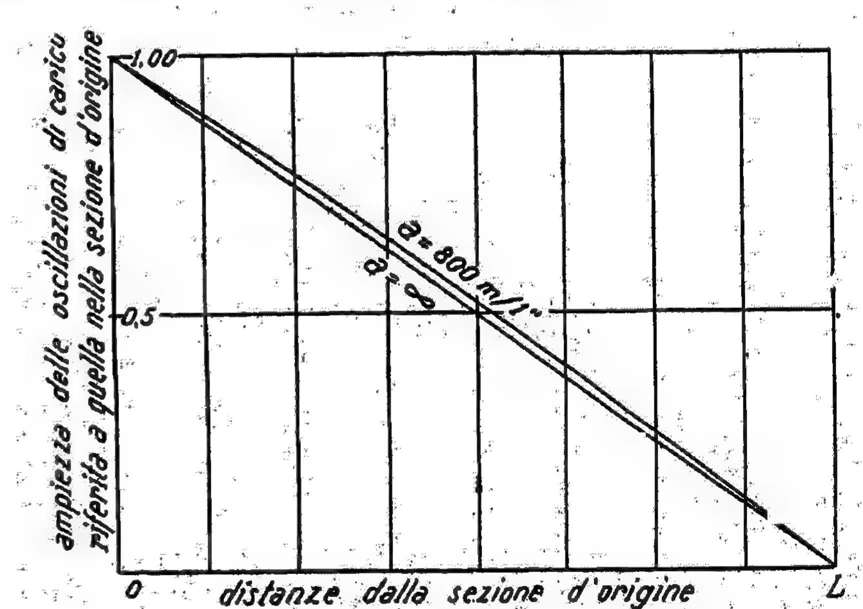


Fig. 5.

Bologna - Laboratorio di Costruzioni Idrauliche del R. Istituto di Ingegneria.

CENNI SUI FORNI ELETTRICI

SISTO SAMMARCO

AEI *Conferenza tenuta alle Sezioni: di Livorno il 23-6-1934; di Milano il 15-1-35; di Firenze il 13-4-35 e di Roma il 6-5-1935*

L'Autore passa in rassegna i tipi di forni elettrici che godono della maggior diffusione in Italia e all'estero: forni ad arco, ad induzione a bassa e ad alta frequenza, a resistenza. Di ogni tipo accenna ai criteri d'impiego, alle caratteristiche di costruzione, ai pregi ed inconvenienti che si riscontrano in esercizio, al loro costo d'impianto, al prezzo limite della energia tollerabile con convenienza. Illustra infine gli impianti elettrici della Società Metallurgica Italiana che per il numero e varietà di forni adottati nelle sue lavorazioni rappresenta un esempio tipico in Italia.

Generalità.

Accenneremo all'applicazione dei forni elettrici in Italia, prendendo in considerazione quei forni che hanno avuto il maggiore sviluppo per la loro praticità e per l'importanza e consumo del materiale prodotto, con particolare riferimento all'industria del rame.

Sino a pochi anni orsono i forni eletrici adottati in Italia erano quasi esclusivamente forni ad arco di fusione per la produzione di ghosa, acciaio, ferro-manganese, alluminio ed altre applicazioni speciali.

L'Italia anzi è stata per tale tipo di forni, tra le Nazioni di avanguardia, sia per la genialità dei suoi costruttori, sia per il grande impulso dato dalle sue industrie a tale genere di applicazione dell'energia elettrica. Se si considera infatti la percentuale della produzione di acciaio ricavato con forni elettrici, rispetto alla totale produzione nazionale, essa risulta la più elevata che in tutto il mondo.

Negli ultimissimi anni, poi, la possibilità di avere energia elettrica a buon mercato e i grandi perfezionamenti conseguiti nella costruzione di forni, sia per fusione che per gli altri trattamenti termici, ha dato alla loro applicazione un impulso che si può ritenere veramente imponente allorchè si consideri che i nuovi impianti sono stati messi in funzione in periodo non di incremento, ma di contrazione o stasi di produzione.

Consumo energia elettrica in Italia.

Il consumo di energia elettrica in Italia, ha subito un continuo incremento fino all'anno 1929. A partire da tale data e fino al 1931 esso è rimasto pressochè stazionario malgrado la potenza installata sia cresciuta di circa un milione di kW per il completamento di impianti, già in via di costruzione.

L'industria elettrica ha cercato quindi con ogni mezzo di stimolare l'incremento del consumo, favorendo lo sviluppo di nuove applicazioni e in ispecie applicazioni elettrotermiche.

D'altra parte l'industria italiana è stata costretta dalla crisi sempre più aspra a migliorare vieppiù la sua efficienza tecnica per fronteggiare più vigorosamente la concorrenza estera o soppiantarla fornendo prodotti migliori e più a buon mercato.

Ha così utilizzato con larghezza le possibilità offerte dagli industriali elettricisti e con intraprendenza, e spesso con notevoli sacrifici, ha esperimentato e messo a punto nuovi impianti di forni elettrici per ogni sua particolare lavorazione.

Attualmente si può ritenere che non esistano tipi di forni elettrici che non siano adottati in Italia; abbiamo così alti forni elettrici, forni ad arco di fusione per acciaio e leghe del ferro, per fusione dell'alluminio, forni ad induzione per rame e sue leghe, forni ad induzione a bassa ed alta frequenza per i più svariati metalli, forni a resistenza di ogni tipo e per ogni uso.

Vantaggi dei forni elettrici.

L'adozione di forni elettrici in una industria apporta in genere vantaggi nell'impianto e nell'esercizio.

Vantaggi nell'impianto. — Installazioni semplici, di grande pulizia, per cui si possono disporre anche in locali adibiti ad altri usi e ciò grazie alla eliminazione del fumo, della polvere, delle esalazioni, ecc.

Limitato spazio richiesto nell'installazione e quindi sensibile economia di area rispetto a quanto necessario per i forni a combustibile.

Eliminazione dei focolai, dei camini, dei depositi di combustibile.

Facilità di regolazione della temperatura, che si può pure ottenere con mezzi perfetti automaticamente.

Vantaggi nella produzione. — Trattamenti termici perfetti grazie alla omogeneità e costanza della temperatura.

Eliminazione della dannosa influenza dei prodotti di combustione sulla purezza del metallo.

Eliminazione, quasi spesso integrale, degli scarti grazie all'esatto trattamento termico.

Facilità di messa in marcia e tempo limitato per raggiungere la temperatura di regime.

Eliminazione delle perdite del combustibile e degli interessi passivi per l'acquisto dei combustibili stessi.

Tipi di forni.

I forni più diffusi sono del tipo:

Ad *arco*, monofasi o polifasi a frequenza industriale e a frequenza minore, impiegati per l'estrazione dei metalli dai loro minerali o semplicemente per la loro fusione e raffinazione.

Ad *induzione*, in massima monofasi, a frequenza industriale o ad alta frequenza, impiegati per la fusione e raffinazione dei metalli.

A *resistenza*, in massima impiegati per i più svariati trattamenti ed anche per fusione di metalli aventi in genere un punto di fusione, inferiore a 900°-1000°.

FORNI AD ARCO

Sono di più tipi:

Tipo ad arco indiretto.

Questo ha per prototipo il forno Stassano con gli elettrodi orizzontali o quasi che penetrano dai fianchi. In tale tipo l'arco scocca tra gli eletrodi, al di sopra della massa da trattare, la quale viene riscaldata per il calore di irradiazione dell'arco e il riverbero della volta.

La sorgente di calore è pressochè puntiforme e la trasmissione di calore dall'arco al bagno è difficoltosa sicchè tale tipo si adatta solo per forni di piccola portata. La volta d'altra parte si scalda eccessivamente e ne consegue una breve durata; la spesa di esercizio risulta inoltre rilevante per l'eccessivo consumo di energia elettrica e per le frequenti rotture di elettrodi che sono molto costosi (7-8 lire per kg).

Un tipo di forno di recente costruzione elimina gli accennati inconvenienti della limitata durata dei refrattari, impedendo che essi abbiano a raggiungere una temperatura molto superiore a quella del metallo fuso.

Il forno è costituito sostanzialmente da un cilindro metallico rivestito internamente di refrattario; dalle due parti laterali penetrano i due elettrodi il cui asse, orizzontale, coincide con quello del forno. Intorno allo stesso asse il forno è reso girevole. Vi è praticata una comune porta sulla superficie cilindrica che serve per la carica del materiale ed anche per la colata.

Allo scopo di impedire che il rotolamento dei pezzi metallici danneggi il rivestimento refrattario, appena si effettua la carica il forno oscilla solo leggermente e lentamente; non appena la carica è allo stato pastoso, si imprime al forno il suo movimento normale di rotazione continuo.

Tale tipo di forno rotativo è particolarmente indicato per piccole potenze.

Tipo ad arco diretto.

È il tipo più diffuso nella metallurgia dell'acciaio. In esso gli elettrodi attraversano la volta del forno: l'arco si adesca tra ciascun elettrodo e la massa da scaldare, la quale per tanto risulta attraversata da corrente.

Il riscaldamento del bagno cioè avviene per il calore di irradiazione dell'arco e per effetto Joule.

Forni a suola conduttrice (fig. 2). — Alcuni tipi come il Girod sono a suola conduttrice: in essi cioè uno o più elettrodi, costituenti una fase, sono annegati nella suola e gli altri elettrodi, costituenti le altre fasi, sono fissati alla volta. Gli archi pertanto risultano in parallelo. La regolazione di tali forni è più facile, il rendimento è elevato, e le correnti che attraversano il bagno, per gli effetti elettrodinamici che provocano, danno origine ad un rimescolamento molto utile agli effetti delle operazioni metallurgiche.

Forni a suola non conduttrice (fig. 1). — Il forno ad arco diretto tipo Heroult e derivati, a suola non conduttrice, è il più semplice

dei forni elettrici e quello che gode della maggiore diffusione.

In tale tipo di forno la corrente di una fase passa da un elettrodo alla massa e da questa ad un elettrodo di un'altra fase, sicchè gli archi risultano in serie e la loro resistenza è maggiore.

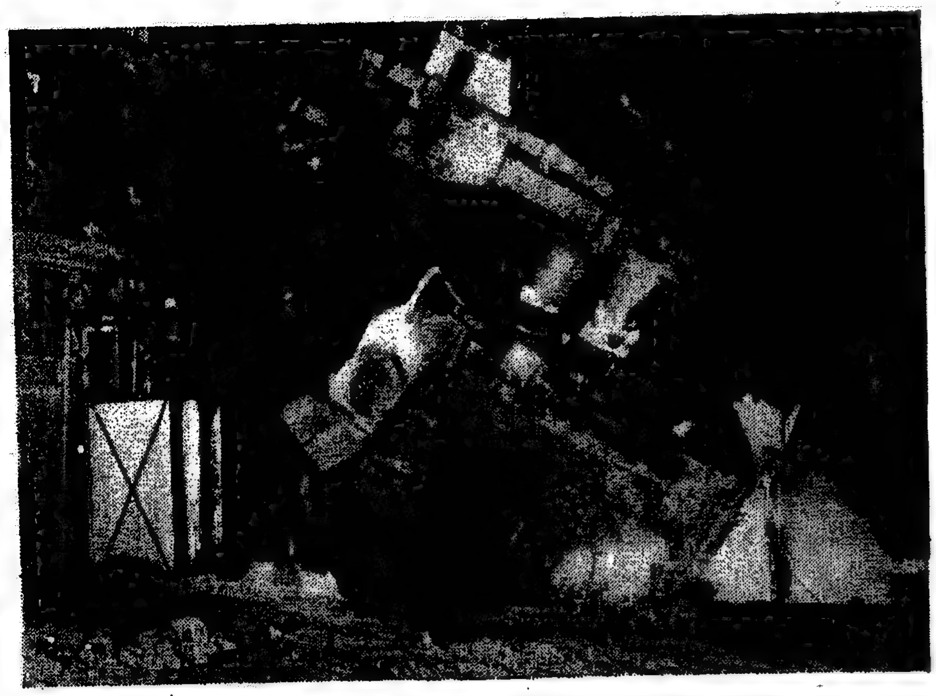


Fig. 1. — Forno ad arco diretto da 25 tonn a suola non conduttrice. Costruzione B. Boveri.

Possono pertanto essere alimentati a tensioni più elevate, a pari potenza, dei forni precedenti, con grande vantaggio e semplicità dell'impianto.

Applicazioni in Italia.

Per la sua posizione di avanguardia l'Italia ha contribuito efficacemente al perfezionamento dei forni ad arco, e la Fiat, col loro esercizio nella sua industria, ha introdotto non poche interessanti novità.

In genere tutte le nostre industrie hanno in esercizio dei forni tipo Heroult di potenza variabile fino a 10 tonnellate. Alcune di esse

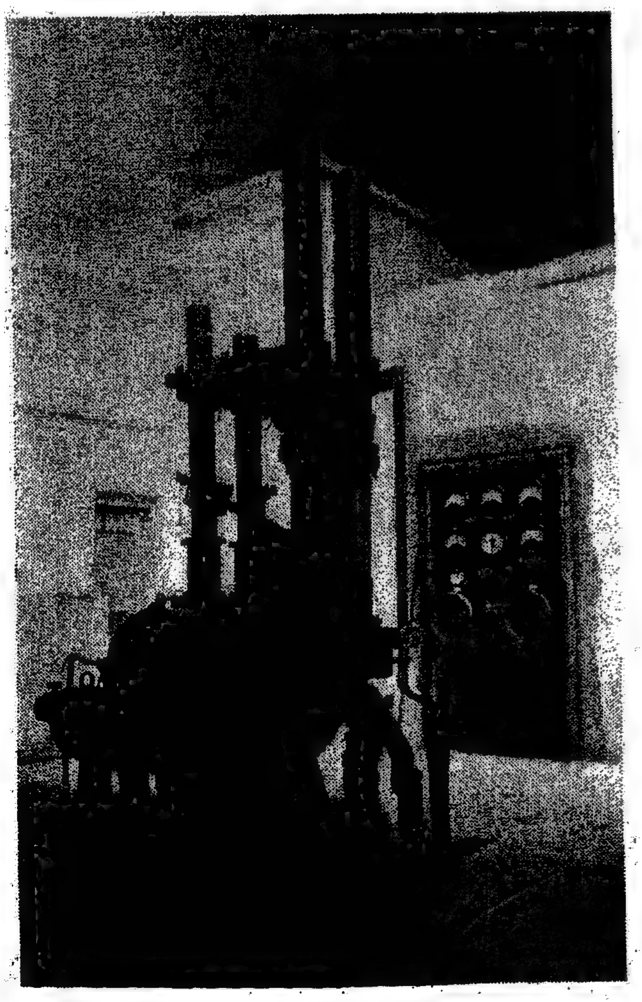


Fig. 2. — Forno ad arco diretto con regolazione automatica B. Boveri S.M.I. Stab. C. Tizzoro (Pistoia).

come la Fiat - Cogne - l'Alpe - La Breda - Dalmine - Acciaierie e Ferriere Lombarde - Terni, ecc., ecc., ne hanno in esercizio anche di 20-25 tonnellate (fig. 1).

Regolazione del carico.

Per una data tensione di alimentazione degli elettrodi la corrente dipende dalla resistenza del materiale e da quella dell'arco.

Variando la lunghezza di quest'ultimo, ossia spostando gli elettrodi si può pertanto regolare il valore della corrente.

Tale spostamento si effettua a mano, o con comando elettrico, o meglio con manovra automatica.

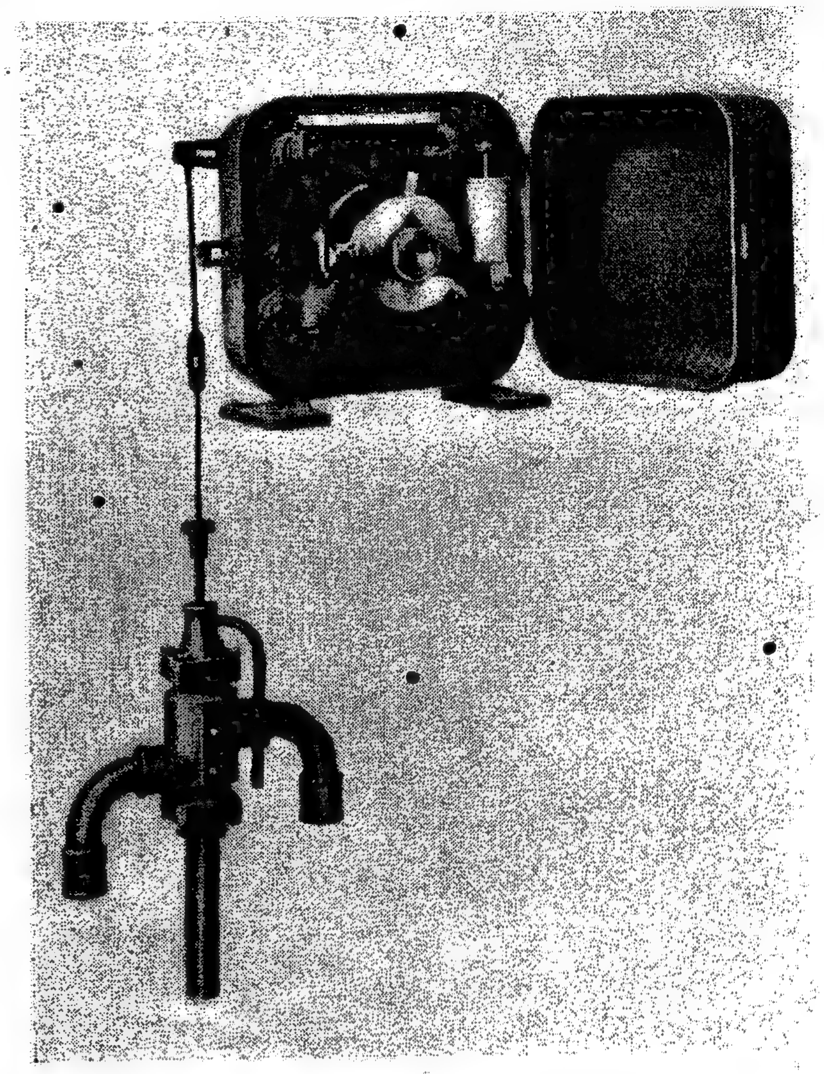


Fig. 3. — Valvola idraulica e motorino per la regolazione automatica dei forni ad arco B. Boveri.

Uno dei sistemi più diffusi ed efficaci per la sua semplicità e dolcezza di manovra è il tipo B. Boveri con servomotore idraulico (fig. 2).

Una pompa manda acqua a 5-10 atmosfere in un accumulatore idraulico da cui si dipartono le condutture che vanno al forno.



Fig. 4. — Caricamento con grue a cucchiaio di un grande forno ad arco.

Gli elettrodi sono fissati a sopporti scorrevoli verticalmente in un senso o nell'altro per mezzo di cilindri mobili su stantuffi fissi. Entro questi cilindri si adduce l'acqua in pressione per mezzo di opportune valvole di distribuzione (fig. 3).

Queste valvole sono comandate da un motorino monofase la cui coppia è equilibrata da opportune molle antagoniste.

Il motorino è alimentato da un riduttore di corrente inserito sulla fase dell'elettrodo che si vuol regolare.

Altro sistema del tutto elettrico è il nuovo tipo Leonard-Tirril messo a punto dalla A. E. G. Tale sistema elimina gli inconvenienti delle prime regolazioni puramente elettriche, che con le rapide inserzioni e disinserzioni davano origine a bruschi movimenti degli elettrodi stessi.

La regolazione automatica apporta grandi vantaggi nell'esercizio: riduce sensibilmente le punte di carico, cosicchè si ottiene un diagramma della potenza assorbita quasi costante.

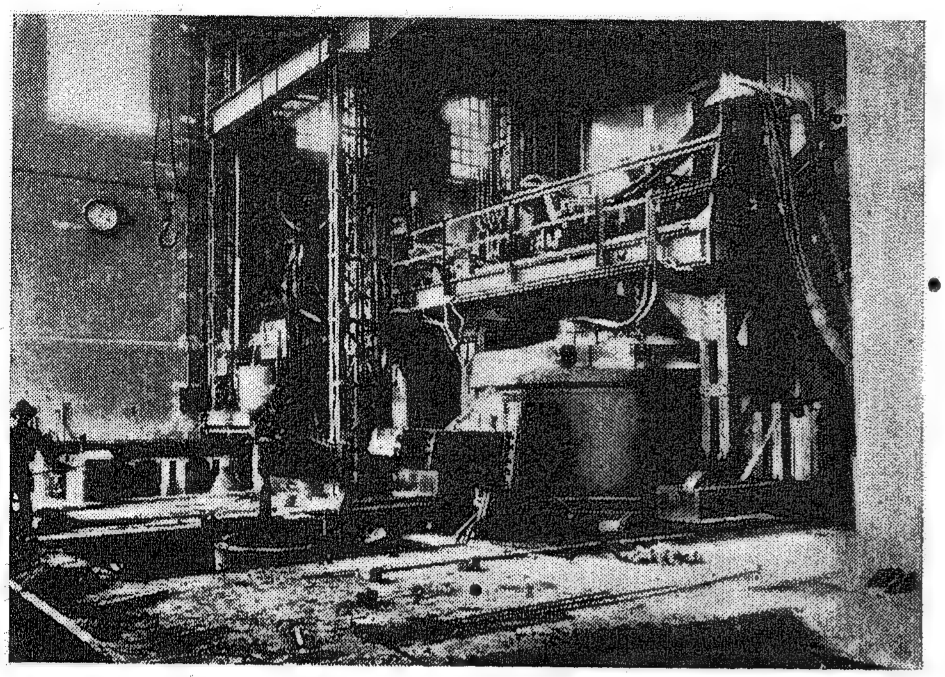


Fig. 5. — Forno ad arco a volta mobile per il carico ceste.

Tale limitazione delle punte viene spesso imposta dalle Società distributrici dell'energia e porta inoltre il vantaggio di ridurre i colpi di corrente non solo sulla rete di alimentazione, ma anche nel trasformatore del forno in cui, per le fortissime correnti in gioco, si provocano enormi sollecitazioni elettrodinamiche, che ne possono compromettere l'esistenza.

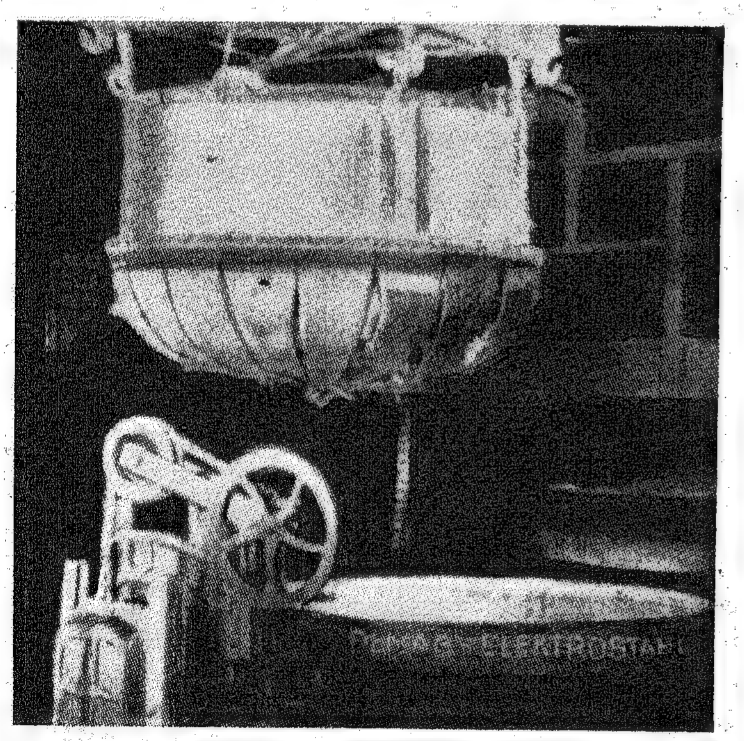


Fig. 6. — Paniere a settori legati con fune di canapa all'atto dell'introduzione nel forno.

La regolazione automatica riduce anche le spese per il consumo degli elettrodi, la mano d'opera, il consumo di energia, sicchè è molto diffusa e raccomandabile.

Sistema di caricamento.

Il caricamento del materiale normalmente si effettua attraverso una porta laterale del forno, di solito a mano nei piccoli forni, o con speciali gru a cucchiaio in forni di grande capacità (fig. 4).

Tale operazione richiede di solito un tempo piuttosto lungo, che in grandi forni, può superare anche il 25 % del tempo totale di una intera fusione.

Un'interessante innovazione è stata ultimamente introdotta dalla Demag (fig. 5).

Il bacino del forno o il coperchio sono resi facilmente mobili e indipendenti per mezzo di opportuni sistemi di traslazione e sollevamento. Si consente così di spostare il coperchio o il bacino del forno senza richiedere la rimozione delle condutture elettriche e dei tubi d'acqua di raffreddamento degli elettrodi.

Scoperchiato il forno, si cala dall'alto un paniere contenente il materiale dell'intera carica (fig. 6). Tale paniere nella sua parte inferiore è costituito da settori metallici legati ad una estremità con una robusta fune di canapa che a contatto del metallo fuso brucia permettendo lo scarico del materiale (fig. 7).

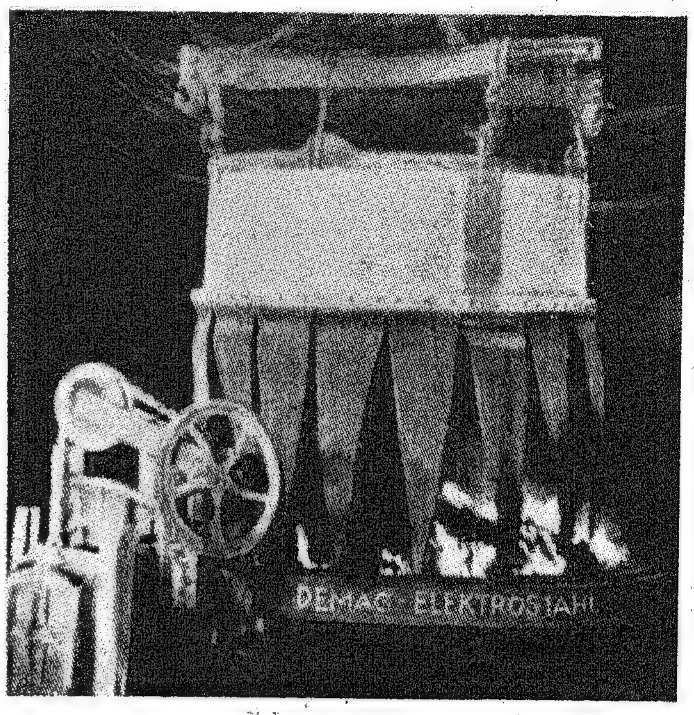


Fig. 7. — Uscita dal forno del paniere dopo effettuato lo scarico del materiale.

Tale sistema di caricamento richiede un tempo brevissimo che spesso non supera i tre minuti, mentre nei comuni forni la carica richiede circa un'ora.

Ne consegue, a pari capacità del forno, maggior produzione, minore spesa di mano d'opera, minor consumo di energia.

Il sistema della carica con panieri apporta inoltre il vantaggio di una economia nell'acquisto di rottami per la possibilità di caricare grosse pezzature, di facilitare il ricambio della volta e la riparazione delle suole.

Tensione di alimentazione del forno.

La tensione applicata agli elettrodi varia da 25 a 200 volt circa, a seconda della potenza del forno e della particolare lavorazione a cui è destinato.

Di solito sono disposti i mezzi per variare detta tensione e proporzionarla alle necessità metallurgiche come la fusione propriamente detta e la raffinazione.

Potenza.

Per quanto riguarda la potenza dei trasformatori che alimentano direttamente i forni, ve ne sono da centinaia di kW per forni di piccola portata a parecchie migliaia di kW. La potenza unitaria in genere è decrescente coll'aumentare della capacità del forno.

Il valore assoluto dipende dal criterio del costruttore e dell'acquirente: a pari capacità conviene in genere aumentare la potenza disponibile, per modo da accelerare la fase di fusione con conseguente economia nel consumo di energia e maggiore produzione.

L'adozione di tale criterio tuttavia dipende anche dalla condizione di fornitura di energia elettrica, giacchè se il distributore pratica a pari energia assorbita un prezzo crescente con la potenza impegnata, il vantaggio del minore consumo può rimanere neutralizzato dal maggiore prezzo unitario del kWh e dalla maggiore spesa d'impianto.

In alcuni impianti americani la potenza del trasformatore è più che doppia che nella generalità di impianti europei.

Se si considera la potenza in kVA dei trasformatori rispetto alla capacità in tonnellate del forno, essa varia da 500 a 250 ed anche meno dai piccoli ai grandi forni.

Così forni da 1, 5, 10, 25 tonnellate sono alimentati con trasformatori di 350, 1800, 3000, 6500 kVA.

Se si considera la potenza rispetto alla produzione oraria si hanno valori di 1000, 1500 kVA/tonn. I forni prima considerati hanno in media una produzione di 7, 30, 50, 100 tonnellate di acciaio in 24 ore.

Il ciclo di fusione, a seconda della potenza assorbita, della natura del materiale, della maggiore o minore durata di affinamento richiede un tempo di 1 a 2,30 ÷ 3 ore.

Fattore di potenza.

Il fattore di potenza dei forni ad arco se il carico è equilibrato si aggira su $\cos\varphi = 0{,}90$.

Consumi.

Il consumo di energia varia con la natura del materiale prodotto, colla capacità del forno, col ciclo di lavoro, con la sua maggiore o minore intermittenza. Questi fattori hanno una grande influenza e possono portare a variazioni anche del 100 %.

A puro titolo informativo si riportano alcuni dati:

Consumo per tonnellata di acciaio normale fuso 550 ÷ 900 kWh/t per grandi e piccoli forni.

Consumo per tonnellata di acciaio normale fuso media 700 kWh di cui circa il 75 % per la fusione ed il 25 % per l'affinaggio.

Per fusioni di altri metalli come nickel, rame, leghe rame nickel, argento, ecc., si adottano forni ad arco di piccola potenza 150-300 kVA circa e piccola capacità 300-600 kg (fig. 2).

Citiamo a guisa di esempio i consumi e la produzione riscontrati in un impianto da 300 kg, di costruzione B. Boveri:

Prodotto	Produzione giornaliera in servizio di 24 ore Kg	Consumo di energia per tonnellata di metallo fuso in servizio di 24 ore kWh
Rame puro	4500	380
Nickel puro	3000	900
Lega rame nickel		
a) 70 % Cu = 30 % Ni	3900	650
Maillechort.		
85 % Cu, 15 % Ni	4200	550

Criteri di impiego.

In Italia i forni ad arco vengono nella generalità impiegati per la fabbricazione dell'acciaio dal rottame di ghisa: per la fabbricazione di ghisa e acciaio speciali e per i getti, nonchè per la fabbricazione del ferro-manganese e ferro-leghe dal minerale, ecc., oltre che nell'industria dell'alluminio. Può pure essere fuso il nickel, il rame ed alcune leghe: rame-nickel, rame-stagno.

Le leghe rame-zinco, ossia tutti gli ottoni, si fondono viceversa meglio in altri forni di cui parleremo, giacchè il calore eccessivo dell'arco dà origine ad una forte perdita di zinco che impedisce anche il regolare funzionamento del forno stesso.

Il costo di impianto di forni Heroult completi di apparecchiatura elettrica, trasformatori e regolazione automatica si può ritenere variabile da L. 120.000 a L. 35.000 per ogni tonnellata di capacità e per forni da 1 a 25 tonnellate.

Così i forni da 1, 5, 10, 25 tonnellate hanno un costo approssimativo di 120, 260, 380, 900 mila lire.

Il prezzo limite dell'energia elettrica che può essere tollerato dal forno elettrico ad arco, per stabilire la convenienza rispetto a quello a combustibile, dipende da molti fattori.

La capacità dell'impianto, la natura ed il prezzo del prodotto ottenuto, la continuità maggiore o minore nel lavoro, la possibilità di utilizzare calore proveniente da altri impieghi di combustibile, sono tutti elementi che influenzano la scelta del tipo di forno e segnano il limite massimo del prezzo dell'energia.

È evidente che leghe speciali, in genere di alto costo, e che richiederebbero con forni a combustibile magari la fusione in crogiolo, possono tollerare con convenienza prezzi dell'energia anche dell'ordine di 30 cent. per kWh.

In genere il prezzo di convenienza si aggira sui 5-10 cent. Il confronto puramente economico tra spesa di energia elettrica ed equivalente di combustibile, non può tuttavia decidere la scelta del tipo di forno a combustibile o elettrico, inquantochè a favore di questo, intervengono elementi che non si possono pesare: il forno elettrico infatti è estremamente comodo, permette di ottenere prodotti superiori, consente una grande elasticità nella produzione, sicchè le fonderie di acciaio, per esempio, tendono al suo impiego in forma integrale.

FORNI AD INDUZIONE

Il pregio precipuo di questo tipo di forno è costituito dalla purezza ed omogeneità del prodotto ottenuto. Questo infatti non viene inquinato dal materiale costituente gli elettrodi dei forni ad arco, nè dai gas che si sviluppano nell'arco stesso, e le azioni elettrodinamiche, che agiscono sul materiale fuso, provocano un violento rimescolamento a tutto vantaggio della celerità delle reazioni e della omogeneità del prodotto.

I tipi di forni ad induzione sono sostanzialmente due:

1°) A frequenza industriale o frequenza minore, e con nucleo magnetico.

2°) Ad alta frequenza e senza nucleo magnetico.

Forni ad induzione a bassa frequenza col nucleo magnetico.

Accenniamo brevemente al funzionamento dei forni ad induzione a bassa frequenza, agli inconvenienti che si riscontrano nel loro esercizio nella siderurgia del ferro, e ai perfezionamenti introdotti in questi ultimissimi anni, che ne hanno permesso l'adozione ormai integrale nella metallurgia del rame.

I forni ad induzione si possono sostanzialmente ritenere dei trasformatori monofasi, il cui primario è allacciato alla rete di alimentazione, e il secondario è rappresentato da una sola spira costituita dallo stesso materiale fuso. Vi sono pure forni polifasi ma sono meno diffusi.

Il calore cioè a differenza dei forni ad arco, viene generato nell'interno della massa stessa da trattare qualora questa sia conduttrice, o in recipienti conduttori che contengono la massa stessa, qualora essa sia isolante.

Il forno Kjellin è stato il primo ad entrare effettivamente in esercizio sino dal 1900, ed è tuttora adoperato nella siderurgia del ferro, sebbene in questo campo abbia una applicazione di gran lunga inferiore al forno ad arco.

Il forno ad induzione viceversa ha avuto, dopo il 1926, col tipo americano Ajax, una applicazione enorme nella metallurgia del rame e sue leghe.

Si può ritenere infatti che tutti gli Stati del mondo, nella industria del rame, esso abbia soppiantato qualsiasi altro sistema

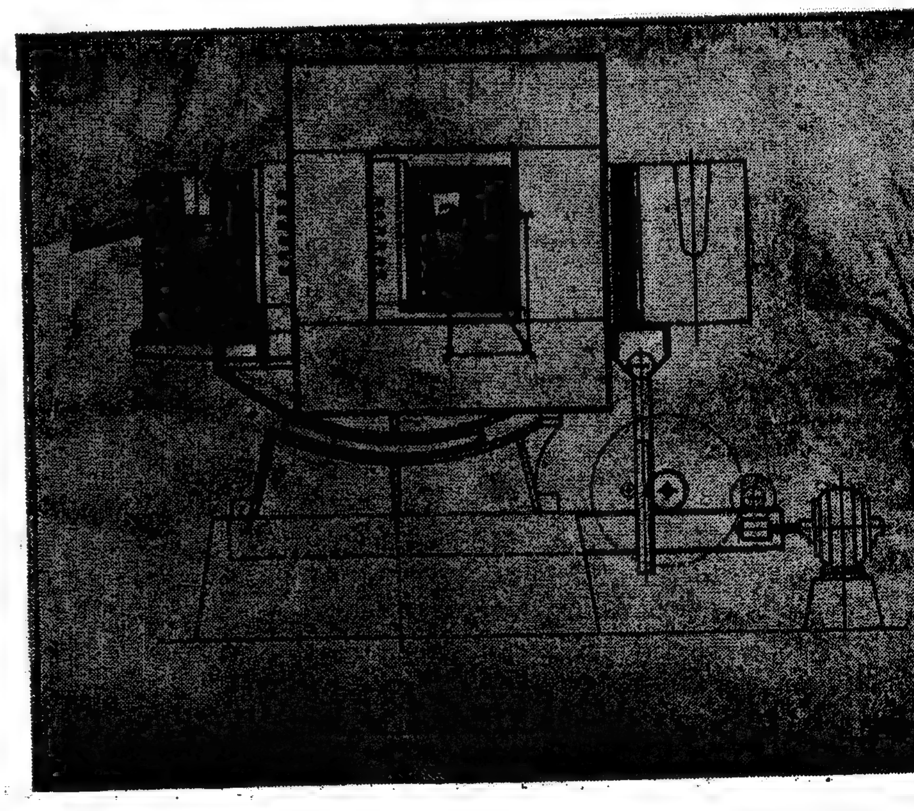


Fig. 8. — Forno ad induzione a bassa frequenza tipo Kjellin.

di fusione con considerevole vantaggio di ordine metallurgico ed economico.

In Italia ad esempio la Metallurgica Italiana produce tutto il suo fabbisogno di leghe di rame in forni ad induzione di questo tipo.

Forno Kjellin (fig. 8).

Il forno Kjellin (e derivati) è sostanzialmente costituito da un nucleo magnetico, su cui è alloggiato l'avvolgimento primario, e da un crogiolo anulare di materiale refrattario.

L'avvolgimento primario è alimentato direttamente dalla rete ad alta tensione oppure attraverso trasformatori.

Il crogiolo costituito da materiale refrattario, ha una cavità destinata a contenere il materiale fuso.

Per l'avviamento di questo, come di tutti i forni ad induzione

a nucleo di ferro, si procede ad un accurato essiccamento del refrattario, quindi si cola un po' di metallo fuso nella scanalatura al fine di costituire la continuità del circuito secondario.

La necessità di mantenere, per ragioni di isolamento e di conformazione del crogiolo, il secondario del trasformatore, costituito dalla spira di metallo fuso, lungi dall'avvolgimento primario, porta ad una conformazione poco soddisfacente dal punto di vista elettrico.

Si capisce che il flusso disperso, che è quello che provoca le cadute induttive, assume dei valori straordinariamente elevati.

Il fattore di potenza risulta quindi basso e per avere valori tollerabili è necessario adottare bassa frequenza di alimentazione al fine di ridurre la reattanza magnetica. Il fenomeno in genere si esalta con la grandezza del forno.

Supponiamo infatti di voler aumentare le dimensioni di un forno per aumentarne la capacità. Aumentando nella stessa proporzione tutte le dimensioni geometriche, la reattanza magnetica aumenta all'incirca nella stessa proporzione delle lunghezze, mentre la resistenza diminuisce nello stesso rapporto.

Si manifestano quindi due cause concomitanti che riducono presto il fattore di potenza a valori bassissimi, talchè per forni di capacità crescente è necessario ridurre il valore della frequenza per avere fattori di potenza non disastrosi. In conclusione, la frequenza di alimentazione deve essere tanto minore, quanto maggiore è la capacità del forno e la potenza assorbita.

Ad esempio un forno per acciaio di una tonnellata di circa 150 kW può essere alimentato ad una frequenza di 20 periodi/sec, uno da 8 tonnellate da 700 kW dovrebbe essere alimentato a 5 periodi/sec. In tali condizioni forni in esercizio rivelano fattori di potenza $0.5 \div 0.6$.

L'uso di frequenze diverse da quelle normali, richiedendo la presenza di trasformatori, generatori o gruppi convertitori speciali, porta ad una spesa d'impianto tanto maggiore, quanto minore è la frequenza, e ad un aumento delle perdite che vengono a gravare la spesa di esercizio.

D'altra parte la forma del crogiolo del forno Kjellin si presta molto male alla introduzione di materiali solidi: essa risulta poco accessibile alle ordinarie manipolazioni e difficoltosa la separazione delle scorie.

Molti perfezionamenti sono stati introdotti per dare forma più pratica al crogiolo e migliorare il fattore di potenza, perfezionamenti realizzati in particolar modo nel forno Rochling Rodenhauser di costruzione Siemens.

La maggior parte dei forni ad induzione, effettivamente in esercizio per la lavorazione dell'acciaio, sono appunto di tale tipo, che è certamente molto pregevole per i suoi caratteri elettrici, termici e metallurgici.

Gli inconvenienti del basso fattore di potenza, della forma del crogiolo, della difficoltà di fusione del materiale solido e di scorificazione nei processi di affinazione, il pericolo di distruzione del forno per fuoruscita del metallo fuso, la necessità di mantenere sempre sotto corrente il crogiolo, anche nelle pause di lavoro per evitare crepe del materiale refrattario, hanno impedito a questi forni di raggiungere nella siderurgia del ferro, la diffusione di quelli ad arco.

Consideriamo se un tale forno avrebbe possibilità di applicazione nell'industria del rame e osserviamo pertanto la natura del suo funzionamento.

Natura del funzionamento.

Le azioni elettrodinamiche di repulsione che si originano tra avvolgimento primario e secondario di un trasformatore e tra le spire dello stesso avvolgimento, si rilevano più manifestamente nel caso dei forni ad induzione per il fatto che il secondario è un conduttore liquido.

a) *Forze repulsive.*

Le correnti primaria e secondaria di un trasformatore sono dirette in senso contrario e si capisce allora come la corrente primaria debba esercitare sul secondario del forno, ossia sul metallo fuso, una azione di repulsione diretta secondo il raggio.

Questa azione è analoga a quella che si genera per azione centrifuga, in un liquido mantenuto in rotazione e pure analoghi ne sono gli effetti.

La superficie del bagno si dispone perpendicolarmente alla risultante fra l'azione elettrodinamica e quella dovuta alla gravità (fig. 8) e pertanto risulta inclinata rispetto al piano orizzontale della spira.

Questa inclinazione è tanto maggiore quanto minore è l'azione della forza verticale, ossia quanto minore è il peso specifico del metallo, e quanto maggiore è l'azione della forza radiale, ossia del valore della corrente.

L'inclinazione del bagno porta le scorie a scivolare nella parte inferiore ed a scoprire la parte superiore del bagno stesso che rimane quindi sottoposta ad una maggiore ossidazione.

b) *Forze attrattive.*

Se un circuito costituito da un liquido, ad esempio mercurio (fig. 9) è percorso da corrente continua o alternata, si osserva nella sezione di questo, una contrazione dovuta alla pressione dei filetti periferici di corrente contro i filetti centrali. Il fenomeno è

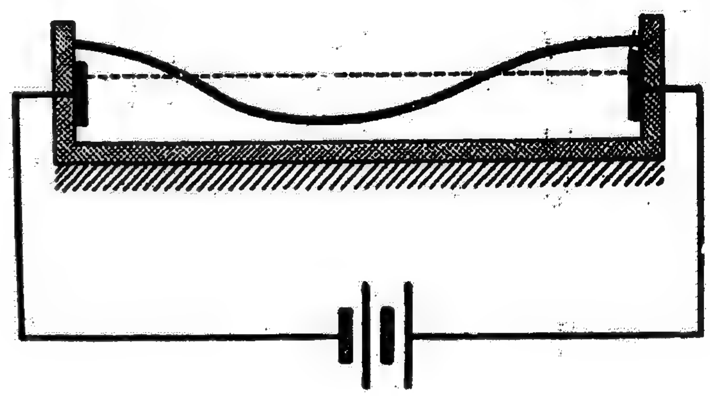


Fig. 9. — L'effetto della strizione.

tanto più marcato, quanto maggiore è la densità di corrente, e se questa è molto elevata, esso può dar luogo anche ad una temporanea interruzione del circuito liquido. È il fenomeno della strizione (pinct effect) messo in vista da Hering. Se il circuito si interrompe, la corrente si interrompe pure, per cui, venendo a mancare l'azione elettrodinamica fra i filetti di corrente, la pressione idrostatica ristabilisce la continuità del circuito, dopodichè il fenomeno si ripete.

La contrazione è ovviamente influenzata anch'essa dal valore della corrente e dal peso specifico del metallo.

Si noti che in un forno in cui la spira secondaria costituita da metallo fuso fosse rigorosamente uniforme di sezione, il fenomeno non si manifesterebbe per ragioni di simmetria, ma ciò in pratica non si verifica mai per le corrosioni del refrattario o per le incrostazioni. Il fenomeno della strizione ha così possibilità di manifestarsi.

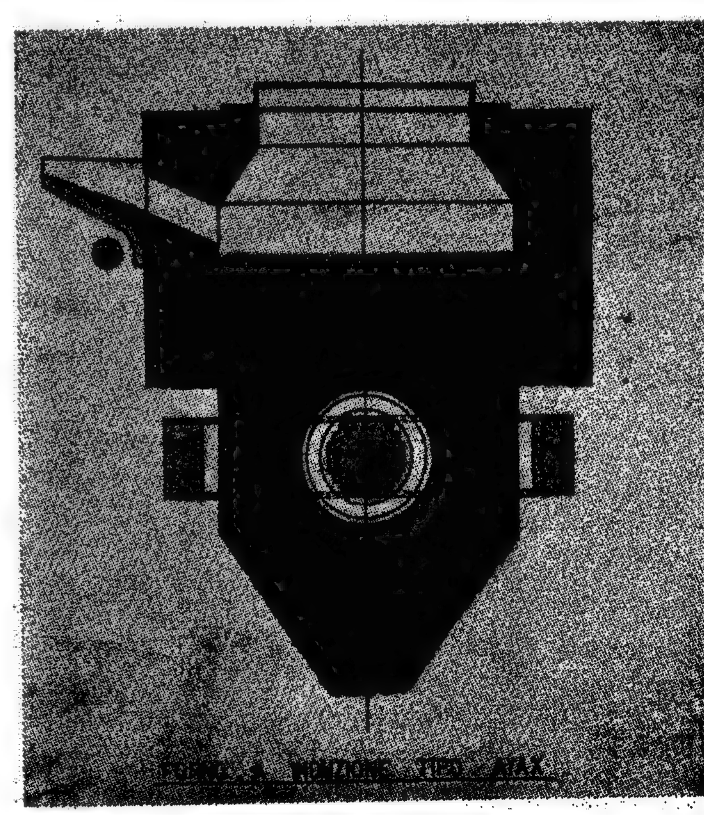


Fig. 10. — Forno ad induzione a bassa frequenza tipo Ajax.

Nei forni per acciaio, la densità di corrente è piccola in dipendenza della alta resistività del metallo, cosicchè i due fenomeni suindicati non hanno mai effetti cospicui.

Altro è il caso per i metalli molto leggeri come l'alluminio o molto conduttori come il rame e le sue leghe, nei quali ultimi, per sviluppare la stessa quantità di calore, è necessario aumentare considerevolmente la densità di corrente.

Un forno pertanto, del tipo Kjellin e derivati, non avrebbe possibilità di regolare funzionamento per la fusione di rame, ottone, ecc.

Forno Ajax. (fig. 10).

Il forno Ajax americano ha risolto elegantemente il problema di ottenere un forno ad induzione per leghe di bassa resistività.

Esso è costituito da un nucleo magnetico orizzontale, del tipo corazzato, sulla cui colonna centrale è disposto l'avvolgimento primario. La scanalatura costituente la spira secondaria è verticale e su di essa è disposto un crogiolo cilindrico contenente il metallo fuso. Per questa particolare disposizione nella scanalatura contenente il metallo, sussiste una forte pressione idrostatica, che neutralizza o riduce sensibilmente l'effetto della strizione. In questa particolare disposizione consiste la vera ragione del suo successo.

Tale forno ed altri come il Russ che di poco differisce, è particolarmente adatto per la fusione del rame, di sue leghe come alpacca, packfong, bronzo e sopratutto per l'ottone. In vista dell'importanza di tale lega nella economia mondiale, il forno ad induzione, per la sua grande praticità, ha raggiunto una straordinaria diffusione negli ultimi 8 anni.

Si può ritenere che attualmente più del 50 % della produzione mondiale di ottone, venga elaborata in forni elettrici ad induzione. In Italia è diffuso il tipo americano Ajax e in parte il tipo Russ costruito dalla Siemens che, sostanzialmente lo riproduce.

La Società Metallurgica Italiana S. M. I. ha sostituito tutte le sue fonderie a cocke e a nafta con forni originali Ajax (fig. 11).

Caratteristiche di funzionamento. — Per le particolari esigenze della metallurgia del rame, i forni ad induzione hanno una capacità e potenza molto più modesta di quella dei forni ad arco, in uso nella siderurgia del ferro.

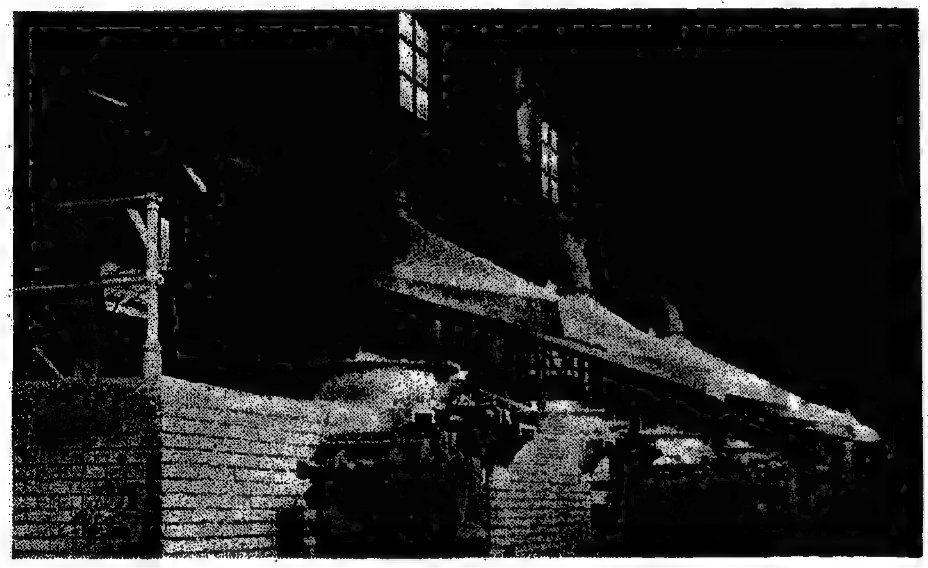


Fig. 11. — Batteria di forni da 300 kg Ajax originali (anno 1929). S.M.I. Stab. C. Tizzoro (Pistoia).

I tipi Standard Ajax sono monofasi, alimentati a tensioni di $200 \div 300$ volt, frequenza industriale, con capacità di 300 e 600 kg, potenze di 80 e 150 kW, fattore di potenza $0{,}70 \div 0{,}75$, produzione di 6 e 12 tonnellate di ottone in 24 ore.

Il refrattario in tali forni resiste ad un numero elevatissimo di fusioni, in media 2000-3000; in Stabilimenti della S. M. I. si è raggiunto anche il numero 8000.

Il rifacimento di un forno è abbastanza facile e richiede una spesa che si aggira sulle L. 1500.

Il consumo di energia è di circa $180 \div 250$ kWh per tonn di ottone, $300 \div 350$ kWh per rame e metalli bianchi a seconda della potenza del forno e della continuità del lavoro.

I forni Ajax e derivati hanno un rendimento industriale elevatissimo, maggiore di quelli ad arco, se il lavoro è continuo: se questo è intermittente, è peggiorato dall'energia richiesta per tenere il forno in riscaldo anche nelle pause.

Per metalli che possono essere fusi indifferentemente, in forno ad arco o in forno ad induzione di pari potenza, si riscontra in questo ultimo un consumo minore anche del 40 %.

La scanalatura praticata nei refrattari e contenente il metallo fuso, che costituisce il secondario del forno, subisce delle deformazioni per effetto delle incrostazioni o dell'azione dei reagenti contenuti nel bagno. La sezione, e quindi la resistenza del secondario varia, influenzando sensibilmente la potenza assorbita e la produzione. È necessario pertanto variare la tensione di alimentazione del forno mediante autotrasformatori come si pratica nei tipi originali americani o mediante regolatori ad induzione come è stato fatto nell'impianto della S. M. I. di Livorno.

Un forno originale Ajax da 300 kg, apparecchiatura elettrica compresa, in ordine di marcia, costa attualmente circa L. 150.000; uno da 600 kg circa 200.000 lire.

Prima della comparsa di tali forni tutte le leghe di rame venivano fuse esclusivamente in crogioli di grafite riscaldati a coke o a nafta.

La produzione di tali forni era di circa 80 kg all'ora e richiedeva, per ciascuno di essi, la presenza di un operaio vigile ed intelligente.

La produzione giornaliera risultava quindi circa 1/6 di quella di un forno elettrico Ajax.



Fig. 12. — Rovesciamento di un forno tipo Ajax con comando a pedale. S.M.I. Stab. Livorno.

Si arguisce facilmente, che la soppressione dei costosi crogioli di grafite, la riduzione della perdita di zinco e della mano d'opera, ed i vantaggi di forte produzione in limitato spazio di fonderia, rendono straordinariamente vantaggioso l'esercizio di tali forni.

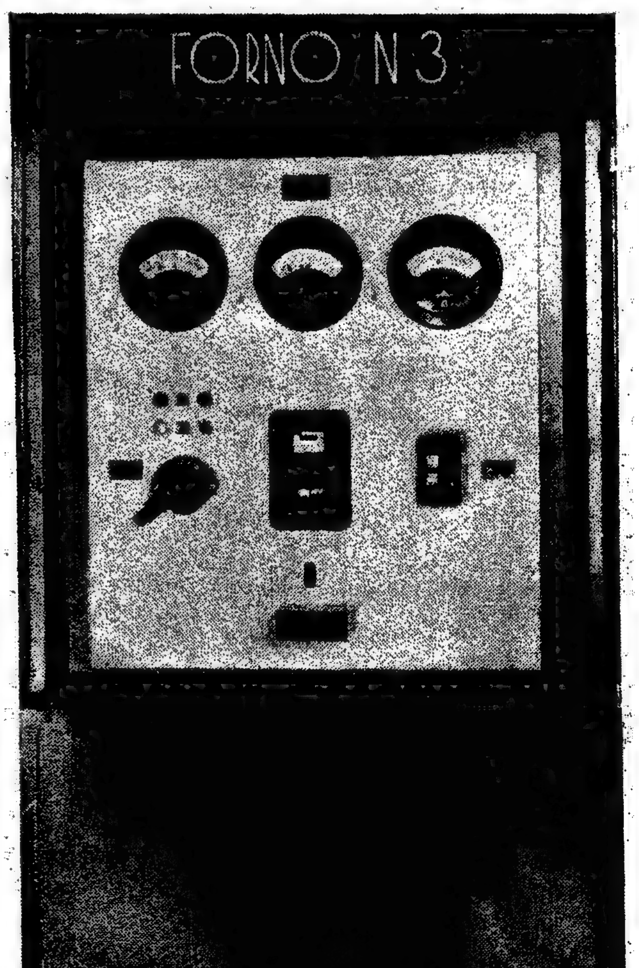


Fig. 13. — Quadro di comando e di regolazione di un forno tipo Ajax. S.M.I. Stab. Livorno.

Prezzi dell'energia anche di 30 cent. per kWh possono portare ad economie così sensibili da ammortizzare l'impianto in meno di un anno.

Impianto Ajax di Livorno (Costruzione S. M. I.). — La S. M. I. con l'esercizio delle sue prime fonderie elettriche (anno 1929), equipaggiate con forni originali Ajax da 300 e 600 kg, ha avuto modo di

studiare e mettere a punto radicali perfezionamenti. Questi sono stati realizzati recentemente nella nuova fonderia elettrica di Livorno progettata e costruita interamente dai suoi tecnici (anno 1933).

Ogni forno ha una capacità di 1200 kg che è la massima attualmente realizzata in forni monofasi.

Potenza $220 \div 250$ kW, $\cos \varphi = 0.80 \div 0.85$, produzione 18-20 tonn ottone in 24 ore, frequenza 50 periodi/sec, tensione 290 volt.



Fig. 14. — Quadro di comando e regolazione di un forno tipo Ajax da 1000 kg (vista posteriore).
S.M.I. Stab. Livorno.

In questa installazione si è avuto cura di dividere completamente il compito dell'operaio fonditore, da quello dell'elettricista, al fine di facilitargli la condotta del forno.

Tutte le manovre si effettuano a distanza riportate sopra il quadro corrispondente ad ogni forno (fig. 13 e 14). Su questo quadro è montato, oltre gli strumenti indicatori, un comando per l'inserzione

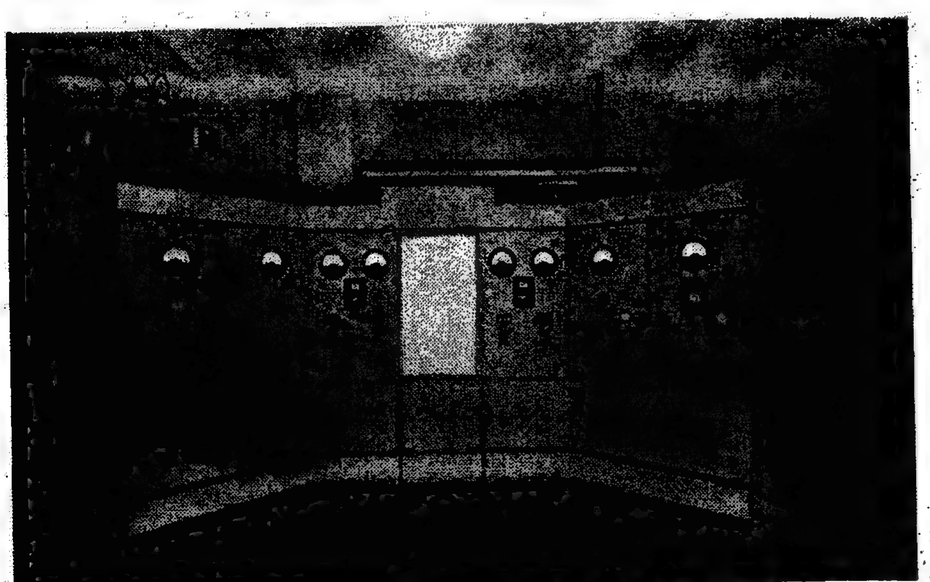


Fig. 15. — Cabina elettrica semiautomatica per forni tipo Ajax da 1000 kg
S.M.I. Stab. Livorno.

del forno alla piena tensione di 290 volt (fase di lavoro) o a 145 volt (fase di riscaldo).

Detto comando agisce sul primario dei trasformatori a 5000 volt, avendo soppresso, per ragioni di semplicità e di economia di esercizio, tutti gli interruttori a bassa tensione e a qualche migliaio di ampere. Due pulsanti agiscono sul regolatore ad induzione per la variazione continua della tensione applicata al forno. Anche il rovesciamento del forno (fig. 12) è fatto con comando a pulsante. Da questo quadro si dipartono tutti i circuiti di comando degli interruttori ad alta tensione, dei trasformatori, dei regolatori ad induzione, che sono tutti sistemati in una cabina (fig. 15) completamente separata dalla fonderia.

L'impianto di Livorno, progettato e costruito interamente dalla S. M. I., per le semplificazioni introdotte nella condotta del forno, per la riduzione delle spese di manutenzione e del consumo di energia, per il miglioramento del fattore di potenza e dell'aumento di produzione, si può considerare in questo momento all'avanguardia delle costruzioni similari d'Europa.

FORNI AD ALTA FREQUENZA

Difficoltà di costruzione. — Abbiamo visto come la fondamentale difficoltà dell'estendersi del forno ad induzione nell'industria del ferro, sia dovuta particolarmente alla forma del crogiolo, ridotto in sostanza ad un canale che rende difficile la fusione del materiale solido e la sua scorificazione. Inconveniente che non si riscontra nel forno ad arco avente un bacino molto ampio e praticabile.

Da questo punto di vista il forno ad induzione Ajax col suo crogiolo cilindrico verticale, risulta più pratico e razionale, ma non può avere applicazione nella metallurgia del ferro nè per altri metalli che richiedano un alto punto di fusione. Il canale, infatti, tracciato nel refrattario, e contenente il metallo, che costituisce il circuito secondario, subirebbe tali variazioni di sezione, per effetto delle scorie o delle corrosioni, da rendere praticamente impossibile il suo funzionamento.

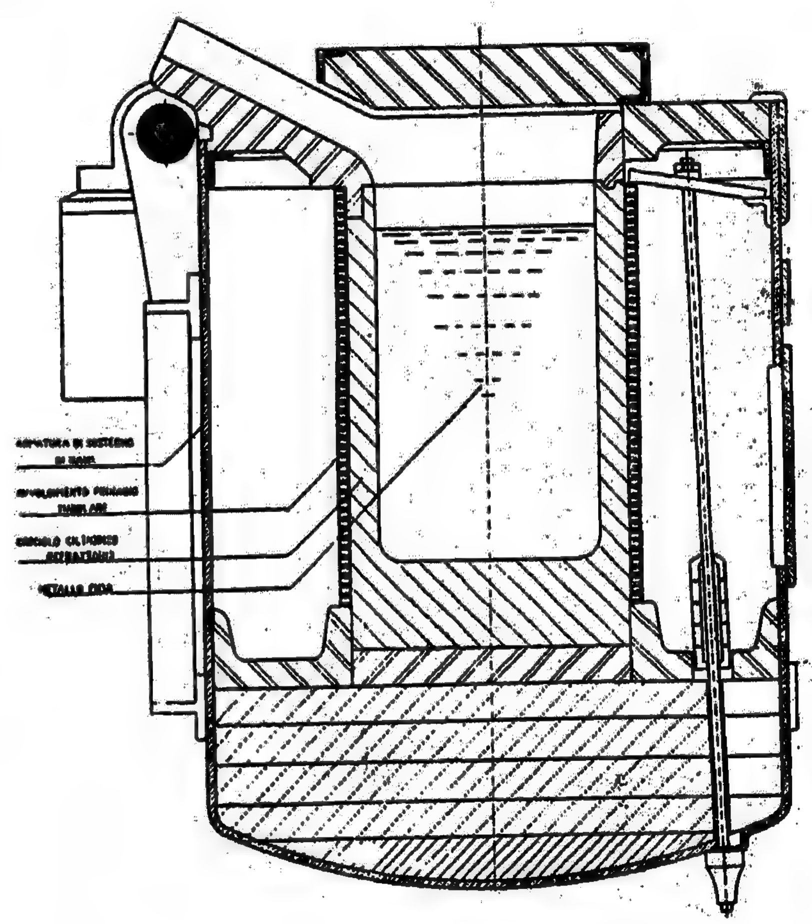


Fig. 16. — Forno ad alta frequenza.

I pregi del riscaldamento induttivo sono però così marcati che tutti i costruttori hanno sempre ricercato un tipo di forno, che ne realizzasse i vantaggi senza averne gli inconvenienti.

Nel forno Kjellin, Rodenhauser e consimili, la forma del crogiolo è vincolata dalla presenza del nucleo magnetico, cosicchè sin dai primordi della costruzione di forni a riscaldamento induttivo si è tentato di sopprimerlo.

La forma del bacino più pratica per tutte le necessità tecnologiche è quella del classico crogiolo (fig. 16) cosicchè ad essa si è subito rivolta la genialità dei costruttori. Per farne un forno ad induzione si è avvolto esternamente tale crogiolo di materiale refrattario, con un avvolgimento che costituisce il circuito primario, mentre il secondario è rappresentato dallo stesso materiale da trattare.

L'avvolgimento primario, costruito con conduttore cavo, è attraversato dall'acqua per il raffreddamento e fa da sostegno al refrattario, costituente il crogiolo.

Tale estrema semplicità di forno ha richiesto però diecine di anni di studi e di tentativi, prima che si potesse realizzare una costruzione di funzionamento pratico ed economico.

Le difficoltà sono state rappresentate sino a 10 anni or sono dalla impossibilità di realizzare generatori di corrente ad alta frequenza

e di sufficiente potenza, tali da non richiedere un costo esagerato di impianto e di esercizio.

Ragione dell'impiego dell'Alta frequenza. — Ricerchiamo la ragione per cui un forno costituito come prima indicato, cioè da un crogiolo con avvolto esternamente un avvolgimento induttore, richieda l'alimentazione con corrente ad alta frequenza.

Consideriamo il fenomeno da un punto di vista qualitativo, senza addentrarci nella teoria del forno ad alta frequenza. Supponiamo che il materiale contenuto nel forno non sia magnetico: tale ipotesi non è realizzata normalmente in pratica, ma non sposta il concetto delle nostre considerazioni.

Nel forno indicato, le linee di induzione, dovute al flusso generato dall'avvolgimento induttore, si concatenano col metallo in esso contenuto, ossia con l'avvolgimento secondario, attraverso tratti d'aria, giacchè il flusso stesso non è guidato da alcun nucleo magnetico.

Per tale ragione la riluttanza risulta grandissima e quindi il valore assoluto del flusso stesso è piccolo per un dato valore delle amperspire magnetizzanti.

La forza elettromotrice E indotta nel secondario è proporzionale alla frequenza ed al flusso concatenato per cui data la piccolezza di questo, per avere valori apprezzabili di E è necessario avere alti valori della frequenza.

La potenza trasformata in calore nel secondario risulta poi proporzionale al rapporto tra il quadrato della tensione E e la resistività del materiale da fondere, per cui, se questa aumenta, per avere lo stesso effetto termico, occorrerà indurre una maggiore forza elettromotrice ciò che non si può ottenere, per quanto già detto, se non elevando la frequenza.

Ossia, per metalli di resistività elevata come il ferro, il nickel, il nickel-cromo, occorre una frequenza maggiore, che nel caso di trattamento di metalli di bassa resistività come il rame e sue leghe.

Analogamente a quanto detto per i forni ad induzione a bassa frequenza, al crescere delle dimensioni del forno, la reattanza cresce col diametro del crogiolo, la resistenza invece diminuisce in ragione inversa. Si manifestano quindi due cause concomitanti che determinano un peggioramento del fattore di potenza. La resistenza è funzione delle dimensioni del forno e della natura del metallo. La reattanza invece è funzione delle dimensioni del forno e della frequenza di alimentazione. Riducendo quindi la frequenza, la reattanza diminuisce e si può migliorare il fattore di potenza.

Riepilogando, un forno avente il crogiolo di forma cilindrica, che fonda per induzione i metalli in esso contenuti, deve avere l'avvolgimento induttore alimentato da corrente ad alta frequenza. Tale frequenza deve risultare crescente con l'aumentare della resistività dei metalli trattati, e decrescente col crescere della capacità del forno.

Così i piccoli forni, con capacità di circa 50 kg e 40 kW di potenza, richiedono una frequenza di 20.000/10.000 p/sec.

Forni con capacità di 500 kg e 300 kW di potenza 3000/1000 p/s.

Forni con capacità oltre 300 kW di potenza da 1000 a 350 p/s.

Nel forno ad alta frequenza, come in ogni trasformatore, non tutto il flusso primario si concatena col secondario costituito dal metallo da trattare. In tale forno anzi, per necessità costruttive il

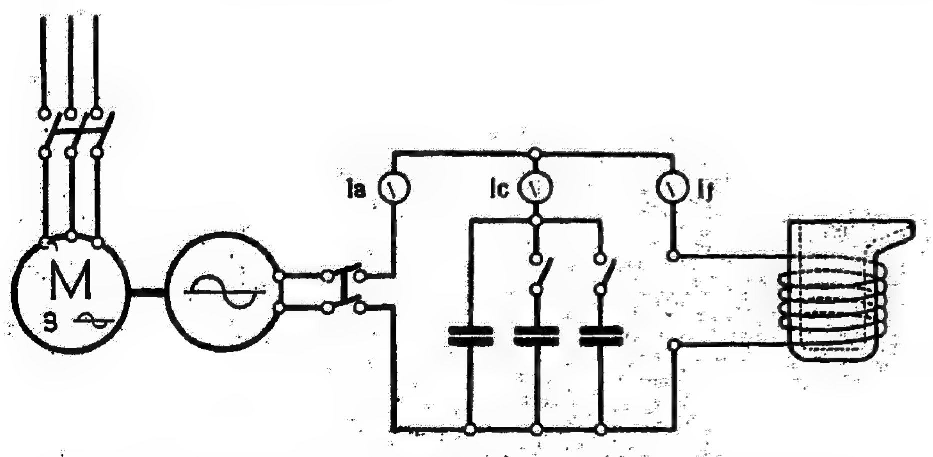


Fig. 17. — Schema di un impianto per forno ad alta frequenza.

primario risulta relativamente molto distante dal secondario per effetto del necessario spessore di refrattario costituente il crogiolo.

Il flusso disperso, pertanto, è molto sensibile e poichè ad esso sono proporzionali le cadute induttive, si capisce che il forno ad alta frequenza debba avere un fattore di potenza bassissimo che di solito si aggira intorno a $0{,}10 \div 0{,}15$.

Se con fattore di potenza bassissimo e ad esempio $= 0{,}10$ si alimentasse direttamente il forno con un generatore, questo dovrebbe essere proporzionato per una corrente I_f dieci volte maggiore di quella attiva che genera calore.

Si richiederebbe pertanto un generatore di grandi dimensioni, forte costo, bassissimo rendimento e scarsa convenienza pratica.

L'inconveniente (fig. 17) si può ridurre predisponendo in parallelo o in serie col forno una batteria di condensatori di capacità tale da equilibrare la corrente in quadratura. L'ostacolo fondamentale alla diffusione dei forni ad alta frequenza è stato rappresentato fino a pochi anni or sono dalla difficoltà di costruire generatori e condensatori di forte capacità, per correnti ad alta frequenza e con un rendimento tollerabile.

Ormai, però, tutte queste difficoltà si possono considerare vittoriosamente superate, sicchè gli impianti di forni ad alta frequenza, hanno raggiunto, specie nell'ultimo quinquennio, una grande diffusione in tutte le nazioni industriali del mondo.

Scienziati di Europa e d'America hanno contribuito sin dal 1908 allo studio e messa a punto dei forni, dei generatori e condensatori ad alta frequenza.

La loro adozione ha assunto, però, carattere veramente industriale, solo nel 1925, in America, per merito della Casa Ajax Nortrupp e della General Electric Co.

Frequenza - Potenza - Tensione. — Per forni da laboratorio o industriali con carattere sperimentale, aventi al massimo una potenza di 30 kW, la frequenza di alimentazione viene generata da circuiti oscillanti e può superare anche 300.000 periodi al secondo.

Per forni a carattere semi-industriale o industriale la frequenza è sempre più bassa: un forno ad esempio di 100 kW con una capacità di 100 kg può essere alimentato a 3000 per/sec, uno da 1400 kW con 4000 kg di capacità, è alimentato a 600 per/sec.

La generazione di tali frequenze viene effettuata a mezzo di alternatori speciali, la cui costruzione, come abbiamo già detto, insieme a quella dei condensatori, ha costituito fino a pochi anni or sono il vero ostacolo alla diffusione dei forni ad alta frequenza.

Attualmente essi hanno raggiunto un grado di grande perfezione e sicurezza, e il complesso motore-generatore, può dare rendimenti anche dell'ordine dell'85 %.

Per frequenze oltre 2000 per/sec l'alternatore è del tipo a ferro rotante: sia l'indotto che l'induttore cioè sono fissi.

Il rotore ha sulla sua corona dei denti fresati che costituiscono i poli della macchina.

Per frequenze inferiori a 2000 per/sec, i generatori sono del tipo a poli salienti. La loro potenza è di circa 300-400 kVA per tonnellata di capacità. La tensione del generatore, e quindi del forno, è normalmente 1000/2000 volt.

I forni attualmente di maggior capacità sono stati installati lo scorso anno ad Essen da Krupp, per la fabbricazione di acciai speciali e sono di costruzione A. E. G. Berlino, costruiti sul brevetto americano Nortrupp.

Essi hanno una capacità di quattro tonnellate, un generatore di 1400 kW, una frequenza di 600 per/sec.

La fusione di una carica di 4400 kg di acciaio inossidabile si realizza in circa 100 minuti con un consumo di circa 530 kWh/t. Il tempo di fusione è normalmente 1-2 ore per tutti i metalli.

Costo di impianto e campo di impiego. — Il costo d'impianto dei forni ad alta frequenza è superiore a quello degli altri forni di pari capacità, di circa il 50-100 %

L'esercizio però può risultare più economico ed in ogni modo la maggiore spesa di installazione è largamente giustificata dalla eliminazione degli scarti e dalla maggiore perfezione del prodotto ottenuto. Un forno da 600 kg, 220 kW, 2000 per/sec, costa circa 300.000 lire.

Come già accennato, i forni ad alta frequenza sono particolarmente indicati allorchè si voglia conseguire una vera perfezione nel prodotto trattato. In essi si possono fondere tutti i metalli, dalle leghe di ferro a quelle del rame, oro, argento, nickel, ecc.

Il loro impiego è quasi integrale nella fusione del nickel-cromo che è la lega costituente gli elementi riscaldanti nei forni a resistenza.

Le impareggiabili doti di regolazione della temperatura, di omogeneità e di purezza del prodotto, la facilità del caricamento e semplicità di esercizio, giustificano il grandissimo sviluppo raggiunto da tali forni che rappresentano la vera aristocrazia dei forni di fusione.

Rispetto al tipo ad arco, il forno elettrico ad alta frequenza è più vantaggioso allorchè è necessario ottenere prodotti assolutamente esenti da carbone. In esso poi le reazioni metallurgiche sono più rapide ed il prodotto ottenuto migliore, ciò che compensa il rendimento un po' più basso.

Rispetto al tipo ad induzione a bassa frequenza e per metalli

che possono essere fusi indifferentemente con l'uno e l'altro tipo, quello ad alta frequenza ha un rendimento inferiore. Tale deficienza però, può risultare compensata dall'energia supplementare che bisogna fornire al forno a bassa frequenza nei periodi di arresto di lavoro per mantenere in fusione il metallo.

Il rendimento economico globale può quindi risultare identico.

La condotta del forno ad alta frequenza è semplice e meno turbata da interruzioni di corrente. La sua adattabilità nell'esercizio e il campo di applicazione è più esteso che qualsiasi altro tipo di forno.

Impianto S. M. I. — La Società Metallurgica Italiana ha, per prima in Italia, installato nel 1934 un forno ad alta frequenza per

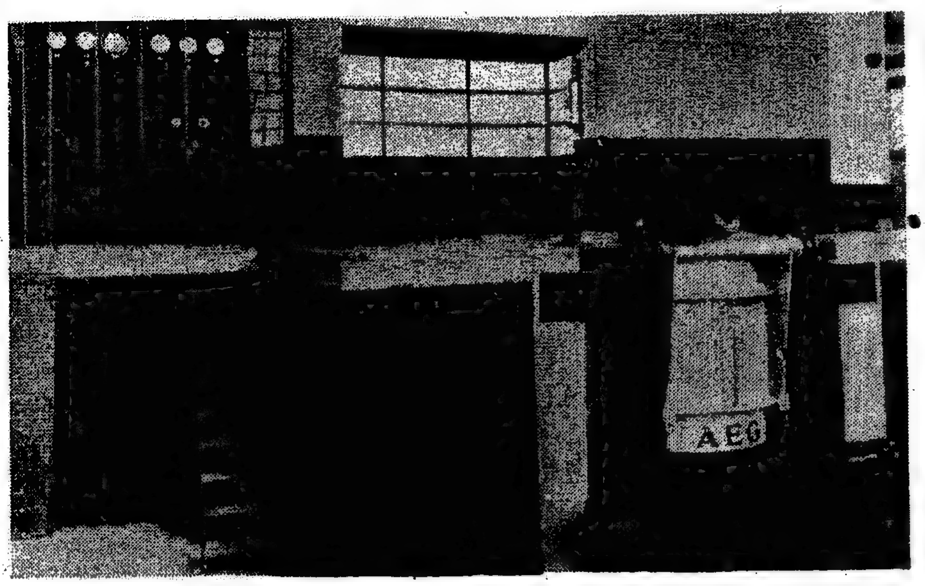


Fig. 18. — Impianto forno A. F. Forno e quadro di manovra. S.M.I. Stab. Fornaci di Barga (Lucca).

fusione di nickel e leghe rame-nickel, leghe che prima venivano fuse con cure infinite nei crogioli di grafite.

Nel locale fonderia propriamente detto (fig. 18) è sistemato il forno e il quadro di manovra, su cui sono disposte, oltre gli strumenti di controllo, le leve di comando per l'inserzione e disinserzione dei condensatori, onde variarne la loro capacità durante la fusione.

Un'ampia vetrata permette al fonditore la completa visione del locale condensatori e apparecchiatura alta frequenza nonchè della sala macchine in cui è sistemato il motore asincrono di comando



Fig. 19. — Forno a riscaldamento diretto a resistenza. Costruzione B. Boveri.

a 5000 volt, 1500 giri e l'alternatore alta frequenza, 2000 volt, 200 kVA, 1000 per/sec.

Con la messa in esercizio di tale impianto, installato nel suo stabilimento di Barga (Lucca), la S. M. I. ha spento gli ultimi forni di fusione a combustibile, che ancora sopravvivevano nella sua industria.

FORNI A RESISTENZA

Tra i forni che in Italia hanno avuto negli ultimi cinque anni il maggiore sviluppo, sono da annoverare i forni a resistenza. Questi sono di due tipi fondamentali:

A riscaldamento diretto. — In essi la corrente attraversa il materiale da trattare, sicchè il materiale stesso è la sede di generazione del calore.

A questo tipo appartengono molti forni di fusione per l'estrazione dei metalli dal loro minerale (fig. 19) ed anche gli alti forni elettrici di cui si ha un esempio in Italia nelle Acciaierie Ansaldo a Cogne. L'alto forno elettrico, però, richiedendo ugualmente la presenza del carbone per le necessarie trasformazioni chimiche del minerale, risulta poco conveniente economicamente allorchè il prezzo dell'energia non raggiunga valori eccezionalmente bassi.

In Italia il loro esercizio è stato abbandonato, eccezione fatta per le Acciaierie e Ferriere Lombarde; in altri Paesi, come in Svezia, è tuttora in uso.

Forni di tale tipo sono pure adottati nella elettrometallurgia dell'alluminio di cui in Italia si ha un esempio imponente negli stabilimenti della Montecatini.

A riscaldamento indiretto. — In essi la corrente passa attraverso resistenze speciali che fanno parte integrale del forno (fig. 22).

Il calore in esse generato si trasmette per irradiazione al materiale da trattare. Sono i più diffusi. Essi sono in genere costituiti da una camera o laboratorio sulle cui superfici interne sono disposte opportunamente sostenute da materiale refrattario, le resistenze scaldanti dette commercialmente resistor.

I resistor sono in genere metallici, costituiti da leghe di nickel-cromo, con o senza ferro, a seconda che la temperatura che si

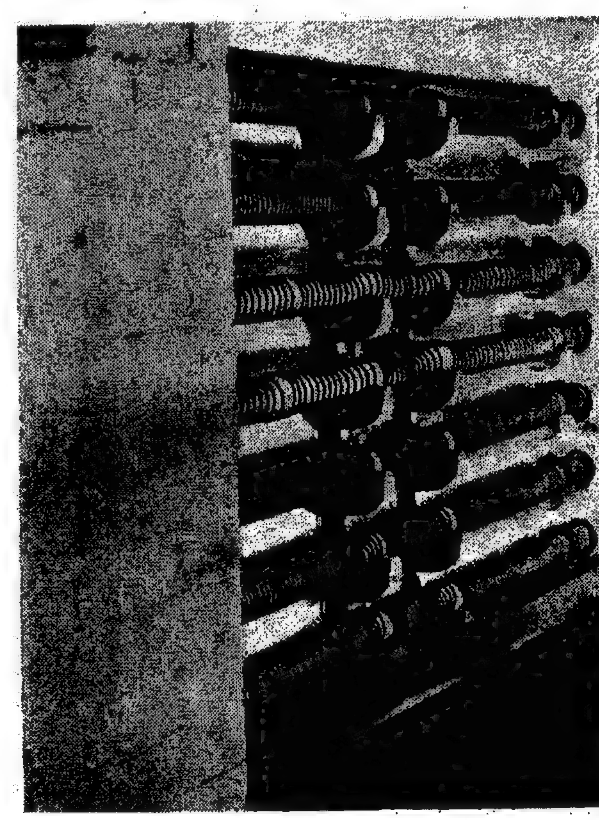


Fig. 20. — Resistor per forni a riscaldamento indiretto. Fili tondi di nichel-cromo. Disposizione B. Boveri dei resistor.

vuol ottenere è piuttosto bassa o elevata. I resistor sono foggiati a forma di fili tondi (fig. 20) o di piattine (fig. 21).

Per forni di funzionamento sicuro, e fino a 1000°, la lega è costituita da 80 % di nickel e 20 % di cromo e deve essere assolutamente esente da ferro. Come già detto, tale lega si ottiene per fusione in forni ad alta frequenza.

Se si vogliono avere nel laboratorio del forno delle temperature maggiori di 1000° e fino a 1400°, i resistor di nickel-cromo non possono più trovare impiego e si ricorre allora a resistor di carborundum costituiti da bacchette cilindriche di diametro e lunghezza variabile.

I forni con resistor di nickel-cromo trovano impiego per i più svariati trattamenti termici come ricottura, tempera, ecc., e per tutti i metalli; essi vengono pure impiegati per la fusione di metalli allorchè questi hanno un punto di fusione inferiore a 900-1000° che, come detto, è il limite massimo di temperatura a cui conviene spingerli. Viene fuso così in forni a resistor di nickel-cromo il piombo, lo zinco, l'alluminio ed altre leghe.

Il materiale per i resistor, nickel-cromo e carborundum, viene finora costruito solo all'estero e particolarmente in America.

Costruzione dei forni a riscaldamento indiretto. — Sommariamente, i forni a resistor metallici, hanno i resistor stessi distribuiti su tutte o su alcune pareti del forno e per tutta la sua lunghezza.

Se il forno è di piccole dimensioni, i resistor vengono opportunamente raggruppati in modo da costituire un unico circuito mono o polifase, da alimentare direttamente dalla bassa tensione dello stabilimento a cui è destinato.

Se il forno è piuttosto lungo (fig. 22) esso si suddivide longitudinalmente in più zone, ciascuna alimentata da un proprio circuito.

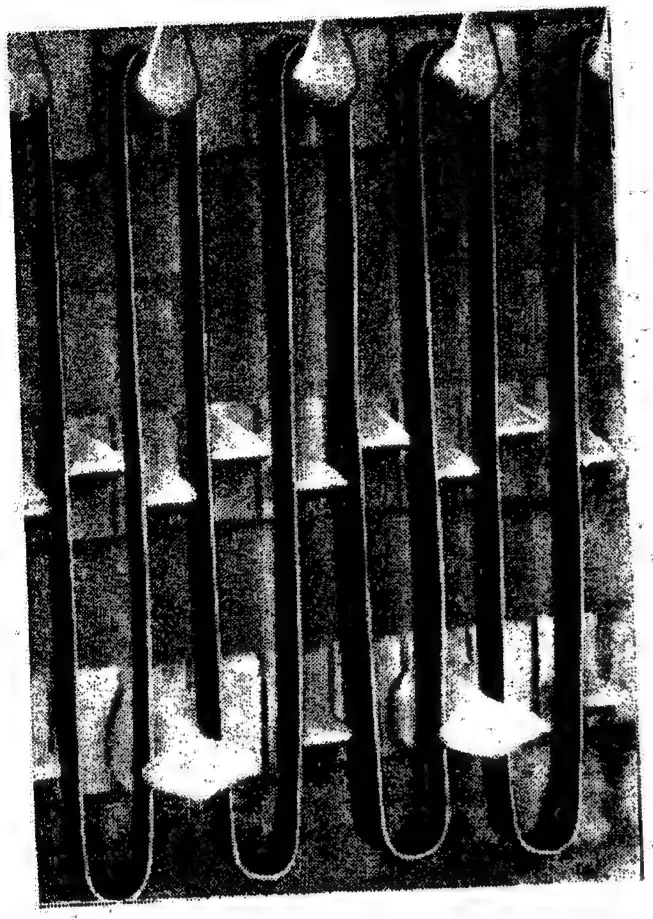


Fig. 21. — Resistor per forni a riscaldamento indiretto. Piattine - disposizione dei resistor. G.E.C., Westinghouse.

In corrispondenza di ciascuna zona è sistemata una coppia termoelettrica (in alto nella figura), la quale si compone di due fili metallici saldati all'estremità cacciata nel forno e di natura diversa a seconda della temperatura di lavoro.

Per temperature fino a 500° detti fili sono in genere ferro e costantana, fino a 1000° nickel e nickel-cromo, e per temperature fino a 1400 gradi platino e platino-rodio. Le coppie termoelettriche agiscono direttamente su galvanometri magnetoelettrici che, a seconda della particolare costruzione, possono soltanto indicare valori della temperatura, o registrarli o regolare la temperatura stessa.

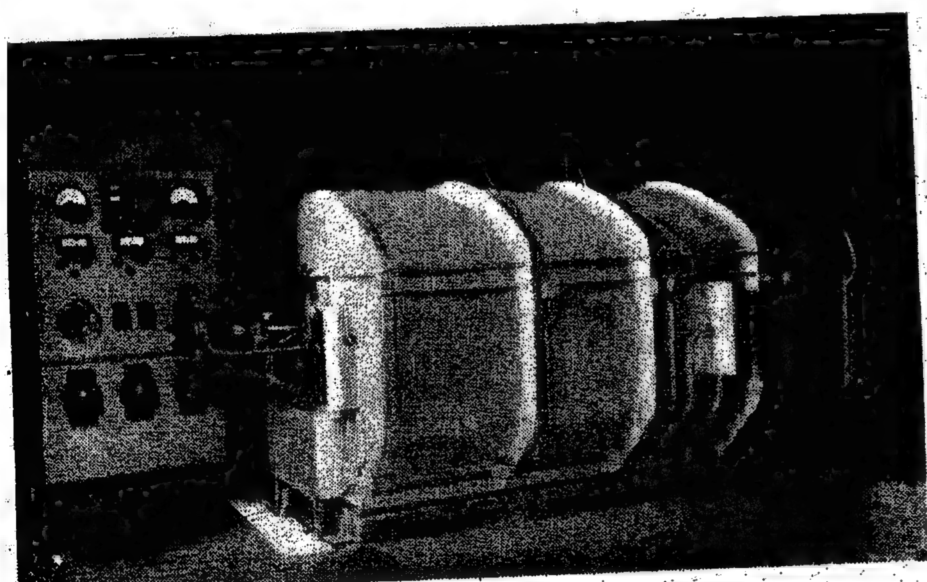


Fig. 22. — Forno a resistor metallici con ventilazione S.M.I. Stab. Livorno - Costruzione S.M.I.

Tali strumenti sono provvisti di dispositivi che determinano la chiusura di speciali contatti in dipendenza del valore della temperatura stessa. Questi contatti a loro volta determinano l'apertura o la chiusura dei teleruttori attraverso cui viene alimentata ogni sezione del forno. Il controllo della temperatura avviene automaticamente ogni 20-60 secondi.

Di questi regolatori di temperatura ve ne sono di grande precisione e robustezza: la costruzione americana eccelle sopra tutte. La loro sensibilità è tale che la temperatura di regime si può mantenere al valore prestabilito con uno scarto inferiore all'1 %.

La sensibilità del regolatore stabilisce la precisione della regolazione nel punto in cui è sistemata la coppia che lo alimenta. Ma, evidentemente, in un forno, la sottrazione di calore è diversa da punto a punto e così ad esempio essa risulta maggiore in prossimità di aperture, come porte, spie, ecc.

Ed allora, malgrado la precisione della regolazione, si potrebbero riscontrare differenze di temperatura eccessive ed inammissibili specie per alcune lavorazioni delicatissime. La ricottura ad esempio di lastre di duralluminio non tollera differenze di temperatura superiori a 10 ÷ 15° in ogni punto del forno. Per contenere in limiti molto ristretti tali differenze, si costruisce il forno, come abbiamo già detto, in più sezioni, ciascuna influenzata da una coppia e regolata indipendentemente.

Allorchè si vuole una distribuzione di temperatura quasi perfetta, si ricorre pure all'artificio di mettere in moto, e in ciclo chiuso, l'aria dell'interno del forno stesso mediante speciali elettroventilatori (fig. 22). Il loro senso di circolazione, per evitare aria stagnante, si suole invertire ogni 3-5 minuti automaticamente.

Un forno di questa natura, costruito ultimamente dalla S. M. I. ha dato in esercizio differenze massime di 10°. Esso viene usato particolarmente per il trattamento dei lingotti di duralluminio coi quali si costruiscono le eliche d'aeroplani.

Le disposizioni costruttive a cui abbiamo fugacemente accennato, fanno subito pensare come i trattamenti termici che si possono effettuare con questi forni, siano praticamente irraggiungibili con altri forni a combustibile solido, liquido o gassoso. La regolazione della temperatura e la sua perfetta distribuzione, sono doti impareggiabili dei forni elettrici.

Negli ultimi anni, in tutti gli Stati del mondo, per le industrie più varie e le lavorazioni più disparate, essi hanno avuta un'applicazione grandissima.

Criteri d'esercizio. — Il prezzo dell'energia è uno degli elementi decisivi per la scelta del forno elettrico o a combustibile. Di solito il limite del prezzo dell'energia tollerabile vantaggiosamente si aggira sui 10 cent. per kWh.

In genere esso è più basso che nel caso di forni per fusione.

I vantaggi di ordine tecnologico che sono peculiari ai forni elettrici, possono tuttavia determinare la loro scelta anche in quelle condizioni in cui l'equivalenza puramente economica con altri tipi di forni, riferita alla sola spesa per combustibile, risulta sfavorevole al forno elettrico.

Tra i vantaggi propri dei forni elettrici a resistenza e simili, non è trascurabile quello dovuto al miglioramento del fattore di potenza dell'impianto, per il fatto che essi assorbono solo energia attiva.

L'aumento di potenza d'altra parte da essi richiesto, non determina la necessità di una proporzionale potenza nei trasformatori, apparecchiature e linee di trasmissione, specie nei casi di industrie a basso fattore di potenza.

Così, aggiungendo ad un impianto di laminazione, un gruppo di forni determinanti un aumento di potenza del 100 %, l'aumento di corrente erogata e quindi la potenza in kVA, è soltanto del 27 % o del 51 %, se il fattore di potenza iniziale era rispettivamente 0,45 o 0,65.

IMPIANTI SOCIETA' METALLURGICA ITALIANA

Generalità.

Passati in rassegna i diversi tipi di forni elettrici, illustriamo brevemente i risultati pratici conseguiti in un'industria, che per l'ecclетticità dei tipi di forni adottati, il loro numero, le più svariate lavorazioni in cui sono stati impegnati, può rappresentare un esempio tipico in Italia.

La Società Metallurgica Italiana fin dal 1928 ha intrapreso l'installazione di forni elettrici per fusione e ricottura dei metalli. Solo questi ultimi, ossia i forni a resistenza, forniti da svariati costruttori, sono stati causa, agli inizi, di non poche sorprese e delusioni, comuni del resto ad ogni costruzione nella fase di sviluppo.

I resistor infatti avevano breve vita, i teleruttori, i rèlais, i regolatori di temperatura, provocavano interruzioni di lavoro ed eccessive spese di manutenzione.

Dopo non pochi studi e costose esperienze, la S. M. I. ha costruito per suo conto l'80 % dei forni richiesti per ogni sua particolare lavorazione, forni che sono risultati di impiego sicuro ed economico.

Forni a resistenza, che lavorano ininterrottamente per tutto

l'anno a 900°, non richiedono che lievissime riparazioni con spese di manutenzione estremamente ridotte.

Attualmente si può ritenere che la costruzione dei forni elettrici sia stata perfettamente messa a punto da parte dei migliori costruttori italiani.

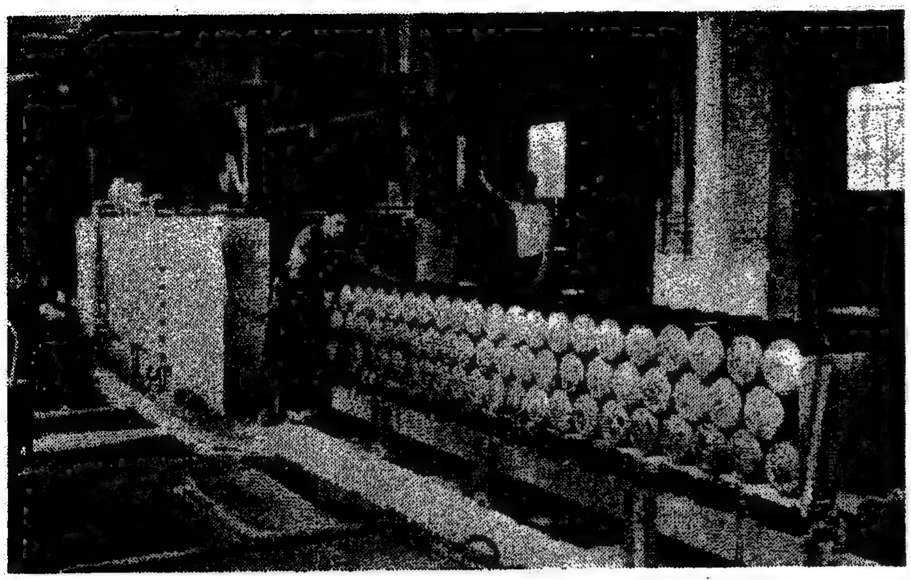


Fig. 23. — Forno elettrico per ricottura bossoli da cannone. S.M.I. Stab. Fornaci di Barga — Costruzione Ing. Ferrè - Milano.

Forni di fusione. — La S. M. I. possiede forni elettrici di fusione di ogni tipo: ad arco, ad induzione a bassa frequenza, ad induzione ad alta frequenza, a resistenza. Ve ne sono in esercizio 19 per 3200 kVA di potenza. Con l'inizio del 1935 la fusione di tutti i metalli viene integralmente in essi elaborata.



Fig. 24. — Forno rotativo automatico per la ricottura di bossoli per cartucce. S.M.I. Stab. C. Tizzoro - Costruzione S.M.I.

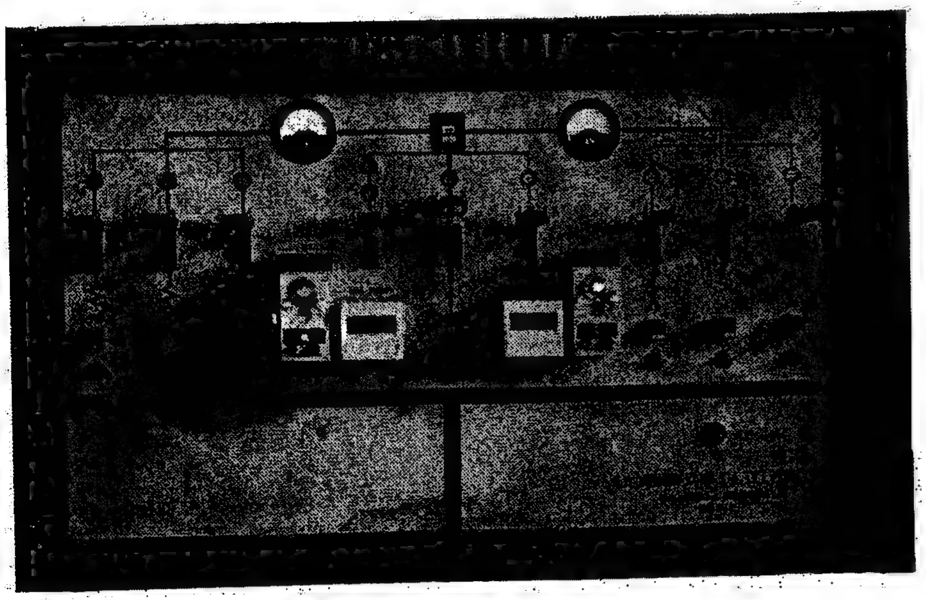


Fig. 25. — Quadro per forno rotativo Costruzione Telemeccanica Luria e Gregorini, Milano.

Forni di ricottura. — Gli altri trattamenti termici vengono in gran parte praticati in forni elettrici a resistor di nickel-cromo o di carborundum.

Il ciclo di alcune lavorazioni si svolge già esclusivamente in forni elettrici di questo tipo, di cui ve ne sono in esercizio per più di 4000 kW, distribuiti in 44 forni con potenze da 20 a 350 kW (fig. 23, 24, 25, 26).

Rete di alimentazione e distribuzione. — Per permettere uno sviluppo così estensivo dell'energia elettrica ad usi termici, la S. M. I. ha fatto procedere al completo rifacimento della rete di alimentazione dei suoi stabilimenti facendo variare la tensione da 6000 volt, com'era in origine, a 30.000 e 60.000 volt.



Fig. 26. — Batteria di forni per ricottura lamiere S.M.I. Stab. C. Tizzoro - Costruzione S.M.I. B. Boveri.

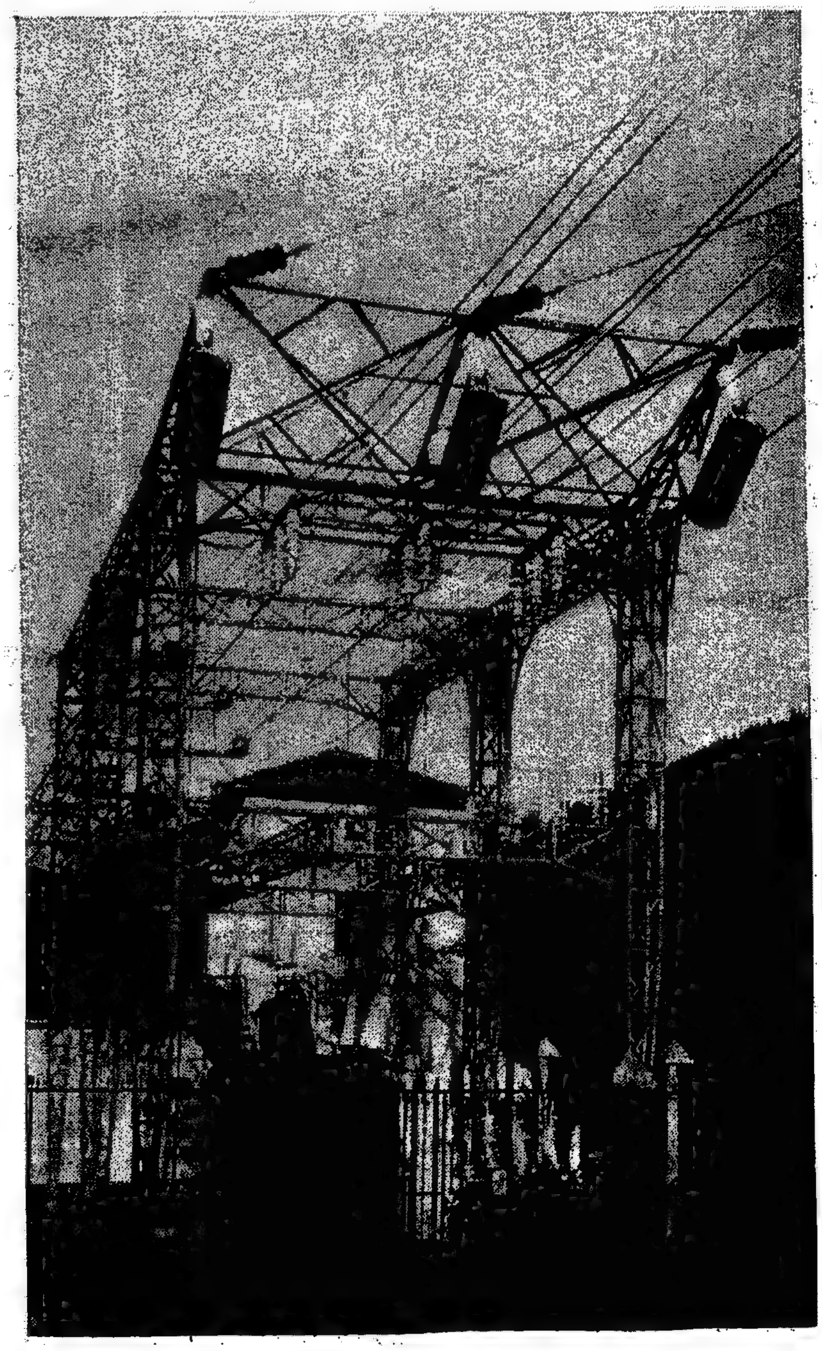


Fig. 27. — Cabina elettrica 60/6 kV - S.M.I. Stab. C. Tizzoro.

Ha pure rifatto la rete interna di ogni stabilimento per l'alimentazione dei singoli reparti, elevando la tensione da 260 volt a 6000 volt.

La tensione di alimentazione degli stabilimenti viene ridotta, mediante una cabina a 30.000 volt e una a 60.000 volt (fig. 27) a 6000 volt.

L'energia così trasformata viene convogliata in due cabine di smistamento (fig. 28) alle quali perviene pure l'energia generata con due gruppi Diesel-Alternatore di riserva di 1000 kVA ciascuno.

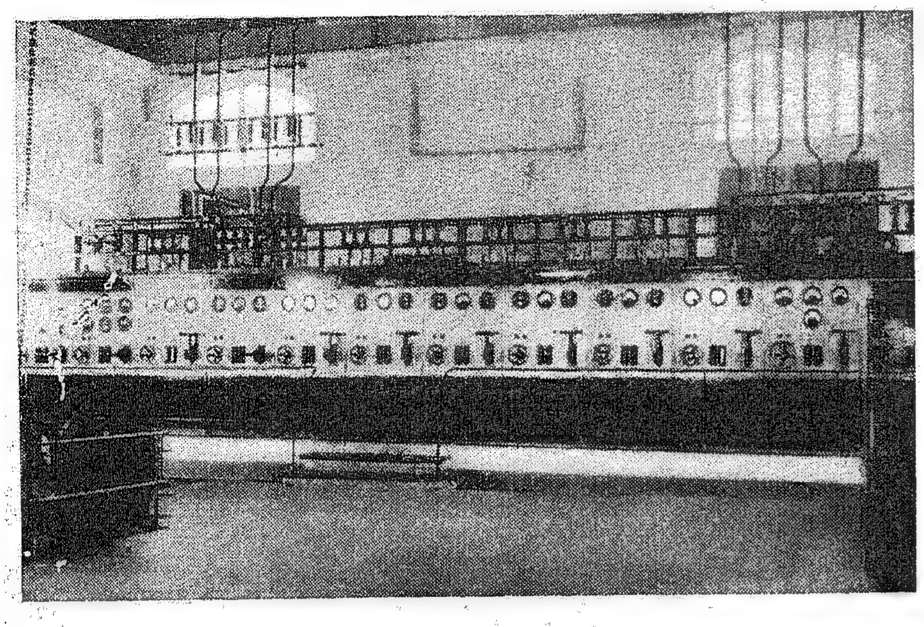


Fig. 28. — Cabina di smistamento linee a 6 kV.
S.M.I. Stab. Fornaci di Barga.

Tutte le line a 6000 volt partenti dalle cabine di smistamento, dopo avere alimentato i motori ad alta tensione, fanno capo ad una delle 30 cabine standard costruite ex-novo per ridurre la tensione a 260 volt (fig. 29).

A questa tensione si alimentano i forni elettrici a resistenza nonchè la media e piccola forza motrice.

Delle 30 cabine ,alcune provvedono alla semplice trasformazione, altre alla trasformazione, alla regolazione e registrazione automatica della temperatura dei forni.

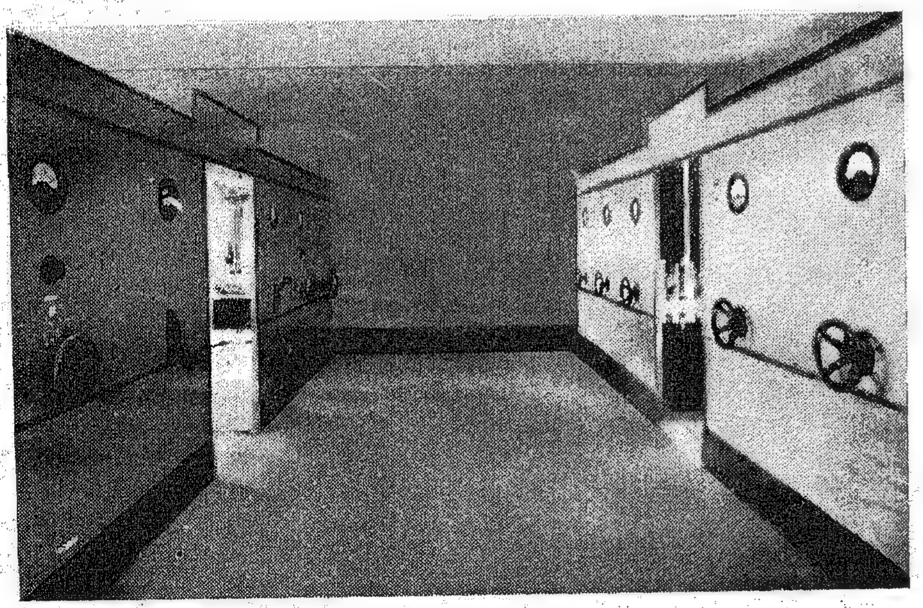


Fig. 29. — Cabina di trasformazione standard 6000/260 volt.
Stabilimenti S.M.I.

Risultati economici di sette anni di esercizio. — I risultati economici dell'installazione dei forni elettrici sono illustrati nei diagrammi riportati nelle figg. 30, 31, 32.

È considerato l'andamento dall'esercizio 1927-28, a cui corrisponde il primo impianto di forni, all'esercizio 1933-34.

a) Nella fig. 30 il primo diagramma rappresenta la variazione della produzione che negli esercizi 1931-32 si è ridotta di circa il 30 %.

b) Malgrado tale depressione la potenza dei forni elettrici installati è cresciuta incessantemente da zero a 6000 kW, come dimostra il secondo diagramma.

c) Il terzo diagramma rappresenta l'energia totale assorbita cresciuta da circa 8 a 26 milioni di kWh con una media mensile, nell'ultimo esercizio, di circa 2.300.000 kWh. Tale media ha già subito, nei primi mesi del 1935, un incremento del 100 % raggiungendo il valore di 3,5 milioni di kWh.

d) Nella fig. 31 il primo diagramma rappresenta il numero dei forni di fusione di cui attualmente vi sono 19 esemplari.

e) Il secondo diagramma, il numero dei forni di ricottura variato da zero a 44.

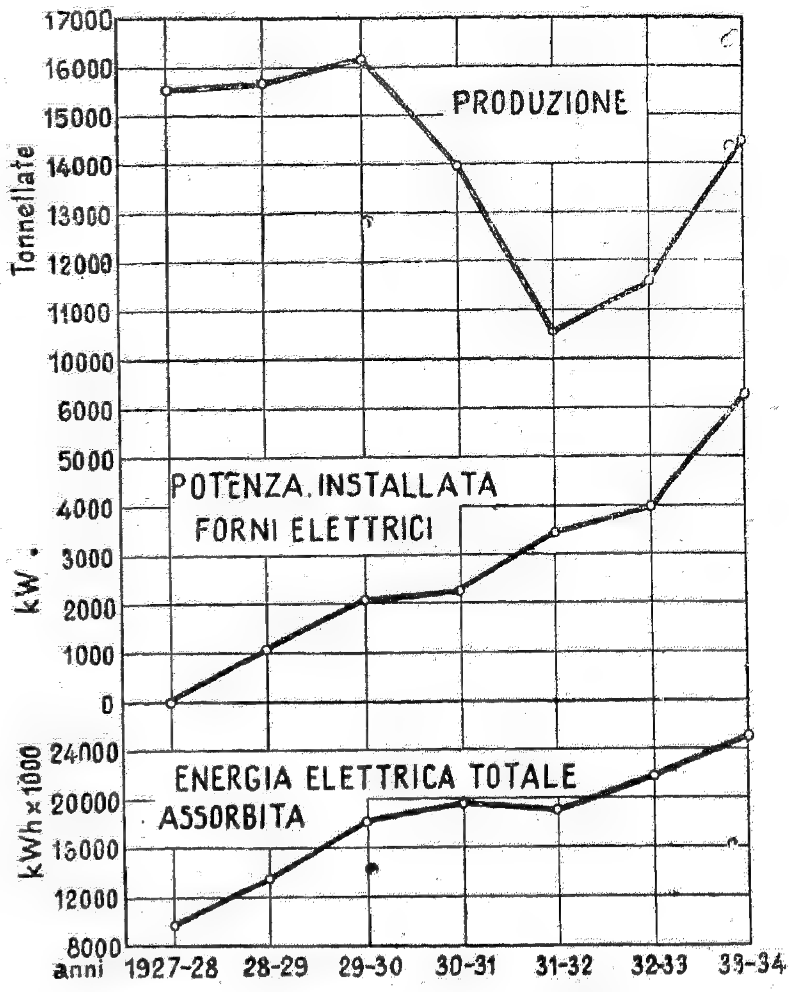


Fig. 30. — Diagrammi produzione, consumo energia.

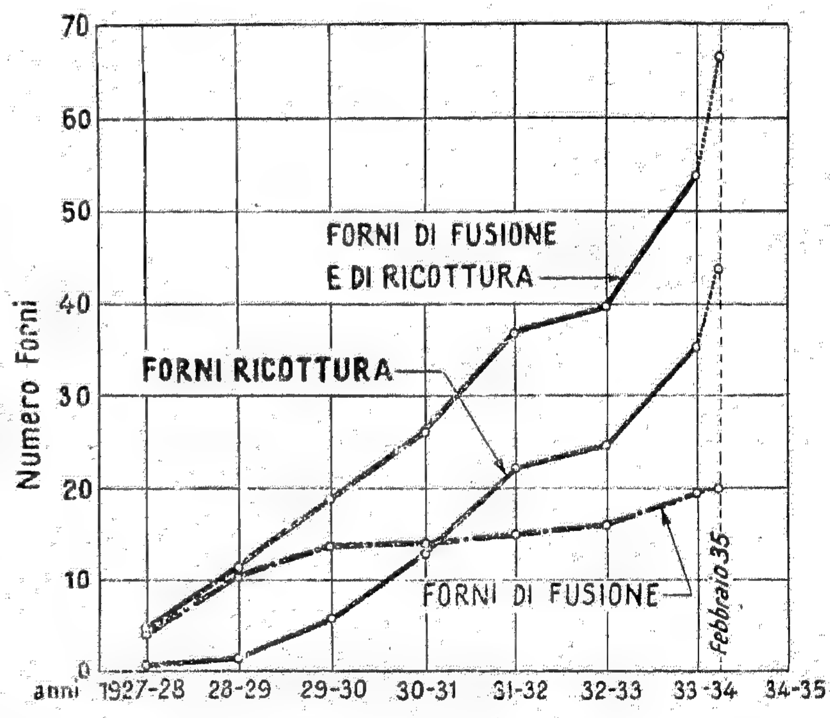


Fig. 31. — Diagrammi forni di fusione e di ricottura.

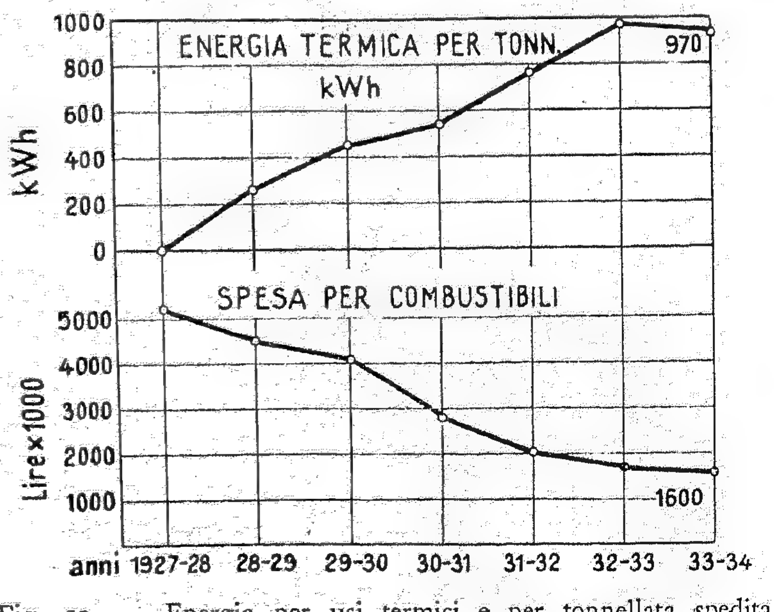


Fig. 32. — Energia per usi termici e per tonnellata spedita.
Spesa totale annua per combustibile.

f) Il terzo diagramma, il numero totale dei forni che attualmente raggiungono la cifra di oltre 60 di cui l'80 % di costruzione S. M. I.

g) Il primo diagramma della fig. 32 rappresenta l'energia elettrica assorbita per usi termici e per ogni tonnellata di prodotto, spedito passata da zero a 1000 kWh.

L'energia per usi termici ha rappresentato nell'ultimo esercizio il 52 % della totale assorbita.

h) Finalmente il secondo diagramma ci da la spesa annua per combustibile ridota da circa L. 5.300.000 a L. 1.590.000 con una variazione in meno di circa L. 3.800.000 pari al 71 %.

Tale diminuzione però è da attribuire in parte al diminuito prezzo unitario dei combustibili.

Se il prezzo unitario, sia dei combustibili che dell'energia elettrica, fosse rimasto invariato per tutti gli esercizi, la spesa cumulativa per tonnellata, dovuta ai trattamenti termici, si sarebbe ridotta da L. 206 a L. 161 con una diminuzione cioè del 22 %.

Conclusione.

I dati esposti non danno tuttavia il quadro completo dei vantaggi realizzati con l'adozione dei forni elettrici.

Non segnalano il miglioramento tecnologico, non la eliminazione degli scarti, non la diminuzione di mano d'opera, nè l'aumentata capacità di produzione degli stabilimenti che si è più che triplicata.

È pure migliorata fortemente l'utilizzazione della potenza impegnata; essa è passata da circa 2000 ore annue ad oltre 6000 ore.

Questo vuol dire che il distributore di energia con la stessa potenza impegnata, ossia con la stessa spesa d'impianto, ha potuto vendere una quantità di energia circa tripla, ciò che gli ha permesso di diminuire il prezzo medio di vendita pur realizzando un maggiore incasso.

La Società Litoranea Toscana, fornitrice degli stabilimenti S. M. I., dal 1928 al 1934 ha ridotto il prezzo medio del kWh di circa il 43 %; ma avendo potuto fornire, pressochè con la stessa potenza installata, il 300 % di più di energia, ha realizzato un maggiore incasso annuo del 50 %.

In conclusione, una ragionevole politica di intesa tra industriali e distributori di energia, può rendere di largo impiego l'installazione dei forni elettrici che sono capaci e di assicurare un grande perfezionamento tecnico e di limitare l'importazione di combustibili esteri a tutto vantaggio dell'economia nazionale.

Livorno, 30 marzo 1935.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

La tranvia a cremagliera Sassi-Superga. — Il 16 aprile 1935 è stata inaugurata a Torino la tranvia a cremagliera che dal sobborgo di Sassi porta alla storica basilica di Superga.

All'inizio del 1934, l'Azienda Tranvie Municipali di Torino, avendo avuto la gestione della funicolare Sassi-Superga, nota oltre che per ragioni storiche anche per caratteristico sistema di trazione a funicolare dell'Ing. Agudio, ivi adottato da quasi un cinquantennio, decise di trasformare la funicolare in ferrovia elettrica a dentiera.

La lunghezza della linea è di km 3,2 ed il dislivello da superare di 420 m essendo di 643 m l'altezza della stazione superiore di Superga. La pendenza media risulta quindi del 13,5 % e quella massima del 20 %.

Decisa la trasformazione, è stata sostituita l'attuale cremagliera sistema Agudio con l'altra tipo Strub rinnovando in pari tempo la sottostruttura e la rotaia.

Come sistema di corrente elettrica di alimentazione, è stata adottata la corrente continua 600 V e, come mezzo d'adduzione della stessa alle vetture, la terza rotaia montata su isolatori in porcellana fissati alle traverse del binario.

L'energia occorrente è fornita da una piccola sottostazione automatica di conversione situata a Sassi ai piedi della salita ed equipaggiata con due gruppi raddrizzatori ad ampolla da 400 kW a 600 V. La fornitura dell'intera sottostazione è stata fatta dal Tecnomasio Italiano Brown Boveri.

Per il materiale mobile, sono state previste 2 automotrici a 4 assi per il servizio intenso ed estivo ed una a due assi per il servizio meno intenso.

Ne è stata affidata la costruzione per la parte meccanica alle Officine di Savigliano e per la parte elettrica al Tecnomasio Italiano Brown Boveri.

Le motrici a 4 assi (fig. 1), di costruzione moderna ed in pari tempo robusta, hanno una capacità di 36 posti a sedere su sedili trasversali e 34 in piedi ed hanno un peso a vuoto di 26,2 tonn. L'accesso e la discesa dei passeggeri sono assicurati da 6 ampie porte manovrate pneumaticamente dalle piattaforme.

L'equipaggiamento comprende 4 motori da 100 kW autoventilati, i quali, a mezzo di una doppia riduzione ad ingranaggi, azionano un albero cavo montato sull'asse ruote e sul quale sono montati la ruota a cremagliera ed i tamburi per i freni a nastro di cui più avanti.

Il carrello di detta automotrice, completo dei relativi motori, è rappresentato nella fig. 2.

La potenza installata consente treni da 58 tonn costituiti da una motrice e 2 rimorchiate a carrelli, della capacità complessiva di 220

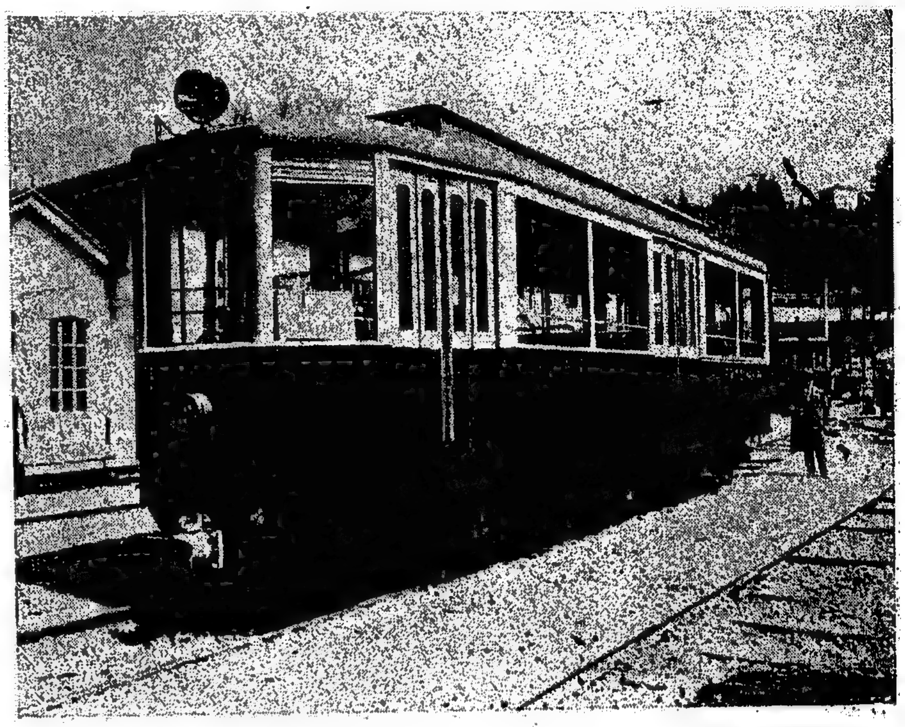


Fig. 1.

passeggeri, e di effettuare il percorso Sassi-Superga in 16-18 minuti ad una velocità variabile, a seconda del profilo della linea, da 10 a 15 km/h.

I motori possono, a mezzo di resistenze induttive ed ohmiche, essere shuntati del 20 e 40 % qualora, per ragioni speciali, si desiderasse aumentare la velocità dei convogli.

Le automotrici sono provviste di tre sistemi di frenatura, e precisamente:

Freno elettrico che è quello normale di servizio ottenuto facendo funzionare nella discesa i motori come generatori di corrente

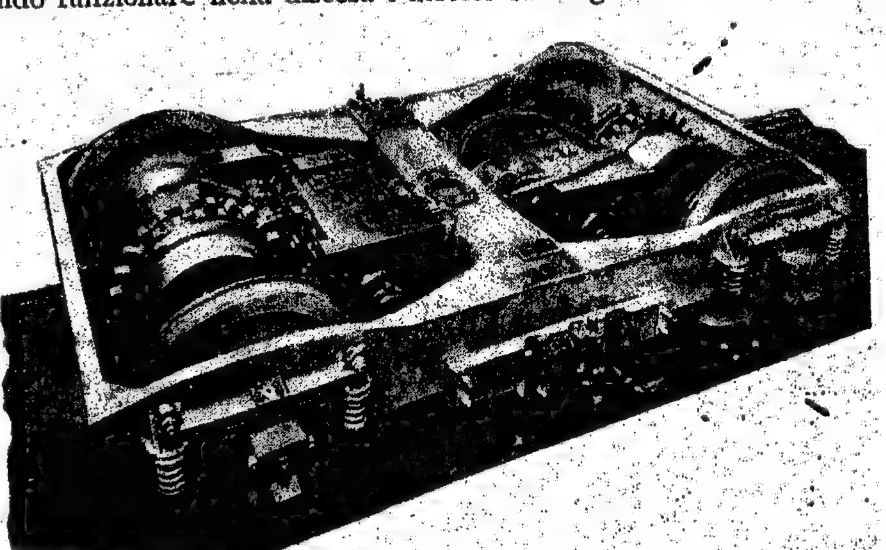


Fig. 2.

corrente che viene dissipata nelle stesse resistenze d'avviamento collocate sul tetto della vettura.

Freno automatico ed a mano di sicurezza, agente a mezzo di nastro rivestito di ferodo su uno dei due tamburi montati sui ogni asse delle ruote. Detto freno è comandabile tanto a mano quanto ad aria compressa in quest'ultimo caso, o dal manovratore o dai dispositivi di sicurezza di cui appresso.

Freno esclusivamente a mano agente sul secondo dei due tamburi montati su ogni asse delle ruote.

Le rimorchiate sono pure esse provviste su 2 dei 4 assi di ruota a cremagliera per frenare e di un tamburo di freno sul quale agisce il freno automatico ed a mano.

Quali apparecchi automatici, sono previsti un soccorritore centrifugo montato sull'asse a valle di ogni motrice ed un apparecchio detto di uomo morto.

Il primo agisce quando la vettura per una ragione qualsiasi supera la velocità di 17 km/h. In tal caso, il soccorritore fa intervenire il freno ad aria che blocca la vettura od il treno.

Il secondo interviene quando il manovratore abbandona il suo

posto di comando e pur esso, dopo 2 m di percorso, fa intervenire il freno ad aria.

Completano l'equipaggiamento elettrico i controller sulle piattaforme con 10 posizioni di marcia e di freno elettrico, le resistenze d'avviamento e freno, i nastri al cromo-nickel montati sul tetto della vettura, l'interruttore principale a comando indiretto, l'impianto luce, l'equipaggiamento per il riscaldamento ed un dispositivo contro i disturbi radiofonici.

Per il freno ad aria compressa, è montato un motocompressore elettrico di 2 kW a due cilindri orizzontali con riduttori ad ingranaggi, capace di dare circa 210 litri d'aria compressa al minuto alla pressione di 6 atmosfere.

Per la presa di corrente della terza rotaia, sono stati adottati per ogni vettura 4 pattini girevoli che possono, a volontà del manovratore e pneumaticamente, essere ritirati entro la sagoma limite della vettura.

A mezzo di un lubrificatore sulla boccola e di un foro lungo ogni asse ruota è assicurata la lubrificazione continua e dosata della ruota a cremagliera e della cremagliera stessa.

L'automotrice a due assi, costruttivamente simile a quella a quattro assi, però con sole 4 porte d'accesso, ha una capacità di 20 posti a sedere e di 20 posti in piedi.

Detta motrice, del peso a vuoto di 16,6 tonn, destinata al servizio meno intenso, può però in casi eccezionali spingere una rimorchiata a carrelli raggiungendo così un peso del treno completo di 33 tonn ed una capacità di 110 passeggeri. *G. T.*

*

Propaganda Radiofonica Italiana. — È interessante segnalare l'attività che vanno svolgendo in questi ultimi tempi le stazioni radiodiffonditrici italiane nella trasmissione di notizie turistiche, economiche e di varietà, in diverse lingue straniere. Le lingue di cui si servono le stazioni radiofoniche per la propaganda italiana diretta agli stranieri sono ben undici. Naturalmente quelle più diffusamente conosciute sono maggiormente impiegate.

Ogni sera a partire dalle ore 19 le sette stazioni designate per questo servizio speciale radiodiffondono i bollettini in parola. Se si moltiplicano i minuti di trasmissione dedicati a questo servizio speciale, per il numero delle stazioni impiegate per la trasmissione, risulta che le sette stazioni (Roma, Milano, Bari, Torino, Firenze, Trieste e Bolzano) radiodiffondono in sei giorni, domeniche escluse, bollettini di propaganda italiana per un complesso di cinquantuna ora e ventotto minuti. Le differenti lingue di cui ci si serve nelle trasmissioni, figurano nelle seguenti proporzioni: francese e inglese (dieci ore e cinquanta minuti ognuna), tedesca (nove ore e cinquanta minuti), ungherese (tre ore e cinquantatre minuti), spagnuola (tre ore e cinquanta minuti), croata (tre ore), bulgara (due ore e ventiquattro minuti), esperanto (due ore e venti minuti), albanese, araba e romena (un'ora e trenta minuti ognuna). La media complessiva giornaliera di trasmissione per le sette radiodiffonditrici risulta di otto ore e trentaquattro minuti.

A quanto informa la «Radio Nazionale» le stazioni che più lavorano in questo senso sono quelle di Milano e di Firenze con tredici ore per ogni sei giorni. Seguono Roma, Torino e Bolzano con sei ore e mezzo. Infine Bari con sei ore e venti minuti; e, per ultima, Trieste con quattro ore e trentacinque minuti.

A questo notevole complesso di trasmissioni dedicate alla propaganda italiana è necessario aggiungere l'ora settimanale impiegata dalla stazione di Bari per la trasmissione delle lezioni di lingua italiana ad uso dei radioascoltatori greci.

*

Costituzione del nucleo di Talassoradiobiologia. — Il nucleo di Talassoradiobiologia alle dipendenze del Gruppo Italiano della Società Internazionale di Radiobiologia di Venezia si è riunito per la prima volta presso la Stazione Zoologica di Napoli.

Il Presidente Prof. S. Ranzi ha illustrato il compito del Nucleo. Il Prof. F. P. Mazza ha prospettato i principali problemi di Talassoradiobiologia: Penetrazione delle radiazioni luminose e cosmiche delle acque marine. Azione di queste radiazioni sugli organismi viventi a diverse profondità ed in particolare sulla maturità sessuale e sullo sviluppo embrionale. Importanza biologica dei fenomeni di florescenza e dei pigmenti degli organismi marini in rapporto alle radiazioni esistenti alle diverse profondità. Fosforescenza degli animali marini. Applicazioni degli stessi problemi all'ambiente lacustre e fluviale.

Gli intervenuti hanno lungamente discusso intorno a questa relazione.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

R. Marini. — *Principi di telegrafia e telefonia.* — G. U. F., Padova, 1935. — Un volume di 310 pagine, con 50 figure. - Prezzo L. 26.

Anche nei Politecnici italiani si è andato, in questi ultimi anni, sempre più diffondendo lo studio sistematico delle correnti deboli, coll'introduzione, nell'ordinamento regolare degli studi, di corsi completi sui vari argomenti di questa branca dell'elettrotecnica.

Già da alcuni anni si teneva, presso l'Istituto Superiore di Ingegneria di Padova un regolare Corso di Telegrafia e Telefonia; ora appaiono in questo volume, raccolte e coordinate, le lezioni tenutevi dall'A., Direttore dei Servizi Primari della SADE.

La pubblicazione non ha, naturalmente, la pretesa di essere un «trattato» sull'argomento; ma, nella modesta mole di un corso di dispense universitarie, assolve ottimamente il compito di essere di guida allo studio di tutti i problemi, teorici e pratici, che sono a base della tecnica telegrafica e telefonica: utile, quindi, non solo allo studente, ma anche a chi, senza voler essere uno specialista, voglia «sistemare» le proprie cognizioni sull'argomento, in forma sufficientemente elementare e pur completa.

Per eseguire uno schema didatticamente vantaggioso, il volume si apre trattando partitamente la trasmissione telegrafica e la emissione e ricezione telefonica nei loro fondamentali particolari tecnici e pratici; svolge poi, in modo unitario, la teoria generale della trasmissione e degli argomenti teorici inerenti; per tornare, infine, a considerare separatamente le particolarità e i problemi della telefonia e telegrafia moderne.

Nello studio teorico centrale è fatto uso della teoria generale del quadripolo, senza volerne fare uno svolgimento completo, ma dandone le linee essenziali (con una dimostrazione originale della relazione fondamentale fra le costanti di un quadripolo passivo) e utilizzandola a rendere l'esposizione più simmetrica e concisa.

Tutti i problemi più importanti e più moderni — linee artificiali, linee caricate, amplificazione, telefonia a grande distanza, telefonia automatica, telescriventi, telegrafia multipla armonica, telefonia multipla ad alta frequenza, trasmissione delle immagini — hanno trattazione stringata, ma chiara sia nella descrizione delle particolarità tecniche, sia nella impostazione, anche matematica, dei relativi problemi teorici. Vi si trova pure bene introdotto lo studio di alcuni argomenti — relé, circuito microfonico, filtri a K costante — solitamente trascurati.

Ogni descrizione tecnica è opportunamente accompagnata da dati numerici di orientamento.

Anche nella sua veste esteriore, l'edizione si presenta accurata. Chiude il volume un'utile serie di indicazioni bibliografiche.

A. Fe.

*

F. Enriques - O. Chisini. — *Lezioni sulla teoria geometrica delle equazioni e delle funzioni algebriche.* — Bologna - Nicola Zanichelli. — Quattro volumi di 15×23 cm di complessive 1980 pagine circa, con figure. — Prezzo complessivo dei quattro volumi, rilegati, L. 270.

Si sente sovente ripetere che all'ingegnere non occorre una vasta coltura matematica. L'affermazione è infondata poichè se è vero che molti ingegneri una volta usciti dalla scuola non hanno più avuto bisogno di fare un ragionamento di carattere matematico, è altrettanto vero che la tecnica è oggi così progredita e raffinata, che per molti suoi problemi non si può più fare a meno di una profonda coltura scientifica e quindi di una larga conoscenza dell'istrumento indispensabile per apprenderla e per utilizzarla. Vi sono quindi certamente molti ingegneri, e tecnici, per i quali la matematica, e, forse ancor più lo spirito matematico, rappresentano un istrumento indispensabile per il lavoro quotidiano.

Se l'algebra e l'analisi costituiscono un mezzo straordinariamente potente di indagine e di conteggio, la geometria rappresenta una magnifica palestra di ragionamenti astratti e sintetici, più fecondi di quanto a prima vista si possa immaginare. Si pensi ad esempio, alla massa di risultati che vengono intravvisti attraverso visioni sintetiche prima ancora di averne data una dimostrazione ineccepibile.

All'arte dei ragionamenti sintetici, con la quale sovente i risultati vengono raggiunti con una rapidità e con una persuasione maggiore di quella offerta da una lunga serie di calcoli, ci si può naturalmente addestrare come a qualunque altro esercizio mentale, ed a tale scopo, non v'è forse disciplina che si presti meglio della geometria. In particolare la geometria algebrica (oggetto del libro in esame) può veramente interessare l'ingegnere, fornendo modelli di ragionamenti sintetici che permettono di evitare i calcoli algebrici. I quali possono essere sostituiti da considerazioni qualitative che indicano a priori la natura delle funzioni con cui si ha a che fare, dopodichè la conoscenza sperimentale di pochi valori (in pratica spesso zeri e poli) permette senz'altro di ottenere l'effettiva espressione algebrica del risultato cercato.

Con questa convinzione siamo lieti di presentare agli ingegneri che sentono la necessità di perfezionare la loro coltura e la loro preparazione ai cimenti della tecnica il trattato di Enriques e Chisini sulla teoria geometrica delle equazioni.

Non spetta a noi tessere le lodi di quest'opera fondamentale. Troppo lunga sarebbe riassumere e commentare qui, sia pure per sommi capi, il contenuto dei quattro volumi, il quale costituisce un insieme organico, e per moltissimi riguardi originale, di tutta la vasta dottrina relativa alle equazioni ed alle funzioni algebriche.

Basterà ricordare che il primo volume sviluppa i principî della geometria numerativa e la teoria proiettiva elementare delle curve piane; che il secondo si occupa dello studio della teoria elementare delle curve piane basata sulla polarità, e delle singolarità delle curve algebriche.

Il terzo volume poi, espone la geometria sopra la curva, cioè la teoria delle curve e funzioni algebriche di una variabile, e le trasformazioni birazionali del piano.

Il quarto volume infine espone la teoria delle funzioni ellittiche ed abeliane in una maniera in tutto conforme allo spirito geometrico che pervade tutta l'opera.

Lungo tutto il trattato, poi, si incontrano interessantissime note storiche e storico-critiche intorno alle nozioni fondamentali ed al modo col quale queste si sono affermate e sviluppate.

L'opera per la forma dell'esposizione, sempre piana e suggestiva, riesce di facile lettura, tenuto naturalmente conto dell'elevatezza degli argomenti trattati. Essa non dovrebbe mancare di essere meditata dagli ingegneri (giovani specialmente) desiderosi di allargare i loro orizzonti, non tanto per le cognizioni di geometria o di algebra che pur vi possono apprendere, quanto per i brillanti esempi di ragionamenti sintetici di cui l'opera è profusa.

Ottima la veste tipografica che è la solita della Zanichelli.

*

D. E. Ravalico. — *La moderna supereterodina.* — U. Hoepli, Milano, 1934. — Un volume di 315 pagine, con 171 figure. — Prezzo L. 16.

Vengono esaminati da un punto di vista pratico i moderni ricevitori a supereterodina, dapprima nel loro funzionamento complessivo, poi in quello dei loro singoli organi; e si riportano numerosi schemi di apparecchi completi, corredati dalle necessarie delucidazioni.

Il volume ha il notevole pregio di essere molto aggiornato: vi si descrivono tutti i più recenti dispositivi che completano e migliorano i moderni apparecchi, quali, ad esempio, quelli per il controllo automatico di volume, l'indicatore visivo di sintonia ed altri, nelle varie forme effettivamente usate nella tecnica costruttiva.

Riguardo all'inquadramento generale della materia, si può osservare che, trattandosi di opera destinata a persone che hanno già le nozioni più elementari di radiotecnica, si sarebbero forse potuti omettere molti dei richiami e delle definizioni sui fenomeni fondamentali, che sono talvolta insufficientemente precisi.

La veste tipografica è molto accurata. Ma non ci si può esimere dal lamentare una certa trascuratezza nella esposizione, in alcuni degli schemi elettrici ed infine nelle notazioni e nell'impiego delle unità di misura. È da augurarsi che di ciò si tenga conto in una nuova edizione, per modo che il libro, già pregevole ed interessante, risponda in modo ancor più completo al suo scopo. *P. P.*

*

D. E. Ravalico. — *Il radiolibro.* — U. Hoepli, Milano, 1935. — Un volume di XXIV-550 pagine, con 415 figure, 110 schemi di circuiti e 36 tabelle. — Prezzo L. 18.

È questa la seconda edizione; essa ne conserva il carattere generale, pur segnalandosi per la maggiore ampiezza con cui sono trattati i rami di più recente evoluzione.

Sono stati introdotti, tra gli altri, nuovi capitoli riguardanti sia i ricevitori per onde corte, medie e lunghe, sia i recenti perfezionamenti nella costruzione delle singole parti dell'apparecchio radioricevente moderno. Riuscirà anche assai utile il trovare riportate le caratteristiche di funzionamento dei tubi elettronici sia della serie americana sia di quella europea.

Sebbene si rilevino, qua e là, talune imprecisioni ed inesattezze, non tutte trascurabili, pure si debbono riconoscere a questo volume pregi di chiarezza e di semplicità, che lo rendono particolarmente adatto allo scopo pratico a cui è destinato. *P. P.*

SUNTI E SOMMARI (*)

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

L'apparecchiatura elettrica. (La Tech. Mod., 15 febbraio 1935, pag. 133-137, con 12 fig.). **3 b**

L'A. illustra i progressi che sono stati realizzati in questo campo. Nella bassa tensione si segnalano variazioni per i materiali da quadro e per i piccoli apparecchi delle installazioni domestiche. Vengono così esaminati i diversi apparechi da quadro, illustrandoli con numerose figure specialmente riguardo i contatori, che sono quelli che hanno subito la maggiori evoluzioni. Sugli interruttori per forti potenze va osservato che essi si vanno trasformando verso tipi atti ad essere installati dietro il quadro, e non frontalmente, come generalmente avveniva per il caso di quadri in marmo, mentre attualmente si è orientati verso i quadri a parete metallica. Un cenno viene pure fatto per i regolatori di tensione, pei quali viene riportata la descrizione ed illustrazione di un importante schema di uno di essi. *E. R.*

F. Kesselring, F. Koppelmann — **Il problema dell'interruzione nella tecnica delle alte tensioni.** (Archiv f. Elektr. gennaio 1935, pag. 1-33, con 20 fig.). **3 b**

Richiamata brevemente la storia dello sviluppo della tecnica degli interruttori per alta tensione, gli AA. accennano a parecchi problemi che si presentano nel funzionamento di tali apparecchi e che non sono ancora sufficientemente studiati o che non si sanno apprezzare quantitativamente con approssimazione soddisfacente. Allo studio di tutti questi problemi portano largo contributo di nuove ricerche sperimentali e di considerazioni teoriche. Vengono esaminate anzitutto le questioni generali inerenti al ripristino della tensione dopo interruzione e alla interpretazione esatta del concetto di carico interrotto. Si passa poi ad una minuta discussione dei fenomeni che intervengono nell'arco durante la sua interruzione, considerando separatamente il caso di corrente alternata o continua. In particolare sono studiati, anche dal lato quantitativo, i fenomeni della accensione dell'arco per effetto di termoionizzazione e di ionizzazione per urto, arrivando a formule che permettono di calcolare il valore del campo necessario per l'accensione tenendo conto di tutti i fattori che vi influiscono. In ultimo sono studiate le due questioni del diametro della colonna dell'arco all'inizio della fase di corrente zero e l'influenza della turbolenza che si manifesta durante tale periodo nei riguardi della riaccensione. L'articolo costituisce un contributo notevolissimo allo studio del funzionamento degli interruttori per alte tensioni. *N.*

A. Ewald — **Nuovi interruttori di sicurezza per apparecchiature elettriche.** (E. T. Z., N. 34, del 23 Agosto 1934, pag. 832-833, con 3 fig.). **3 b**

Gli apparecchi per alta tensione impiegati nei laboratori e nelle officine devono essere protetti da interruttori di sicurezza nei riguardi degli operatori in modo che, ad apparecchio aperto, nessuna parte pericolosa risulti sotto tensione. Il tipo di interruttore descritto nell'articolo comprende un doppio sistema di blocco comandato dalla messa a terra e dal coperchio della custodia dell'apparecchiatura. Quando la custodia è aperta, non è possibile chiudere l'interruttore: per chiuderlo bisogna mettere a posto la spina di terra e chiudere la custodia. *Tt.*

APPLICAZIONI AGRICOLE.

G. Zannini — **L'alimentazione dei motori per lavorazioni elettroagricole.** (L'En. Elettr., febbraio 1935, pag. 117-126, con 10 fig.). **4**

Data la bassa utilizzazione dell'energia negli impianti agricoli e quindi il costo relativamente elevato del kWh, hanno grande importanza i rendimenti elettrici. Bisogna quindi ridurre al minimo le perdite; per quelle in linea basterà dimensionare opportunamente i conduttori, per quelle di trasformazione bisogna evitare quanto più possibile le trasformazioni stesse. Quindi le linee di trasporto dovranno essere o alla tensione di fornitura od a quella di alimentazione dei motori. Come tensioni di alimentazione più adatte l'A. ritiene quelle comprese fra 500 e 2000 V. Per terreni pianeggianti e proprietà poco frazionate l'A., in base a prove fatte, ritiene che la distanza più conveniente fra linee alimentanti le lavorazioni del terreno sia dell'ordine del chilometro. La lunghezza di ogni tratto di rete uscente da una cabina è limitata dalla opportunità che un guasto non rechi disservizio ad una porzione troppo vasta dell'impianto e, inoltre, dal limite economico di convenienza. Le cabine mobili hanno dato luogo a molte discussioni e non hanno ancora raggiunto un tipo soddisfacente. L'A. ritiene opportuno evitare la costruzione di impianti elettrici con linee aeree alle tensioni delle forniture e adatti per l'impiego di trasformatori mobili. Conside-

(*) Per i titoli delle Riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

rando quindi in particolare gli impianti con linee aeree alla tensione di utilizzazione ed alimentate da cabine fisse, svolge calcoli e considerazioni che lo portano a concludere che per ottenere la massima economia nei conduttori, non è necessario salire a tensioni molto elevate, ma basta fermarsi a valori di poco superiori a quelli abitualmente usati, cioè dell'ordine di circa 700 V. Viene poi fatto cenno dei recenti apparecchi di aratura ad elevata velocità, rilevando la loro influenza sulla determinazione delle caratteristiche dell'impianto. *Ri.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

H. B. DWIGHT, M. M. BAGAI — **Calcoli per i forni a induzione senza nucleo.** (Elec. Eng., marzo 1935, pag. 312-315, con 2 fig.). **5 b**

Come è noto un forno a induzione senza nucleo può considerarsi equivalente ad un trasformatore col secondario costituito da un pezzo metallico. Numerose formule sono state proposte per il calcolo delle caratteristiche di una tale unità e gli AA. le mettono a confronto per dedurne poi le forme più opportune per le pratiche applicazioni. In generale viene applicata la così detta formula di penetrazione la quale tuttavia fornisce valori sufficientemente approssimati soltanto quando si tratti di frequenze relativamente molto elevate, mentre si presta meno soddisfacentemente pratiche applicazioni. In generale viene applicata la così detta formule che fanno uso di funzioni di Bessel e che si prestano per l'applicazione a tutti i casi della pratica con approssimazione del tutto sufficiente; le formule sono date dal relativo sviluppo in serie. Un esempio numerico di confronto fra l'applicazione della formula di penetrazione e quella proposta mette in evidenza i procedimenti di calcolo e le discrepanze sensibili dei risultati. *N.*

Progressi realizzati nel materiale e nei metodi di saldatura elettrica. (La Tech. Mod., 15 febbraio 1935, pag. 138-141, con 13 fig.). **5 c.**

La saldatura elettrica ha realizzato nuovi progressi, e gli sforzi dei costruttori sono ora orientati verso: l'automaticità delle operazioni, il miglioramento della qualità della saldatura, e la ricerca di nuove applicazioni. Vengono passati in rassegna i diversi sistemi di saldatura elettrica impiegati: saldatura per resistenza, saldatura all'arco, saldatura automatica all'arco, e per ognuno di essi sono enumerate le realizzazioni recenti, illustrate da numerose figure. Le macchine a saldare per estremità e per punti hanno raggiunto grandi dimensioni, potendo così far fronte alle massime potenzialità richieste per tali lavori, ed atte a saldare forti spessori. Parallelamente si è sviluppato il macchinario rotante. *E. R.*

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi tempi. L'elettrotermica. (E. T. Z., N. 26 del 28 Giugno 1934, pag. 641-643, con 4 fig.). **5 a**

Notevoli progressi sono da annoverare nel campo dell'elettrotermica per ciò che riguarda la scelta delle leghe impiegate per i corpi riscaldanti: specialmente applicate furono leghe di nickel-cromo, alle quali si possono far sopportare temperature fino a 1200°. Anche le leghe di ferro-cromo si sono dimostrate molto adatte, perchè consentono di essere portate a circa 1400°. Coperto poi da conveniente materiale isolante protettivo si usa anche il molibdeno per il riscaldamento industriale.

Particolari accorgimenti sono stati adottati per la sistemazione e l'isolamento del corpo riscaldante; buona prova ha dato anche in Germania il processo Backer, che consiste nel porre attorno alla resistenza un piccolo strato di ossido di magnesio, pure contenuto in una guaina convenientemente sigillata. Notevoli applicazioni hanno trovato anche i forni a induzione, grazie all'impiego dei convertitori statici di frequenza che consentono di generare convenientemente le correnti ad alta frequenza occorrenti e di variare facilmente la frequenza stessa per le necessarie regolazioni. Ultimamente poi sono stati realizzati forni a induzione senza nucleo per frequenza industriale, nei quali è collocato un avvolgimento trifase analogo a quello dello statore di un motore ad induzione.

Nel campo della saldatura furono ottenuti notevoli progressi grazie all'impiego dei raddrizzatori per ciò che concerne la saldatura per punti, poichè i raddrizzatori a griglie controllate consentono in modo completo la interruzione periodica della corrente necessaria in questa saldatura. Si è riusciti anche colla saldatura ad arco a saldare la ghisa grigia ricorrendo ad elettrodi di metallo Monel. Notevoli progressi sono stati realizzati anche nel campo della misura delle alte temperature e della regolazione delle temperature stesse. *Tt.*

APPLICAZIONI VARIE.

G. MIERDEL, R. SEELIGER — **Ricerche sui fenomeni fisici negli elettrofiltri.** (Archiv f. Elek., marzo 1935, pag. 149-172, con 24 fig.). **6 c**

Nello studio dei filtri o precipitatori di polvere, elettrici, bisogna considerare una doppia categoria di fenomeni: una che riguarda l'andamento della scarica elettrica come tale nelle particolari condizioni costruttive e funzionali dei filtri elettrici; l'altra che riguarda il trasporto e la separazione delle polveri. Le condizioni che si verificano nei filtri sono molto diverse da quelle che si hanno negli ordinari dispositivi sperimentali dove si suppone sempre di avere elettrodi puliti e ambiente gassoso puro; qui invece le polveri depositandosi alterano necessariamente le condizioni superficiali dell'elettrodo e d'altra parte mentre sono sospese alterano l'omogeneità del mezzo. A questo proposito viene dimostrato come la presenza del pulviscolo sospeso possa farsi corrispondere all'azione di una carica spaziale. Gli AA. prendono prima in esame il fenomeno generale della scarica nell'apparecchio di precipitazione e studiano l'influenza della velocità del gas, dell'elevazione di temperatura ecc. e considerano poi in particolare l'azione della carica spaziale rappresentata dalla polvere sospesa e che si traduce in una elevazione della tensione critica dell'inizio della formazione del fenomeno corona. L'influenza dei depositi di polveri sull'elettrodo è attentamente analizzata anche sulla base di rilievi oscillografici. Gli AA. passano poi a studiare più propriamente il meccanismo del trasporto delle polveri e discutono le varie ipotesi che in proposito sono state avanzate; dimostrano che l'azione puramente meccanica dovuta al così detto vento elettrico è praticamente trascurabile mentre predomina la azione di natura veramente elettrica dovuta all'azione mutua della carica delle particelle e del campo che regna fra i due elettrodi. Le ipotesi fondamentali che si possono fare conducono a stabilire una formula di natura esponenziale pel calcolo del grado di separazione raggiungibile in date condizioni. La formula sottoposta ad appositi, sistematici, controlli sperimentali ha dimostrato di rispondere con sufficiente approssimazione. *N.*

M. DEMONTVIGNIER — **Le applicazioni industriali delle valvole-relais a gas ionizzati.** (La Tech. Mod., 15. febbraio 1935, pag. 126-133, con 20 figure). **6 c**

L'Autore esamina le applicazioni industriali attuali della scarica elettrica ad arco, nei gas rarefatti. Tali applicazioni si riferiscono precisamente all'azione di un organo elementare che permette di effettuare istantaneamente la chiusura di un circuito nel quale passeranno poi correnti deboli; quest'organo appunto viene chiamato valvola-relais. In sintesi si tratta di un involucro stagno, con interno rarefatto e provvisto di un anodo e di un catodo, atto ad emettere elettroni. Ciò premesso, l'Autore passa alla classificazione dei diversi tipi di valvole relais; classificazione dal punto di vista della natura dei catodi, e classificazione dal punto di vista dei metodi di controllo; successivamente vengono descritte ed illustrate le realizzazioni industriali di questi dispositivi. Vengono pure considerati i principali effetti che limitano la potenza delle valvole-relais: effetti dovuti alla ionizzazione residua delle valvole stesse. Nel campo elettrico le valvole relais trovano largo riscontro quando si tratta: *a*) di applicare f.e.m. ad un circuito ad un istante prestabilito; *b*) della messa in corto circuito di un apparecchio di utilizzazione; *c*) della commutazione della corrente da un circuito ad un altro. Per realizzare questi precisi compiti è necessario un perfetto asservimento di tali apparecchi, per ottenere il quale si hanno diversi metodi tutti abbastanza rispondenti allo scopo che si vuole ottenere. *E. R.*

E. WILCKENS — **Trasmettitori sonori per segnalazioni in tempo di nebbia.** (E. T. Z., N. 32, del 9 agosto 1934, pag. 787-788, con 2 fig.). **6 c**

Per le segnalazioni in tempo di nebbia si è riscontrato che le frequenze acustiche più adatte sono comprese fra 300 e 500 per/sec. A queste si può sovrapporre un altro suono per dare dei battimenti di intervallo da 5 a 10 secondi; però questo accorgimento non è accettato incondizionatamente e le opinioni sulla sua efficacia sono divise. Alla fine è dato un esempio di un gruppo da 8 kW, 300 per/sec costruito per questo scopo. *Tt.*

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi tempi. L'elettricità nella industria. (E. T. Z., N. 26, del 28 Giugno 1934, pag. 643-645, con 4 fig.). **6c**

Nelle applicazioni industriali in generale si è accentuata la tendenza di portare il motore a stretto contatto colla macchina comandata, così da incorporarlo nella stessa, abbandonando la trasmissione a cinghia. In base allo stesso concetto, nelle macchine che hanno più lavorazioni, si è scisso il comando centrale con unico motore in più comandi, ciascuno con motore proprio.

Per comandi con velocità costante, il motore a induzione con indotto in corto circuito a semplice o doppia gabbia si è affermato in modo incontrastato. Parallelamente, ove era possibile, si è andata affermando anche l'applicazione di motori sincroni, a cagione del loro ottimo fattore di potenza. Quando le velocità di regime sono due o più, ben definite, si è fatto ricorso a motori a induzione a commutazione di poli. Per macchine invece, nelle quali la regolazione di velocità si deve fare in modo molto fine, si sono adottati motori trifasi a collettore in serie. Così per pompe furono costruiti motori a 6000 volt della potenza di 270 kW a 750 giri al minuto, con regolazione della velocità da 850 e 560 giri al minuto. Per macchine, nelle quali il numero dei giri deve rimanere rigorosamente costante, indipendentemente dal carico, si è fatto invece ricorso a motori trifasi a collettore in derivazione, pur consentendo essi regolazione di velocità entro ampi limiti, ad

esempio 1:10 e 1:20. Questi motori hanno trovato applicazione specialmente nelle industrie tessili, cartaria, ecc. Nel campo della corrente continua il mezzo più acconcio per la regolazione molto fine della velocità è sempre il sistema Leonard, la cui applicazione è stata estesa anche ad impianti di piccola potenza da 1 kW e meno. Ultimamente poi si è aggiunto alla serie dei comandi a velocità regolabile anche il motore a corrente continua alimentato da raddrizzatore a griglie controllate coi vantaggi ben noti propri dei raddrizzatori in confronto ai gruppi di conversione, specialmente nel funzionamento a carico ridotto. Parallelamente notevoli perfezionamenti hanno subito le apparecchiature di manovra per tali comandi. Da ultimo si devono menzionare i progressi fatti in questi ultimi tempi nell'applicazione dei condensatori statici per il miglioramento del fattore di potenza negli impianti di motori e di reti di distribuzione a bassa tensione. *Tt.*

CONDUTTURE.

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi tempi. Costruzione di condutture. (E. T. Z., N. 26, del 28 Giugno 1934, pag. 637-638, con 3 fig.). **9 a**

Nel campo dei cavi i principali progressi sono caratterizzati da un ulteriore sviluppo dei cavi in carta per altissime tensioni. Per tensioni oltre 15 kV hanno trovato ulteriore applicazione i cavi con campo radiale: oltre alla vantaggiosa sollecitazione del dielettrico, questi cavi hanno il vantaggio, in caso di perforazione, di manifestare innanzi tutto un corto circuito a terra. Oltre a 60 kV bisogna adottare provvedimenti per evitare la formazione nel cavo di sacche d'aria: nei cavi sotto pressione, si sottopone la massa impiegata dell'isolante ad elevata pressione di gas, in quelli in olio si adotta un olio molto fluido. Nel campo delle condutture aeree si è dato in questi ultimi anni nuovo impulso all'impiego del rame, grazie anche al suo basso prezzo, quantunque non vi siano più difficoltà tecniche per l'impiego delle condutture in alluminio acciaio. Nella costruzione delle linee aeree per alte tensioni vi è stata la tendenza ad accrescere la distanza fra le fasi per garantire una maggior sicurezza d'esercizio. Si è proceduto poi ad una normalizzazione degli isolatori. *Tt.*

G. Kessler — **I progressi realizzati nella fabbricazione dei cavi elettrici durante gli ultimi anni.** (La Tech. Mod., 15 febbraio 1935, pag. 108-116, con 24 fig.). **9 d**

Nel campo dei cavi elettrici questi ultimi anni si segnalano seri progressi; cavi sotterranei a 220.000 V per trasporto di energia, fili e cavi isolati al caoutchouc per resistere ad alte temperature; cavi impiegati per il riscaldamento del suolo nelle colture intensive, ecc. La trattazione mette in evidenza quello che è lo stato di questa branca delle costruzioni elettriche e le sue tendenze attuali. In questa prima parte vengono considerati: *a*) I cavi sotterranei per trasporto di energia; *b*) I cavi per tensioni di servizio non superiori a 70.000 V. Nel caso dei cavi sotterranei, illustrazioni, diagrammi, tabelle mettono in evidenza caratteristiche costruttive dei conduttori, variazioni di grandezze, come tensioni di scarica in funzione del tempo, valori delle tensioni applicate e loro durata, perdite dielettriche, variazione della potenza dissipata in base alla teoria di Wagner. Per quanto riguarda i cavi per tensioni inferiori a 70.000 V si tratta dei tipi impiegati, illustrati da numerose figure, dei nuovi metodi di fabbricazione, della messa sotto piombo delle armature, nonchè dei miglioramenti ottenuti rispetto ai precedenti metodi, miglioramenti che sono analizzati e discussi. *E. R.*

L. F. Woodruff — **Induttanza dei cavi di alluminio con anima d'acciaio.** (Elec. Eng., marzo 1935, pag. 296-300, con 2 fig.). **9 f**

L'A. avendo osservato che i valori dell'induttanza di cavi in alluminio con anima d'acciaio da lui stesso in altra occasione pubblicati in base a calcolazione teorica non concordano con quelli sperimentali, ha indagato l'origine di tali discordanze. È risultato che le misure sperimentali erano state eseguite su spezzoni lunghi meno di 30 metri; in tali condizioni gli effetti di estremità non sono trascurabili ma possono indurre nei risultati complessivi errori che possono giungere fino al 5 %. In conclusione l'A. presenta una tabella corretta dei valori dell'induttanza alla frequenza di 60 per/sec, per un conduttore di una linea monofase o per un conduttore di una linea trifase disposta a triangolo equilatero; sono dati i valori dell'induttanza per diverse sezioni e composizioni di cavo e per diversi distanziamenti fra i conduttori di linea, da circa 0,30 metri a circa 12 m. Vengono poi indicate le direttive per estendere i valori dati dalla tabella anche a cavi di diversa composizione, e gli accorgimenti per eliminare, nelle misure sperimentali, le conseguenze degli effetti di estremità. In appendice all'articolo è sviluppata la teoria pel calcolo dell'induttanza di un cavo tenendo conto della distanza geometrica media dei fili costituenti il cavo, dell'effetto di spiralizzazione dei fili, dello skin-effect e della presenza dell'anima d'acciaio. *N.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi tempi. Raddrizzatori di corrente. (E. T. Z., N. 26, del 28 Giugno 1934, pag. 635-636). **10 c**

Già da trent'anni sono noti i raddrizzatori a vapore di mercurio. Oggidì si costruiscono raddrizzatori a griglie controllate, che hanno trovato molte applicazioni anche nel campo dei comandi come relais. Nelle applicazioni delle correnti deboli e di media intensità hanno trovato notevole applicazione i raddrizzatori a catodo incandescente. I raddrizzatori in vetro vengono oggi costruiti anche a griglie controllate per intensità di corrente fino a 500 A in una sola unità. Per alte tensioni continue oggi vengono sviluppati i raddrizzatori ad arco di Marx: in essi l'arco non avviene nel vuoto, ma in atmosfere speciali a pressioni debolissime. I grandi raddrizzatori a griglie controllate vengono impiegati per l'alimentazione di impianti di trazione, di laminatoi, di impianti di sollevamento, quando vi sia necessità di ricupero di energia e debbano perciò funzionare anche come invertitori. Una altra applicazione è quella come convertitori di frequenza per alimentare, ad esempio, una rete di trazione a 16 2/3 per/sec da una rete a frequenza industriale a 50 per/sec. Bisogna menzionare ancora tra le applicazioni i locomotori a raddrizzatori: essi sono equipaggiati con un trasformatore, un raddrizzatore a griglia controllata e motori a corrente continua. Si può così alimentare il locomotore a corrente monofase 50 per/sec da una rete industriale. Tre locomotori di questo tipo funzioneranno sulla ferrovia della Höllental nella Foresta Nera in Germania. I raddrizzatori hanno poi trovato impiego nell'industria chimica per alimentare bagni elettrolitici, nella stazioni radiotrasmittenti, negli impianti di saldatura, per la carica di batterie di accumulatori, ecc. *Tt.*

W. Schilling — **Il calcolo degli inverter in parallelo con carico ohmico.** (Archiv f. Elek., febbraio 1935, pag. 119-131, con 15 fig.). **10 v**

L'A. considera un circuito comprendente due invertitori a griglia controllata disposti in parallelo e alimentati da una sorgente di corrente continua; per mezzo dell'azione delle griglie è possibile rendere conduttori alternativamente uno o l'altro dei due invertitori trasformando così la corrente continua in corrente alternata alla frequenza voluta; e con essa si suppone di alimentare un carico ohmico. Il circuito comprende in serie colla sorgente di corrente continua, una induttanza e un gruppo capacità-induttanza in parallelo che, per l'azione degli invertitori viene collegato alternativamente in un modo o nell'altro. A seconda delle caratteristiche di questi diversi elementi che entrano a costituire il circuito complesso si può da esso ricavare una corrente alternata di caratteristiche diverse. L'A. svolge in via analitica la teoria di questo circuito e ne analizza il comportamento nelle diverse condizioni possibili. È anche studiata l'influenza della frequenza sulle caratteristiche funzionali degli inverter. *N.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

A. Schliephake — **Prove su spazzole di carbone.** (E. T. Z., N. 33, del 16 Agosto 1934, pag. 814-815, con 6 fig.). **11 c**

È noto che l'andamento della curva di tensione al contatto tra un collettore e una spazzola di carbone è principalmente influenzato dalla presenza di sostanze estranee tra spazzola e anello. L'A. ha eseguito prove inserendo in un circuito parecchie spazzole in serie e facendolo percorrere da una corrente continua con sovrapposta una corrente alternata di debole intensità: si è visto che la resistenza dei contatti non è la stessa per la corrente alternata e la continua e perciò le variazioni dalla legge di Ohm non possono essere spiegate in base a effetti termici. Facendo prove con spazzole di carbone su anelli pure di carbone si è visto che la caduta di tensione aumenta in ragione direttamente proporzionale con la corrente ed è minore con tali anelli che non con anelli metallici. Secondo l'A. tale variazione anormale della caduta di tensione è dovuta alla presenza di ossido sull'anello metallico. *Tt.*

M. Barrère — **Il grosso macchinario elettrico.** (La Tech. Mod., 15 febbr. 1935, pag. 102-107, con 7 fig.). **11 a**

L'articolo tratta dell'evoluzione e del grosso macchinario elettrico negli ultimi anni e delle sue tendenze attuali, essenzialmente rivolte a rispondere alle esigenze richieste per il collegamento delle centrali. Vengono presi in esame i gruppi termo-elettrici di motori, quelli idroelettrici e gli alternatori compound. In generale se ne notano di recente grandissime costruzioni, e in ogni caso esse non superano quelle già menzionate gli anni scorsi come massime realizzazioni. Vengono in ogni modo richiamate le principali caratteristiche di potenza, tensione, esigenze di esercizio ecc. di alcune moderne installazioni e vengono, con qualche figura, illustrate particolari installazioni o costruzioni. Dal punto di vista costruttivo si noti in generale il vasto progresso dell'impiego della saldatura, lo sviluppo degli avvolgimenti induttori in alluminio, sempre maggiori accorgimenti per rendere abbondante e sicura la refrigerazione ecc. Un posto notevole spetta ai grupi Diesel-alternatori di piccola potenza ad accoppiamento diretto per il forte aumento realizzato nella velocità di tali motori a combustione interna. *E. R.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

W. Rogowski — **Scarica disruptiva in campi non omogenei.** (Archiv f. Elek., febbraio 1935, pag. 130-134, con 6 fig.). **14 b**

Come prototipo dei campi non omogenei si può considerare quello che si genera fra due cilindri coassiali. Se la differenza dei diametri è molto piccola e si imprime ai due cilindri una differenza di potenziale gradatamente crescente, i fenomeni che si manifestano sono analoghi a quelli che si hanno in un campo omogeneo. Ma se la differenza dei diametri è forte,, le cose vanno altrimenti perchè intorno al cilindro interno (supposto caricato negativamente) si manifesta il fenomeno corona, la quale va diventando sempre più intensa col crescere della differenza di potenziale applicata; oltre un certo valore della tensione la scarica di tipo luminescente si trasmuta poi ancora in scarica disruptiva. La formazione della carica spaziale, che si manifesta come fenomeno corona, altera la distribuzione del potenziale fra i due elettrodi ed è la causa del diverso comportamento nei riguardi della scarica. L'A. studia dettagliatamente il fenomeno sulla base del meccanismo del movimento degli elettroni e degli ioni nello spazio compreso fra i due cilindri e in relazione alle diverse condizioni che si generano a seconda della distanza fra i due cilindri coassiali stessi. In questo meccanismo risiede la causa del diverso comportamento nel caso di campi omogenei o non omogenei e l'A. dimostra come la causa che produce la scarica disruptiva, nel caso della manifestazione precedente del fenomeno corona, vada ricercata in una instabilità della scarica spaziale. *N.*

V. L. Chrisler — **Dipendenza dell'assorbimento sonoro dall'area e dalla distribuzione del materiale assorbente.** (Bur. St. Journ. Res., agosto 1934, pag. 169-187, con 16 fig.). **14 d**

Dopo avere ricordata la nota formula di Sabine per il calcolo del tempo di riverberazione l'A. espone i risultati di alcune esperienze in proposito eseguite. Esse vennero compiute in un locale appositamente attrezzato di m 8×10 e alto m 7 circa, nel quale venivano introdotte superfici assorbenti di varia posizione e di varia estensione rilevando la distribuzione dell'energia sonora nell'ambiente. Se si mette sul pavimento delle camere di riverberazione una piccola superficie assorbente il decremento dell'intensità sonora nel tempo segue una legge logaritmica. Se l'assorbimento è aumentato il decremento è ancora approssimativamente logaritmico per breve tempo dopo l'arresto della sorgente sonora, ma si allontana sempre più da questa legge col passare del tempo. Se tutto il pavimento viene completamente coperto di materiale fortemente assorbente il decremento dell'energia sonora segue fino da principio una legge diversa da quella logaritmica. Altre esperienze furono eseguite introducendo nel locale piccole zone assorbenti variamente disposte, e sono riportate le curve che indicano i decrementi ottenuti: le [illegible] di decremento sembrano indipendenti dalle frequenze. L'A. illustra anche alcune considerazioni di ordine pratico relative alle conseguenze che dalle esperienze eseguite si possono dedurre nei riguardi del trattamento acustico di locali. Non sembra possibile allo stato attuale delle nostre conoscenze predire accuratamente la rapidità di decremento dell'energia sonora che avrà un locale quando anche siano note le sue dimensioni e la forma e la distribuzione delle superfici assorbenti. Con numerosi studi sperimentali su differenti tipi di installazioni dovrebbe tuttavia essere possibile arrivare a determinare relazioni empiriche che permettano di risolvere il problema con approssimazione praticamente sufficiente. *Ri.*

C. Bernini — **Metodi e dispositivi per misure di energia sonora.** (L'Elettrot., 25 gennaio 1935, pag. 42-48, con 12 fig.). **14 d**

Sono [illegible]amate le nozioni fondamentali relative alle grandezze fisiche che entrano in giuoco nella acustica applicata e sono poi illustrati i metodi ed i dispositivi più in uso per la misura delle grandezze stesse. In particolare è illustrato un apparecchio detto elettrofonometro, che si presta per misure nel campo dell'acustica applicata e fisiologica per tutte le frequenze nei limiti della udibilità. *Ri.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

P. Wei[illegible]ers — **Considerazioni e bilancio energetico sulla trasformazione di una corrente monofase in un sistema trifase equilibrato e viceversa.** (Archiv f. Elektr., gennaio 1935, pag. 40-46, con 8 fig.). **15 b**

L'[illegible]rda anzitutto un recente studio di P. Glabow in cui, sulla [illegible] delle note considerazioni di Steinmetz sull'avviamento di motori asincroni monofasi è dimostrato come si possa passare da un sistema trifase equilibrato ad un sistema monofase e viceversa facendo uso di due impedenze ausiliarie, una puramente induttiva e una capacitiva. Da questi studi e da altri precedenti sembrerebbe doversi dedurre che tale trasformazione è possibile soltanto con due impedenze ausiliarie e usufruendo di circuiti oscillanti. L'A. dimostra che ciò non è vero e che è possibile realizzare la trasformazione mediante una sola resistenza, complessa, e senza circuiti oscillanti. Poichè il carico monofase pulsa con un frequenza doppia di quella d'esercizio e rappresenta quindi un carico pulsante mentre il carico nel circuito trifase equilibrato è costante, il problema si riduce a quello di trasformare un sistema equilibrato in uno non equilibrato o viceversa; tale trasformazione si deve poter effettuare mediante un semplice « accumulatore di energia elettrica » in opportune condizioni senza bisogno di circuiti oscillanti. Sulla base di tali concetti l'A. considera un sistema trifase a stella collegato cogli estremi di due fasi ai due conduttori di un sistema monofase e immagina di collegare l'estremo libero della terza fase coll'estremo di una delle altre due mediante una resistenza complessa e studia le condizioni alle quali questa deve rispondere perchè il sistema trifase diventi equilibrato. Arriva così a formule pel calcolo della resistenza complessa da inserire, e per determinarne le caratteristiche di grandezza e di fase. Viene poi preso in considerazione l'aspetto energetico della questione analizzando il comportamento della componente oscillante del carico. In ultimo è fatta una applicazione del metodo al caso di una macchina asincrona. *N.*

G. Vagliani — **Sui sistemi di unità.** (L'Elettrot., 25 gennaio 1935, pag. 48-57, e 10 febbraio 1935, pag. 95-101). **15 a**

Vengono esposte anzitutto considerazioni di indole generale che riallacciano i problemi delle unità di misura e dei sistemi di unità coi principi della fisica. Vengono poi discusse le principali esigenze che devono essere soddisfatte da un sistema di unità prendendo in particolare considerazione le unità ed i sistemi elettromagnetici. Sono discussi i sistemi più in uso e vengono esaminati anche i nuovi sistemi recentemente proposti. *Ri.*

L. D. Miles — **Una nuova sorgente di « chilocicli-chilowatt ».** (Elec. Eng., marzo 1935, pag. 305-307, con 4 fig.). **15 a**

L'impiego di energia elettrica a frequenza elevata presenta vantaggi in parecchi casi di lavorazioni industriali e il suo uso si va sviluppando. L'A. cita, a titolo di esempio i seguenti casi: la frequenza di 360 per/sec è impiegata in forni di cottura di smalti e vernici, quella di 1000 o 2000 per/sec trova impiego per la fusione di metalli e specialmente per certe leghe; la frequenza di 4800 per/sec è la più adatta per la fabbricazione di acciai per lame da rasoio; quella di 5000 per/sec è usata negli ozonizzatori, quella di 30.000 per/sec è la migliore per la saldatura dei tubi; nei piccoli forni a induzione si usano frequenze da 30.000 a 40.000 per/sec; quella di 50.000 per/sec è usata per la sterilizzazione del latte, ecc. Il costo di impianto relativamente elevato dei generatori ad alta frequenza ostacola il diffondersi di tali applicazioni. Si possono usare 3 tipi di generatori: rotativi, a valvole ioniche o a tubi di scarica in gas. I primi sono costosi di impianto, pesanti, richiedono fondazioni costose, ma hanno buon rendimento, piccolo costo d'esercizio e lunga durata. I dispositivi a valvole ioniche sono costosi e ingombranti, ma sono leggeri e di buon rendimento. Quelli a tubi a scarica in gas hanno piccolo costo iniziale e di esercizio per frequenze fino a 1500 per/sec, ma per frequenze superiori il costo aumenta. L'A. descrive un nuovo dispositivo a tubo ad arco, di piccolo costo iniziale e di esercizio, buon rendimento, lunga durata, di costruzione semplice, piccolo e leggero e che può essere alimentato direttamente a frequenza industriale. Il tubo ad arco consiste di due elettrodi spaziati fra loro in ambiente di gas inerte ad alta pressione; il circuito è completato da una bobina d'autoinduzione, una resistenza stabilizzatrice, un condensatore e una induttanza; il secondario di quest'ultima alimenta il circuito del carico. Riesce possibile regolare con facilità la frequenza. Il dispositivo può adattarsi convenientemente per potenze da pochi watt fino a parecchi kW. L'A. prevede che esso faciliterà la diffusione più larga delle applicazioni delle frequenze più elevate. *N.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

Ch. Kingsley — **Reattanze sincrone saturate.** (Elec. Eng., marzo 1935, pag. 300-305, con 6 fig.). **17 a**

Come è noto, il rotore cilindrico di una macchina sincrona funzionante senza saturazione magnetica e sotto un carico polifase equilibrato può essere rappresentantato dalla sua impedenza sincrona in serie colla tensione di eccitazione. Parecchi metodi sono stati proposti per tener conto degli effetti che vengono introdotti dalla saturazione, ma essi possono condurre ad errori sensibili, come l'A. mette in evidenza. Viene quindi illustrato un nuovo metodo mediante il quale si può determinare il giusto valore della reattanza sincrona in condizioni di saturazione, calcolando, coll'aiuto di una speciale curva ausiliaria, per punti la caratteristica angolo-potenza di un sistema tipico semplice; si possono così anche apprezzare rapidamente gli effetti della saturazione magnetica sulla potenza massima. Il metodo si basa sulle ipotesi comuni che l'intraferro sia costante e che la curva di saturazione della macchina sotto carico corrisponda alla caratteristica a vuoto. L'applicazione delle formule che vengono proposte è chiarita da alcuni esempi numerici relativi a macchine reali; i risultati delle calcolazioni, confrontate coi valori misurati sperimentalmente dimostrano una concordanza soddisfacente; mentre applicando gli altri metodi di calcolo proposti da diversi AA. nella letteratura tecnica sull'argomento, si arriva a valori che differiscono in misura anche notevole da quelli effettivamente misurati. *N.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

H. T. Wensel, W. F. Roeser, L. E. Barbrow, F. R. Caldwell — **Campioni fotometrici per lampade a filamento di tungsteno.** (Bur. St. Jour. Res., agosto 1934, pag. 161-169). **19 f**

L'unità di intensità luminosa è definita in funzione della emissione luminosa media, in una data direzione orizzontale di un certo numero di lampade ad incandescenza a filamento di carbone operanti ciascuna ad una tensione fissata. Campioni di questo genere sono in possesso di parecchi laboratori nazionali e vengono periodicamente confrontati fra loro. La distribuzione spettrale della emissione luminosa delle odierne lampade a filamento di tungsteno differisce da quella delle lampade a filamento di carbone in causa della maggiore temperatura del filamento. Si ricorre perciò a campioni secondari costituiti da lampade a filamento di tungsteno tarate sui campioni primari a filamento di carbone. Nella taratura però si incontrano le note difficoltà della fotometria eterocromatica, cosicchè i campioni secondari in possesso dei diversi laboratori non sono in buono accordo fra loro. Dopo aver ricordato i tre metodi finora usati per la taratura dei campioni secondari, viene descritto un nuovo metodo, il quale elimina le difficoltà della fotometria eterocromatica. Il metodo si basa sul confronto fotometrico delle lampade a carbone con un corpo nero immerso nel platino fuso alla temperatura di solificazione e sul confronto delle lampade a tungsteno con riempimento di gas con un corpo nero immerso nell'iridio fuso alla temperatura di solidificazione. Lo splendore integrale relativo dei 2 corpi neri viene calcolato dal rapporto degli splendori misurati con un pirometro ottico in corrispondenza a una data lunghezza d'onda. La approssimazione che si raggiunge con tale metodo è certamente maggiore dell'1 %. Gli AA. propongono anche una formula empirica per il calcolo dello splendore del corpo nero entro il campo di temperatura da 1550 a 2727 gradi assoluti. *Ri.*

Illuminazione pubblica. (The Elec., 28 settembre 1934, pag. 394). **19 b**

Viene riferito circa la riunione annuale della Associazione inglese dei tecnici della illuminazione pubblica tenuta nel settembre 1934. Sono fra l'altro riportate notizie circa un impianto di comando centralizzato per 2000 lampade adottato a Glasgow su una estensione di circa 50 km di strada; si sono abbandonati i cavi sotterranei per ritornare alle linee aeree meno costose e di più facile manutenzione. In molte altre città tuttavia si è riaffermata la tendenza all'uso dei cavi. La illuminazione delle superfici liscie stradali è un problema ancora in studio perchè la distribuzione della luminosità su tali strade riesce alquanto diversa da quella determinata in base alle curve caratteristiche determinate in laboratorio e ciò specialmente in causa del particolare comportamento delle superfici nei riguardi della luce incidente sotto angoli assai piccoli. Nelle lampade a scarica nei gas si sono fatti progressi in diversi sensi. Si è riusciti ad ottenere anche la produzione di una certa quantità di radiazioni rosse in modo da avvicinarsi assai più alla luce bianca. Inoltre si è cercato di ridurre le dimensioni di tali lampade, cosicchè, mentre fino a poco tempo fa le lampade di minor potenza erano quelle da 400 watt, oggi si può disporre di unità da 250 watt. Un'altra questione ancora discussa è quella dell'opportunità di far funzionare tali lampade in posizione orizzontale, ciò che involve certe difficoltà di ordine tecnico; sebbene esse possano con artifici venire superate, è ancora dubbio se sia più opportuna, nei riguardi della illuminazione, la posizione orizzontale o quella verticale. Numerose notizie di dettaglio sono riportate riguardo agli impianti di illuminazione pubblica di parecchie città inglesi. *Ri.*

W. Ende — **Nuovi criteri nella costruzione delle lampade di quarzo.** (E. T. Z., N. 35, del 30 agosto 1934, pag. 853-857, con 9 fig.). **19 d**

Dopo aver dato uno sguardo alle successive fasi dello sviluppo delle lampade di quarzo, l'A. descrive i più recenti progressi realizzati nella costruzione di queste lampade. Il nuovo tipo di lampada ad arco di mercurio ad alta pressione con involucro di quarzo o di vetro speciale è provvisto di elettrodi ricoperti di ossidi di metalli nobili: nelle lampade è contenuto anche gas argon, che ha per effetto di ridurre la tensione di accensione: in sostanza questa lampada è del tipo a catodo caldo; in essa il mercurio viene opportunamente dosato per assicurare nel funzionamento una completa indipendenza dalle condizioni di temperatura esterna. In una tabella sono poi riassunti i dati di confronto fra il nuovo tipo di lampada e quello precedente. Infine l'A. enumera le applicazioni non solo medicali ma anche industriali di queste lampade generatrici di raggi ultravioletti. *Tt.*

IMPIANTI.

Ampliamento della centrale di Brighton. (The Elec., 14 settembre 1934, pag. 321-322, con 2 fig.). **20 f**

Nella centrale di Southwick a Brighton è stato recentemente messo in servizio un nuovo gruppo da 30.000 kW in sostituzione di un vecchio gruppo da 6000 kW; sarà presto sostituito con un altro gruppo analogo anche l'ultimo gruppo da 6000 kW ancora esistente A lavori ultimati la centrale raggiungerà così una potenza di quasi 100.000 kW, che sarà installata nella stessa sala macchine, dove era stato installato molti anni fa il primo gruppo da 5400 kW. Attualmente la centrale comprende un gruppo da 30.000 kW, 2 da 15.000 kW, un vecchio gruppo da 6000 kW ed uno nuovo da 6000 kW a contropressione. In occasione dell'impianto del gruppo da 30.000 kW si sono installate 3 caldaie Sterling da 75 tonn/h, funzionanti a 47 atm e 460°. È prevista l'installazione di un'altra caldaia analoga, quando s'installerà il secondo gruppo da 30.000 kW. La turbina è propozionata per vapore a 45 atm e 450°, con velocità di 3000 giri al minuto; si effettuano 4 prese di vapore per il preriscaldamento del condensato fino a 170°; il condensatore ha una superficie di 2800 m². L'alternatore da 37.500 kVA, 8000 V, è raffreddato con 2 ventilatori, che fanno circolare l'aria negli avvolgimenti e in un raffreddatore d'aria. Esso è collegato alle sbarre mediante 12 cavi ed è protetto da un interruttore in olio. Le macchine precedentemente installate funzionano alla pressione di 24 atm; per costituire un collegamento fra le 2 parti dell'impianto si è sostituito un vecchio gruppo da 6000 kW con un nuovo gruppo costituito da una turbina a contropressione, accoppiata ad un alternatore da 7500 kVA. La turbina può fornire allo scarico 190 tonnellate/ora di vapore; nel caso in cui essa sia fuori servizio si può provvedere mediante un'apposita valvola di riduzione proporzionata per 200 tonnellate/ora. *Ri.*

Romagnoli Mosca — **Principali impianti idroelettrici europei con centrale sotterranea e loro particolarità costruttive.** (L'En. El., febbraio 1935, pag. 85-116, con 25 fig.). **20 i**

Vengono riassunte anzitutto le caratteristiche costruttive generali degli impianti in caverna sotterranea con particolare riguardo alla statica della volta al di sopra della sala macchine e del soffitto drenante da costruire sotto la volta. Molta importanza acquista il servizio di aereazione delle centrali sotterranee. Sono poi sommariamente descritte le principali centrali sotterranee costruite in Europa. In Italia la prima del genere fu la centrale del Coghinas che contiene 4 gruppi per complessivi 33.700 kVA. Anche l'impianto Flumendosa, iniziato ed attualmente sospeso, sarà in caverna con un pozzo di accesso alto m 140. La centrale di Zappello in Valtellina, ultimata nel 1931, contiene 2 gruppi da 6000 kW disposti con gli assi su una stessa retta. La centrale di Pian Sulè nel Piemonte ha una potenza di 7500 kVA con un salto di 541 m. La centrale Foce Ponale ultimata nel 1934 è completamente automatica e contiene un gruppo da 2000 kVA. Del tipo in caverna sono anche alcuni altri impianti ancora in progetto in Italia, cioè l'impianto Flumendosa III salto, l'impianto Barbera I salto, l'impianto [illegible] salto e l'impianto Sonico-Cedegolo II salto.

Nella Svizzera vi è la centrale sotterranea di [illegible] con 2 turbine verticali montate sul medesimo asse, di cui una fuori [illegible] da 10.000 kW e l'altra in caverna, circa m 28 al disotto, da [illegible] In Francia si hanno la centrale di Bâton con 2 gruppi d[illegible] e quella di Brommat ancora in costruzione, prevista per una potenza totale di 185.000 kW. In Germania la centrale di Buchbergmühle contiene 3 gruppi da 550 kW e uno da 750 kW; più recente è la centrale di Friedingen con 6 gruppi da [illegible] kW. In Austria vi è la centrale di Partenstein con una potenza di 33.000 kW. Nella Svezia si hanno esempi grandiosi: la centrale di Mosk-fjärds da 15.000 kW, quella di Porjus da 74.000 kVA, Harspranget in costruzione, sospesa, e che arriverà a 150.000 [illegible] quella di Norrfors da 25.000 kW, quella di Hornsö da 2000 [illegible] quella di Krangede con 2 gruppi da 60.000 kVA. In Norvegia [illegible] ha la centrale di Osa, in costruzione, prevista per 5 gruppi di 18.000 kW e quella di Björkaasen, situata oltre il [illegible] parallelo, con una potenza di 1500 kW ma prevista per 4500 kW. *Ri.*

MACCHINE A COLLETTORE.

R. E. Hellmund, L. R. Ludwig — **Scintillamento sotto le spazzole di macchine a collettore.** (Elec. Eng., marzo 1935, pag. [illegible]-321, con 10 figure). **25 a**

Una causa frequente dello scintillamento alle spazzole è naturalmente dovuto a imperfezioni meccaniche della superficie di contatto; ma poichè in molti casi si osserva scintillamento anche in [illegible]oni di perfetta regolarità delle superfici lisce a contatto si [illegible]sato di riconoscere un'altra causa nel verificarsi di forti densità di corrente concentrata; ma anche questo non è interamente [illegible]cente perchè si sono osservati funzionamenti regolari in [illegible]oni di densità di corrente molte superiori a quelle supposte [illegible] di scintillamento. Gli AA. hanno condotto in proposito ricerche sperimentali rilevando azitutto la caratteristica corrente-resistenza di contatto con uno speciale dispositivo di misura. La caratteristica presenta un andamento decrescente cioè la resistenza va diminuendo coll'aumentare della corrente. Questo primo rilievo fu fatto in condizioni « statiche » cioè con variazioni lente dell'intensità di corrente. Successivamente si rilevò la caratteristica dinamica inviando bruschi impulsi di corrente continua ottenuti con un raddrizzatore del tipo a ignitron; la caratteristica ha ancora andamento analogo alla caratteristica statica ma quantitativamente i valori sono molto diversi. Coll'applicazione di colpi di corrente si osservarono ripetutamente scintillamenti con valori di densità di corrente pei quali nelle condizioni « statiche » il funzionamento era normalis-

simo; anche con onda di tensione a frequenza di 60 per/sec non si verificò scintillamento se non per densità di corrente eccezionali. Gli AA. discutono ampiamente i risultati sperimentali ottenuti e specialmente l'interpretazione da dare alla caratteristica dinamica. Nel complesso sembra si possa affermare che con correnti costanti si possono raggiungere densità altissime senza che si provochi lo scintillamento (ad esempio in alcune esperienze si è arrivati a 160 A/cm²); quest'ultimo fenomeno sembra specialmente dovuto al concorrere di due circostanze: densità di corrente elevata e brusche variazioni nella densità stessa. Nello studio accurato dei fenomeni di scintillamento è quindi necessario tenere presente entrambi queste due circostanze. *N.*

R. H. Frazier, J. Eisler, W. P. Frantz — **Regolazione accurata della velocità per macchine a corrente continua.** (Elec. Eng., marzo 1935, pag. 307-312, con 1 fig.). **25 c**

Le cause che possono influire sulla velocità di un macchina a corrente continua si possono dividere in due categorie: cause che producono variazioni graduali di velocità (variazioni di temperatura negli avvolgimenti, variazioni lente della tensione applicata, variazioni lente del carico, variazioni lente delle resistenze passive) e cause che producono brusche variazioni di velocità (cambiamenti bruschi della tensione, del carico, degli attriti, cattivo contatto delle spazzole). Gli AA. descrivono un dispositivo di regolazione che permette di mantenere una macchina in sincronismo con un campione ad onta di tutte le cause della prima categoria e di quelle della seconda purchè non superino un certo valore. Il campione di frequenza col quale la macchina è mantenuta in sincronismo può avere una esattezza grande quanto si vuole, e se sono esclusi troppo rapidi cambiamenti delle caratteristiche la macchina si mantiene ad ogni istante ad una velocità eguale a quella del campione o ad un dato multiplo di essa. Il dispositivo, che fa uso di valvole ioniche, è stato ripetutamente provato applicandolo ad un piccolo convertitore ruotante e si è dimostrato capace di contenere le variazioni di velocità entro una parte su 10.000 od anche su 20.000. Gli AA. descrivono con qualche dettaglio il complesso del dispositivo e la costruzione delle singole parti che lo compongono. Fra le numerose applicazioni possibili sono indicate quelle per l'orologeria elettrica ricorrendo a campioni di frequenza estremamente precisi come possono essere forniti da diapason di speciale costruzione. *N.*

MISURE.

...ODDS — **Tubi di scarica metallici.** (Archiv f. Elektr., gennaio 1935, 69-78, con 18 fig.). **28 c**

...scillografi a raggi catodici facenti uso di tubi in vetro può arrivare a velocità di registrazione di 63.000 km/sec con una corrente nel fascio elettronico di soli 0,1 mA. È però spesso desiderabile poter effettuare la registrazione oscillografica fuori dal tubo mediante dispositivo fotografico; ma per ottenere buoni risultati è allora necessario produrre entro il tubo fasci elettronici molto in... usi. Coi tubi in vetro, oltre l'intensità di 2 mA si hanno ...ldamenti pericolosi e facilità di rottura e d'altra parte i ...itivi di raffreddamento sono scomodi e inadatti. L'A. ha fatto ...he su l'impiego di tubi di scarica metallici. In tali tubi l'anodo un collegamento per la pompa a vuoto, o per l'introduzione di ...ria o gas, una bobina di preconcentrazione e una finestra, sostituibile, per l'uscita del fascio. Vengono riferiti alcuni particolari sugli esperimenti compiuti con tubi di tal genere coi quali si è ...ungere anche esternamente al tubo una velocità di registrazione di 60.000 km/sec e arrivare, nell'interno del tubo, a 200.000 km/sec, facendo uso di tensioni di 110 kV; si è anche arrivati a intensità di 0,35 mA ma è chiaro che, per la durata del catodo e per le questioni inerenti alle perdite per effetto termico è preferibile lavorare con alte tensioni anzichè con forti intensità di corrente. Altre ricerche sono state eseguite sull'influenza della forma del catodo sulla intensità di corrente del fascetto elettronico; le ri... furono eseguite coll'aiuto del microscopio elettronico e ... messo in evidenza alcune particolarità della formazione della ... a catodica. Viene illustrato il comportamento di alcuni tipi ... con crateri artificiali; uno di essi, con cratere conico, ... na emissione che si mantiene assai più costante di quanto ... soliti catodi piani, raggiungendo tuttavia una intensità minore quella che fornisce un catodo piano nuovo. *N.*

Istrumenti e relais. (The Elec., 26 ottobre 1934, pag. 530-532). **28 a**

La costruzione degli istrumenti e dei relais elettrici è stata influenzata notevolmente dalla scoperta di nuovi materiali, come le leghe leggere di alluminio ad alta resistenza, le resine sintetiche, l'acciaio al cobalto e le leghe di ferro a piccole perdite di isteresi. Recentemente sono state scoperte 2 nuove leghe per magneti permanenti, di caratteristiche alquanto migliori degli attuali acciai speciali: si tratta di una lega nichel-ferro-alluminio e di un acciaio al nichel-cobalto-titanio. Le leghe d'alluminio hanno permesso di irrobustire notevolmente gli organi mobili senza aumentarne il peso, oppure di ridurre al minimo il peso aumentando la sensibilità. Le resine sintetiche hanno facilitato assai la costruzione di parti complicate tanto più trattandosi di materiale che è un buon isolante e che possiede una discreta resistenza meccanica. L'acciaio al cobalto ha reso possibile una maggiore stabilità dei magneti permanenti, ciò che è importante perchè in certi apparecchi una variazione dell'1 % nel flusso produce un errore del 2 % nella registrazione. L'acciaio al cobalto è stato anche assai utile negli apparecchi per aviazione permettendo di ridurne il peso e, poichè si tratta di un materiale che può essere fuso, si possono ottenere magneti di forma teoricamente corretta. Il funzionamento dei riduttori di misura è stato molto migliorato dall'impiego delle leghe a piccola isteresi. Esse possono ora essere usate soddisfacentemente come parti di circuiti magnetici là dove prima non era possibile usare per misure di precisione nessun materiale magnetico. Tali leghe hanno anche permesso la costruzione di apparecchi a ferro mobile usabili entro i limiti di errore tollerabile sia per corrente alternata che per corrente continua. I raddrizzatori ad ossido di rame hanno in larga misura influenzata la costruzione degli apparecchi di misura. Con un istrumento a bobina mobile e un raddrizzatore si può costruire un dispositivo di misura, universale, di precisione; bisogna però essere cauti nei riguardi di alcune cause di errore. La cellula fotoelettrica ha completamente rivoluzionato il campo della fotometria. Le valvole termoioniche hanno a loro volta portato direttive nuove in tutto il campo degli apparecchi di misura. *Ri.*

J. Plummer — **Apparecchi di misura elettrici.** (The Elec., 26 ottobre 1934, pag. 525-527, con 4 fig.). **28 a**

Nell'ultima annata si è andata affermando la tendenza verso gli apparecchi del cosiddetto tipo «miniatura». Si sono verificati sensibili progressi nei sistemi di trasmissione a distanza. Si è diffusa l'adozione degli istrumenti dotati di dispositivi raddrizzatori. Negli istrumenti a ferro mobile si va adottando quasi esclusivamente il mumetal. Fra i galvanometri è descritto un tipo di galvanometro a vibrazione, modificato per l'uso di una sola frequenza che può essere 50-100-800-1000 per/sec; l'istrumento dà una sensibilità di 90-60-1,5-0,88 mm per microampere, con scala a 1 metro di distanza, rispettivamente per le 4 diverse frequenze. Vengono anche ricordati alcuni tipi perfezionati di misuratori di flusso. Fra gli apparecchi provvisti di raddrizzatore ad ossido di rame vengono ricordati parecchi tipi, fra cui alcuni che utilizzano la caratteristica non lineare di resistenza del raddrizzatore per ottenere una scala logaritmica shuntando un apparecchio a bobina mobile con un raddrizzatore. Il principio può essere applicato anche ad istrumenti per corrente alternata del tipo a raddrizzatore, come in un milliamperometro in cui la scala logaritmica diventa praticamente una scala lineare per decibel, cosicchè l'apparecchio può essere usato per misure di intensità sonore. Numerosi apparecchi per fotometria fanno uso di cellule fotoelettriche e ne vengono descritti alcuni. Sono stati costruiti voltmetri elettrostatici per tensioni anche elevate, di oltre 10.000 V, e di tipo molto compatto costruttivamente. Per rivelare le perdite negli impianti elettrici è stato costruito un tipo di apparecchio registratore e indicatore di facile uso. Nei sistemi di trasmissione a distanza sono descritti i dispositivi Elliott che possono trasmettere qualunque numero di indicazioni con un solo paio di fili pilota; un nuovo sistema della Cambridge Co. ha la caratteristica che il movimento del trasmettitore rimane praticamente stazionario entro i limiti di 2 gradi: esso utilizza una cellula fotoelettrica. Numerosi altri perfezionamenti sono citati in diversi tipi di apparecchi di misura. *Ri.*

I. Lucchi — **Misure di capacità e smorzamento del galvanometro balistico.** (L'Elettrot., 10 gennaio 1935, pag. 20-22, con 5 fig.). **28 c**

Viene considerato il caso di un galvanometro balistico inserito nel circuito di scarica di un condensatore e discusso il metodo di calcolo esatto della deviazione tenuto conto della durata della corrente di scarica in rapporto al periodo di oscillazione del galvanometro. Sono esposti diagrammi per il calcolo dell'errore che si commette supponendo la scarica istantanea. *Ri.*

R. Stringel — **Forme degli elettrodi per prove di rigidità dielettrica.** (ATM., marzo 1935, foglio 41 e 42, con 11 fig.). **28 b**

Un elettrodo da usarsi per prove di scarica disruptiva o di rigidità dielettrica deve essere fatto in modo da permettere un calcolo preciso del campo elettrico generato e che produce la scarica. Fino a tanto che il campo fra gli elettrodi è libero da carica spaziale, il campo può essere valutato in base alla forma degli elettrodi e alla tensione applicata. Le forme costruttive sono diverse secondo che si vuol ottenere un campo omogeneo o non omogeneo. Nel primo caso occorre evitare gli effetti perturbatori che possono essere prodotti dai margini o dai bordi degli elettrodi che possono generare campi più intensi che nella zona mediana degli elettrodi stessi; si ottengono altrimenti valori sperimentali errati e, specialmente nel caso di prove ad impulso, essi possono divenire assolutamente inattendibili. Nel caso in cui si voglia operare con campi non uniformi occorre poter calcolare la distribuzione del campo o almeno valutare il valor massimo di esso; il caso si verifica specialmente per le prove ad impulso. L'A. passa in esame i diversi tipi di elettrodi che sono stati proposti, accennando per ciascuno

di essi alle formule pel calcolo del campo e indicando i relativi riferimenti bibliografici. Considera così successivamente, per i campi di tipo omogeneo, gli elettrodi sferici; quelli piani con eliminazione dell'effetto marginale (elettrodi di Rogowski) riportando anche in proposito alcuni diagrammi di pratico impiego; gli elettrodi a elementi concentrici con alimentazione di tensione gradualmente decrescente; gli elettrodi immersi in mezzi semiconduttori; gli elettrodi immersi in mezzi isolanti. Per il caso di campi non uniformi sono considerati gli elettrodi a punta iperbolica, e quelli cilindrici concentrici. La trattazione è specialmente diffusa sugli elettrodi di Rogowski. *N.*

E. Hueter — **Sulla misura di valori di tensione efficace per mezzo di spinterometri a sfere.** (E. T. Z., N. 34, del 23 Agosto 1934, pag. 833-835, con 3 figure). **38 b**

Lo spinterometro a sfere è quasi ovunque adoperato per la misura di elevate tensioni: ha però lo svantaggio di dare valori massimi e di non prestarsi che a misure di breve durata. Se si usa però l'accorgimento di applicare una sfera dello spinterometro a una molla, si può misurare l'effetto delle forze elettrostatiche che pure agiscono sulle sfere e, aggiungendo un indice, si possono anche fare misure continue. Il dispositivo si può applicare senza grande spesa a spinterometri già esistenti *Tt.*

MOTORI PRIMI.

W. G. Marskell — **Istrumenti per la sala caldaie. Progressi nell'ultimo anno.** (The Elec., 26 ottobre 1934, pag. 534, con 4 fig.). **30 d**

A. T. Smith — **Pirometri e loro uso nelle moderne sale caldaie.** (The Elec., 26 ottobre 1934, pag. 536, con 5 fig.).

Due nuovi apparecchi sono stati costruiti per il controllo delle proprietà dell'acqua di alimentazione delle caldaie: uno si basa sulla misura della conduttività dell'acqua e l'altro sulla misura dell'ossigeno disciolto. Si è affermata la tendenza di raccogliere tutti gli apparecchi e gli istrumenti di controllo e di misura su un pannello di comando. Per la misura delle temperature nei diversi punti della caldaia si fa uso di solito di numerose termocoppie o di termometri a resistenza inseribili a volontà dal quadro colla manovra di un commutatore. Per evitare tale manovra si è costruito un tipo di segnalatore di temperature a scala luminosa leggibile a grande distanza; con 3 di questi apparecchi, che indicano e registrano la temperatura del vapore, quella dei gas al camino e quella dell'acqua di alimentazione, si può controllare in modo continuo le condizioni di esercizio. Un altro apparecchio può registrare su uno stesso nastro di carta 6 grandezze diverse, dando anche un segnale luminoso ed acustico quando una di esse esca da un campo di valori prestabilito. Un analizzatore continuo di gas combusti a funzionamento completamente elettrico è munito di commutatore per l'inserzione in diversi punti (fino a 10) della caldaia e dà una indicazione luminosa della percentuale di anidride carbonica e di ossido di carbonio. Per trasmettere a distanza le indicazioni degli strumenti sono stati introdotti 2 sistemi, che si possono adattare ai comuni apparecchi già installati. Uno di essi si serve di un contatto applicato all'indice mobile dell'istrumento e di 2 contatti fissi che permettono di ottenere per ogni spostamento dell'indice in un senso o nell'altro impulsi di corrente che agiscono su un motorino. L'altro sistema fa uso invece di un accoppiamento induttivo speciale sull'equipaggio mobile dell'istrumento di misura. Numerosi tipi di pirometri indicatori e registratori sono stati costruiti, specialmente adatti per l'uso nella sala caldaie. Alcuni di essi sono di tipo facilmente portatile. *Ri.*

STATISTICA.

L. Chalney — **Evoluzione della produzione mondiale di energia elettrica nel corso degli ultimi anni.** (La Tech. Mod., 15 febbraio 1935, pag. 99-102). **36**

La nota fa un rassegna della produzione di energia elettrica nei principali paesi a partire dal 1929; viene così fornita una tabella di confronto e di andamento per gli anni dal 1929 al 1933, inclusi, per i paesi di Europa, Africa, America, Asia, Oceania e viene commentata per i principali di essi e per quelli che hanno segnato forti variazioni. Da essa appare come la ripercussione della crisi sulla produzione di energia eletrica non è stata la stessa nei vari paesi. In alcuni di essi, come il Giappone, la Gran Bretagna e la Russia, l'aumento è stato continuo anche nel corso di questi ultimi anni. Negli altri paesi, in generale, si è avuto un massimo nel 1929 e 1930 e poi un diminuzione, con un minimo nel 1932. Una ripresa più o meno marcata si è verificata verso il 1933, come in Italia, in Svizzera, nel Canadà, dove si è arrivati a valori anche superiori a quelli precedenti la crisi, mentre in Germania e negli Stati Uniti la ripresa è stata meno sentita. L'aumento dell'assorbimento di energia è dovuto per una parte al miglioramento dell'attività industriale ma spesso anche ad un ritocco delle tariffe che ha permesso una più abbondante richiesta di energia anche fuori del campo dell'illuminazione. *E. R.*

TARIFFICAZIONE E VENDITA.

L. Musil — **Considerazioni fondamentali per istituire tariffe unitarie per l'energia elettrica.** (E. T. Z., N. 34, del 23 Agosto 1934, pag. 829-832, con 4 figure). **38**

Esistono attualmente in Germania molti tipi di tariffe per la energia elettrica: per addivenire ad un'unificazione bisognerebbe ricorrere a tariffe normalizzate adatte per regioni aventi gli stessi caratteri. Un tentativo di unificare le tariffe può essere basato sulla relazione fra il costo dell'energia e la possibilità di collocamento: viene data una formula di tariffcazione che può essere presa a base. *Tt.*

TRASFORMATORI.

C. Di Pieri — **Sul funzionamento dei trasformatori caricati su una semionda.** (L'Elettrot., 25 gennaio 1935, pag. 57-62, con 25 fig.). **39 d**

I raddrizzatori monofasi di una sola semionda impongono ai trasformatori che li alimentano condizioni di funzionamento particolari che l'A. esamina analiticamente e sperimentalmente per determinare la legge di variazione della corrente primaria e del fattore di potenza in funzione della corrente secondaria e delle caratteristiche magnetiche del trasformatore. È dimostrato che la corrente primaria deve avere sempre valore medio nullo e sono dati diagrammi che facilitano le soluzioni numeriche dei problemi. *Ri.*

C. Chiodi — **Le perdite addizionali nei trasformatori a rapporto variabile.** (L'Elettrot., 10 gennaio 1935, pag. 7-20, con 18 fig.). **39 d**

Viene anzitutto esaminato il problema generale delle perdite addizionali a vuoto e in corto circuito, discutendo le singole categorie di perdite, in cui ciascuna di quelle può essere suddivisa. Viene poi in particolare fatto riferimento a risultati sperimentali ottenuti su un trasformatore monofase a mantello con prese variabili; i risultati sperimentali sono confrontati con quelli ottenibili mediante formule. È indicato un metodo per il calcolo della reattanza di dispersione e delle perdite addizionali nel rame. *Ri.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

O. G. C. Dahl — **Stabilità di un sistema generico a due macchine.** (Elec. Eng., febbraio 1935, pag. 185-188, con 4 fig.). **40 f**

L'A. richiamandosi al così detto criterio «d'eguaglianza delle aree» nello studio della stabilità dinamica di un sistema di trasmissione di energia comprendente in generale 2 macchine osserva come la sua applicazione sia praticamente limitata di solito ai sistemi in cui uno degli estremi del sistema sia una sbarra infinita oppure ai sistemi in cui conservando il circuito reale e le potenze reali delle macchine, si possa considerare concentrata l'inerzia del sistema ad una estremità di esso ottenendosi così all'altra estremità una sbarra infinita. Questo ultimo caso esige che il sistema collegante le macchine, queste comprese, comprenda soltanto reattanza e che una macchina funzioni da generatore e l'altra da motore. L'A. dimostra come anche un circuito generico a due macchine possa essere sempre rappresentato da un sistema equivalente con l'inerzia concentrata in una macchina equivalente ad una estremità e con una sbarra infinita all'altra. La potenza della macchina equivalente differisce da quella di entrambe le macchine ed è una funzione della potenza di esse e delle costanti di inerzia; le caratteristiche del circuito equivalente dipendono da quelle del circuito vero e dalla inerzia delle macchine. Il metodo proposto del sistema equivalente si presta bene in certi casi di studio di problemi di stabilità. Viene svolta la teoria analitica del metodo. *N.*

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi tempi, Tecnica delle alte tensioni. (E. T. Z., N. 26, del 28 Giugno 1934, pag. 633-635, con 2 fig.). **40b**

Particolare sviluppo ebbe la tecnica delle alte tensioni nel campo della corrente continua: furono studiate le perdite corona che hanno notevole importanza nel problema delle grandi trasmissioni a corrente continua. Per ciò che riguarda la protezione contro le sovratensioni atmosferiche si tende oggi nelle vicinanze della centrale a far l'isolamento della linea più debole e a rinforzare l'isolamento nelle macchine della centrale per evitare danni a queste ultime. Tuttavia anche con questo mezzo non si evita che gli avvolgimenti dei trasformatori abbiano ad essere sottoposti a sollecitazioni di sovratensioni: perciò è tanto più necessario ricorrere all'impiego di scaricatori. In questi ultimi tempi notevole importanza si è constatato avere l'impiego della corda di terra per le linee di trasmissione. Progressi in questo campo si sono realizzati anche grazie ai miglioramenti ottenuti nella costruzione dell'oscillografo a raggi catodici.

E. E. George, O. J. Huie — **Un sistema di comunicazione per una Società elettrica.** (Elec. Eng., marzo 1935, pag. 262-264, con 3 fig.). **40 f**

Viene descritta la rete per le comunicazioni fra i vari punti della rete Tennessee Alec. Power Co. che serve un territorio di circa 160×500 chilometri e possiede 8 centrali e diversi collegamenti con

altre reti. La rete telefonica comprende 1600 km di circuito telefonico; la rete di energia è amministrata col metodo del dirigente unico. Per facilitare i collegamenti fra la rete telefonica propria e la rete telefonica generale sono stati installati speciali quadri di commutazione nel nodo principale e in due nodi secondari. Questi quadri sono stati studiati con speciale cura per ottenere il massimo grado possibile di semplicità, rapidità, precisione e sicurezza di operazione; sono stati moltiplicati i dispositivi di segnalazione di ogni genere in modo che l'operatore possa in qualunque momento avere modo di controllare lo stato di funzionamento e di esercizio della rete. Qualche punto delicato presenta ancora il servizio pel fatto che la rete propria della Società è in parte invecchiata e che è attualmente in corso un programma di graduale passaggio del traffico proprio su linee della rete telefonica generale della Bell Co. Gli AA. accennano alle modalità studiate per effettuare tale passaggio. *N.*

W. BADER — **Commutazioni complesse. Teoria e applicazioni.** (Archiv f. Elek., febbraio 1935, pag. 107-119, con 3 fig.). **40 v**

Lo studio dei dispositivi da usarsi quando si debbano realizzare possibilità di comando multiplo di diversi organi o gruppi di organi da diversi punti e con successione prestabilita, è ancora poco progredito. Il problema è analogo a quello di comandare una lampada o un gruppo di lampade da diversi punti e con diversi interruttori. Ma appena il problema non è più così semplice, la sua soluzione diventa assai difficile. L'A. affronta il problema generale di un certo numero di interruttori situati in luoghi diversi e collegati mediante conduttori, per mezzo dei quali si deve realizzare una successione di commutazioni in modo tale che dopo la manovra di uno di essi, avvenga, per la successiva manovra di un altro qualunque, quella operazione che è prevista ciclicamente come susseguente alla prima. La trattazione del problema è fatta in via matematica coll'introduzione del calcolo delle matrici. Dai risultati del calcolo che, essendo condotto con metodo generale può servire [illegible]ida per altri casi analoghi, l'A. deduce alcune regole partico[illegible] per alcuni casi di impianti di sistemi di lampade. *N.*

CENKIN — **Tendenze moderne in materia di protezione delle reti ad alta tensione contro i corto circuiti.** (La Tech. Mod., 15 febbraio 1935, pag. 117-125, con 29 fig.). **40 d**

L'Autore partendo da una vasta bibliografia mette in evidenza quanto di meglio può ora considerarsi in materia di protezione delle reti, trattando in modo particolare gli argomenti: 1°) Rapidità di funzionamento di un sistema di protezione e sua impor[illegible] pratica; 2°) Sensibilità dei relais in presenza di un difetto. Vengono riportati numerosi diagrammi e schemi in merito a fun[illegible] di apparecchi ed a connessioni degli stessi sulle reti. [illegible]si esaminati concordano tutti nel dimostrare l'esigenza [illegible]dità d'azione dei dispositivi di protezione per ottenere l'effetto desiderato. Questi dispositivi, che, com'è noto, sono essenzialmente dei relais, a massima di corrente, a minimo di tensione, ad impedenza, di squilibrio, differenziali, wattometrici, ecc., vengono rapidamente esaminati nelle loro caratteristiche strutturali e considerati nei sistemi di protezione. Schemi di protezione che si differenziano fra quelli selettivi e quelli a collegamento. Questi ultimi comprendono tutti una gamma che qui viene in parte considerata riportando pure schemi vari di circuiti. Per ultimo vengono trattati i dispositivi ad onde convogliate che sono all'inizio delle loro applicazioni, e non hanno ancora avuto la sanzione pratica. *E. R.*

S. KOEPPEN — **La morte per via elettrica.** (E. T. Z., N. 34, del 23 agosto [illegible] 835-837, con 3 fig.). **40 g**

[illegible]ll'articolo viene analizzato il problema della morte, causata dall'elettricità, in base ai risultati delle ultime ricerche e ai dati di recenti statistiche. Bisogna distinguere i casi in cui la azione dell'elettricità cagiona la morte da quelli in cui invece dà luogo a una specie di paralisi, che può sembrare morte appa[illegible] è ormai dimostrato che la morte è sempre causata da [illegible] della elettricità sul cuore e non sulle vie respiratorie, nel [illegible]si ha la paralisi, sia pure poi seguita da morte: la [illegible]ore dà luogo invece alla morte istantanea. *Tt.*

[illegible]e in Svizzera della tensione normalizzata 220-380 V per trifase.** (Schweiz. Elek. Verein Bull., N. 7, 1934, pag. 177-179). **40 v**

[illegible] che negli ultimi anni c'è stata una certa resistenza in Sviz[illegible]ntro l'introduzione della tensione normalizzata, la segreteria [illegible]le della A. S. E. espone le principali considerazioni che nel [illegible]anno portato a fissare tale normalizzazione. Ricordati breve[illegible] i vantaggi della normalizzazione delle numerose tensioni di [illegible]zione che lo sviluppo storico aveva portato (se ne annove[illegible] 36!), l'articolo ricorda che era per la Svizzera particolarmente vantaggioso scegliere la tensione più elevata possibile per assicurare il massimo rendimento nelle distribuzioni in città e in quelle numerose di campagna, e per permettere, almeno per queste ultime, una rete unica tanto per la luce che per le applicazioni domestiche che si prevedevano fin d'allora importanti, come poi furono: specialmente per le cucine e i riscaldatori d'acqua. Ricorda quindi i punti tenuti presenti nella determinazione del limite massimo della tensione: sicurezza degli impianti, sicurezza ed economia degli apparecchi e delle lampade. Le limitazioni maggiori provennero da queste ultime. L'articolo sminuisce l'importanza del fatto che il rendimento di esse è maggiore per le tensioni minori, contrapponendo il fatto che nelle distribuzioni a tensioni basse sono più forti, a parità di spesa per la regolazione, le variazioni di tensione; cosicchè le lampade si trovano a funzionare per periodi più lunghi con tensioni diverse dalla nominale. In definitiva, tenute presenti le reti esistenti, rimasero in discussione due tensioni: 220/380 e 250/440 V e furono le centrali che si pronunciarono a debole maggioranza in favore della prima. *A. Bs.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

L'attualità ferroviaria. (La Tech. Mod., 15 agosto 1934, pag. 563-565). **41 v**

La nota costituisce una breve rassegna di quanto è stato fatto recentemente nei vari paesi circa la trazione ferroviaria elettrica ed a vapore, sia nei riguardi della locomozione propriamente detta sia negli accessori. Così negli Stati Uniti una novità è rappresentata dalla installazione di apparecchi a cellula foto-elettrica davanti alle porte di accesso, alla stazione di New York, e destinati ad assicurare l'apertura automatica delle porte stesse, davanti al passeggero. In America una grande diffusione hanno già avuto i cuscinetti a rullo nella trazione: sembra che tali tipi riducano il consumo di energia, ma un definitivo accertamento può essere solo chiaro dopo anni di esercizio. Viene poi accennato a quanto è stato fatto ed è in corso di attuazione nei diversi altri paesi, compreso l'Italia. *E. R.*

A. M. HUG — **L'aumento di capacità dei mezzi di trasporto.** (L'Elettrot., 10 gennaio 1935, pag. 2-7, con 11 fig.). **41 e**

Vengono esposte alcune considerazioni di indole generale circa l'importanza del peso del materiale mobile sul costo di esercizio di una linea ferroviaria e tramviaria dimostrando come la riduzione del peso morto possa giovare ed elevare il rendimento ed a rendere più economico l'esercizio. Sono illustrati alcuni esempi recenti di costruzioni leggere e brevemente discussi i problemi che ne derivano circa l'aderenza e le qualità di marcia. È fatto anche cenno dell'applicazione di veicoli leggeri alle ferrovie di montagna e alle funivie. *Ri.*

M. ROYER e J. TROLLUX — **Applicazione dei motori termici ad iniezione meccanica alla trazione ferroviaria.** (La Tech. Mod., 1° febbraio 1935, pag. 65-71, con 3 fig.). **41g**

I sistemi di trasmissione della potenza utile dei motori termici alle ruote motrici si classificano in 3 categorie: *a*) Trasmissione meccanica con scatole di riduzione, o con attacco diretto; *b*) Trasmissione idraulica pneumatica; *c*) Trasmissione elettrica. Questi sistemi vengono esaminati premettendo le caratteristiche e condizioni di funzionamento dei motori Diesel nelle loro possibilità attuali. La trazione con motori ad olio pesante, secondo risultati di esercizio, conduce ad una riduzione delle spese di combustibile, specie per l'elevato rendimento del motore, consente la rapida messa in marcia del convoglio, ed infine offre un esercizio molto semplice. A questi vantaggi si aggiunge l'assenza del fumo e la non tossicità dei gas di scarico. Gli Autori nell'articolo trattano pertanto delle condizioni di adattamento dei diversi sistemi di trasmissione alla struttura del motore Diesel ad iniezione solida, studiando il comportamento più disparato e facendo gli opportuni confronti con altri tipi di motori. Un punto fondamentale è quello delle protezioni delle trasmissioni contro le oscillazioni di torsione per ovviare alla velocità critica. La trattazione, illustrata da opportuni diagrammi, ha termine con riferimento agli accessori per l'avviamento ed il raffreddamento. *E. R.*

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi tempi. Ferrovie elettriche. (E. T. Z., N. 26, del 28 Giugno 1934, pag. 638-641, con 5 fig.). **41 a**

La situazione dell'elettrificazione della Reichsbahn germanica era al 1° gennaio 1934 la seguente: 1893 km di linee in esercizio, di cui 300 per ferrovie di città e suburbane, e 393 km in corso di elettrificazione. La rete elettrificata della Baviera e del Württemberg è alimentata direttamente a corrente monofase dalle centrali del Walchensee e dell'Isar: a Stoccarda è stato poi installato un turboalternatore da 6000 kW che lavora in parallelo sulla linea Pasing-Plochingen. La nuova linea Halle-Magdeburgo è alimentata da apposita centrale a Muldenstein. Per la linea della Höllental, in corso di elettrificazione, l'alimentazione verrà fatta dalla rete a frequenza industriale e questo costituirà un esperimento di particolare interesse. Per le linee di contatto furono studiate in questi ultimi tempi opportune disposizioni, dovendosi su certe linee raggiungere velocità dell'ordine di 150 km/ora: e anche la presa di corrente dei locomotori veloci è stata modificata per rendere possibili tali forti velocità. Il parco locomotori e automotrici della Reichsbahn era al 1° gennaio 1934 così costituito: 440 locomotori, 1011 automotrici, di cui 918 per ferrovie di città, 725 vetture rimorchiate pilota, di cui 660 per ferrovie di città. Ultimamente nella costruzione dei loco-

motori si è abbandonata la trasmissione a bielle e si è arrivati al comando di ogni asse con motori singoli, realizzando notevoli riduzioni di peso nei locomotori stessi. I tipi di locomotori furono ridotti e tre principali: per treni diretti a tre o quattro assi motori 1 Co 1 oppure 1 Do 1, per treni leggeri del tipo Bo — Bo e per treni merci del tipo Co — Co. Notevole sviluppo, come si è visto anche dalla composizione del parco materiale, hanno raggiunto in Germania le automotrici monofasi 15 kV per treni locali per velocità fino a 160 km/ora. Ogni vettura è costituita da due parti, equipaggiata con quattro motori per 900 kW complessivi, su otto carrelli, di cui due motori alle estremità esterne e due portanti alle estremità interne, unite con collegamento ravvicinato. Per ogni carrello motore è disposto un trasformatore di alimentazione della potenza di 330 kVA continuativi. Da ultimo viene accennato ai locomotori della ferrovia della Höllental in corso di costruzione: essi avranno una potenza di 2000 kW e saranno equipaggiati con raddrizzatori, mentre l'alimentazione della linea di contatto avverrà a corrente monofase a frequenza industriale. *Tt.*

M. Merlini e C. Trinchero — **Il riscaldamento elettrico degli aghi degli scambi nelle stazioni.** (La Riv. Tecnica delle Ferr. Ital., 15 settembre 1934, pag. 147-167, con 10 fig.). **41 c**

Il riscaldamento elettrico per liberare gli aghi degli scambi dell'azione delle nevi nei periodi invernali, ha dato risultati convenienti sia dal punto di vista tecnico che economico. L'articolo descrive infatti gli eccellenti risultati ottenuti nella stazione di Milano per 439 scambi, dove appunto si è adottato il riscaldamento elettrico. A tale scopo si hanno dei cavi a corrente trifase 440 V che alimentano gruppi di speciali trasformatori a bagno d'olio con potenze monofasi della potenza di 1100 W ciascuna. L'elemento riscaldatore è costituito da una resistenza formata da filo in nichel cromo, da 2 mm di diametro, isolata ed inserita in un tubo in rame, tubo che è applicato contro l'ago. Si è notato che il riscaldamento ottenuto, con una corrente di 20 A è sufficiente per sciogliere la neve di una precipitazione di cm 3,5 all'ora. Altro vantaggio è dato dal fatto che non si richiede nessuna particolare installazione per la messa a posto degli elementi riscaldanti. *E. R.*

K. Töfflinger — **Nuovi esperimenti di frenatura a ricupero su tranvie.** (E. T. Z., N. 36, del 6 settembre 1934, pag. 877-878, con 3 fig.). **41 f**

L'A. espone uno schema di frenatura a ricupero basato sulla eccitazione del motore durante la frenatura per mezzo di batteria d'accumulatori, il che consente, fra l'altro, una frenatura rapida ed efficace. Fu esperimentata sulle linee delle tranvie di Potsdam vicino a Berlino una vettura equipaggiata con questo sistema di frenatura. Sulle prime tre delle sette tacche di frenatura si può ottenere tanto frenatura reostatica che a ricupero, nelle ultime quattro solo frenatura reostatica. Normalmente si esercita la frenatura reostatica; solo quando la velocità è sufficientemente elevata, si ha automaticamente la commutazione della frenatura da reostatica a ricupero: viceversa si ha il passaggio inverso quando la velocità scende al disotto di un certo limite. Gli esperimenti eseguiti lasciano sperare che il sistema possa avere ulteriore sviluppo. *Tt.*

A. C. Hardy — **Elettricità nella Marina.** (The Elec., 5 ottobre 1934, pag. 439 e 28 settembre, pag. 383). **41 i**

Viene descritto l'impianto elettrico del piroscafo Queen Mary che ha dato luogo a grandi discussioni fra i tecnici del ramo. Il piroscafo, sebbene abbia installato a bordo una potenza di 9100 kW non è a propulsione elettrica, essendo l'impianto elettrico unicamente destinato ai servizi ausiliari. Esso è stato studiato in modo da garantire la continuità del servizio anche nelle peggiori condizioni. La potenza suddetta è suddivisa in 7 gruppi turbogeneratori da 1300 kW, 225 V, capaci di un sovraccarico del 25 % per 2 ore e del 50 % per 5 minuti. Ogni gruppo è composto da una turbina a vapore a 5000 giri al minuto che comanda con riduttore una dinamo a 600 giri al minuto. Quattro gruppi che funzionano con vapore a 25 atm. e 360° sono destinati al servizio di numerosi servizi ausiliari di navigazione, mentre gli altri 3 gruppi funzionanti con vapore a 16 atm. a 330°, prodotto da caldaie ausiliarie, sono destinati a fornire l'energia per i servizi passeggeri: illuminazione, di cucina, dei montacarichi, di ventilazione, ecc. Sono pure installati 2 gruppi da 75 kW con motore a combustione interna come riserva di emergenza. La lunghezza totale dei cavi delle rete elettrica di bordo supera i km 500. Vi sono a bordo più di 30.000 lampade e 14 montacarichi ed ascensori. Le cucine sono completamente di tipo elettrico. L'insieme dei 4 gruppi generatori e quello degli altri 3 per servizi vari hanno 2 quadri di comando separati e collocati in diversi locali. Per parecchi servizi è richiesta una tensione inferiore a quella di 220 V delle dinamo principali e vi si provvede mediante una rete speciale alimentata attraverso un gruppo motore-generatore a 25 V, con batterie di accumulatori di riserva. Viene anche ricordato il transatlantico Normandia costruito in Francia che è a propulsione elettrica e che ha altresì a bordo 6 gruppi ausiliari per una potenza totale di 13.200 kW. *Ri.*

C. M. Longfield — **I rimedi pratici contro l'elettrolisi prodotta dalle correnti disperse.** (J. I. E. E. Londra, LXXVI, 457, gennaio 1935, pag. 101-111, con 13 fig.). **41 c**

La corrente alternata può produrre decomposizioni elettrolitiche sulle condutture sotterranee; però i danni non superano mai il 5 % di quelli derivanti da c. c. di pari intensità. L'analisi chimica del terreno circostante ad un cavo sotterraneo può dare degli indizi sull'esistenza di correnti di dispersione; risultati migliori si ottengono misurando le differenze di potenziale fra il cavo ed il terreno a mezzo di speciali elettrodi non polarizzabili. Il rivestimento dei cavi con materiali resistenti all'umidità ed il sezionamento del piombo ad intervalli di lunghezza uguali con speciali cassette di isolamento, sono mezzi utili per combattere le corrosioni elettrolitiche. La resistenza verso terra delle rotaie interrate (tranvie urbane) può essere compresa fra 0,10 e 2 ohm/km mentre per le linee ferroviarie montate su uno strato di pietrisco è compresa fra 2 e 20 ohm a seconda della umidità del terreno. La corrente di dispersione è tanto minore quanto minore è la resistenza ohmica delle rotaie cioè quanto meglio sono eseguiti i giunti (la resistenza delle rotaie è compresa fra 0,01 e 0,017 ohm/km). Per il rilievo delle correnti disperse verso terra bisogna preferire gli strumenti con piccola inerzia, grande resistenza ohmica ed elevata sensibilità; preferibili sono i galvanometri con sospensione breve e molto tesa accoppiati con apparecchi registratori fotografici. Le correnti disperse degli impianti di trazione possono essere ridotte al minimo: 1°) applicando un potenziale negativo alla rotaie, 2°) aumentando fino a 15 ohm/km almeno la resistenza verso terra delle rotaie proteggendo i cavi sotterranei con rivestimenti impermeabili, 3° portando le corrosioni su piastre di zinco immerse nel terreno e collegate al piombo dei cavi. Secondo l'A. il primo sistema è il più conveniente specialmente se il potenziale negativo viene ottenuto a mezzo di raddrizzatori. *I. L.*

L. Tocchetti — **Il motore a combustione interna nella grande trazione ferroviaria.** (L'Elettrot., 10 febbraio 1935, pag. 82-91, con 21 fig.). **41 g**

È esaminato dal punto di vista generale l'impiego di motori termici nelle locomotive ferroviarie, confrontando i diversi sistemi e mettendo in particolare rilievo le caratteristiche del motore a combustione interna tipo Diesel. Sono illustrati i criteri per la scelta delle caratteristiche più opportune di un motore Diesel per trazione e sono descritti i diversi sistemi per la trasmissione del moto dal motore alle ruote. Sono indicati i criteri per il confronto economico della convenienza relativa del motore a vapore e di quello Diesel e sono illustrati numerosi tipi di locomotive Diesel. *Ri.*

VARIE.

H. M. Dowsett — **Il posto di Marconi nella storia.** (A. F., N. 2, dell'aprile 1935, pag. 135-137). **42**

Vengono scorsi rapidamente, in uno sguardo panoramico retrospettivo, gli episodi e le date più salienti dell'opera personale di Guglielmo Marconi, che si identifica per tanta parte con la storia della radiotecnica.

P. L. Alger — **Progressi nel campo dell'ingegneria nel 1934.** (Gen. Elec. Rev., dicembre 1934, pag. 551-562). **42**

Per mezzo della diffrazione dei raggi X, si è potuto constatare che, a differenza degli elementi della stessa classe (Co e Fe), il nickel mantiene la sua struttura cristallina costante da 0° fino a 1200°.

Con un nuovo metodo ora escogitato consistente nel riscalda[illegible] idrato metallico, per esempio idrato di calcio, mescolato con [illegible] di cromo si può ottenere cromo ad una purezza di 99,95 %. Il rame usato nell'industria contiene sempre dal 0,03 al 0,04 di ossigeno sotto forma di Cu_2O. Oggi si riesce ad eliminare ulteriormente l'ossigeno trattando il rame fuso con boruro di calcio, calcio o carburo di boro. Con l'uso di forni elettrici, si è ottenuto un tipo di ghisa grigia [illegible] cui carico di rottura alla trazione è di 2800 kg/cm². Si sono pure ottenuti grandi progressi nel campo della produzione di liquidi sintetici per sostituire l'olio isolante. Uno di questi liquidi [illegible] una costante dielettrica di 5, circa il doppio dell'olio normale, nonchè eccellenti qualità di viscosità e di non infiammabilità.

Macchine. — Un nuovo metodo per ottenere un funzionamento a velocità regolabile, con buon rendimento dei grandi motori a corrente alternata, consiste nell'alimentare il motore [illegible] energia trifase attraverso un gruppo di parecchi tubi tiratron. Per quanto riguarda il rumore e le vibrazioni delle macchine, si è per la prima volta sviluppata una formula di calcolo quantitativa per il rumore delle alette di ventilazione.

Impianti. — La nuova teoria della velocità delle onde viaggianti sulle linee di trasmissione, sviluppata nel 1933, è stata applicata [illegible] 1934 al comportamento delle onde di sovratensione a fronte ripido sulle linee protette da filo aereo di terra o da filo interrato. Si è trovato che le onde di tensione viaggiano ad una velocità dell'ordine di un terzo di quella della luce nel filo interrato, mentre nei fili aerei si ha una velocità di circa tre quarti di quella della luce. Sono state preparate carte e formule di calcolo per le sovraten-

sioni attraverso reattori limitatori di corrente e resistenze shunt, che mostrano come, con un'appropriata scelta di resistenze, si possano evitare le sovratensioni. Per avere basse perdite ohmiche in funzionamento normale si usano resistenze di tirite.

Da una serie di esperienze si è constatato che, nove volte su dieci, richiudendo l'interruttore subito dopo l'interruzione dovuta ad un guasto, il servizio può essere ripreso perchè il guasto è già scomparso. Sono stati perciò studiati relais automatici che producono questa immediata richiusura degli interruttori, eliminando gli inconvenienti dovuti agli ordinari corto circuiti di linea.

Un nuovo metodo di protezione contro i corti circuiti verso terra, nelle linee che non hanno il neutro a terra, consiste nel collegare, attraverso resistenze di tirite, la linea alla terra. Quando si ha un corto circuito, si hanno forti correnti nelle resistenze che provocano il funzionamento dei relais di protezione. *C. G. E.* (*)

CRONACA TECNICA

APPLICAZIONI AGRICOLE.

4 **Il riscaldamento elettrico del terreno** può essere utilmente impiegato per facilitare le culture agricole nelle stagioni fredde. In *Nickel Berichte,* dicembre 1934, pag. 178 sono descritti impianti di questo genere eseguiti in Scandinavia, in Norvegia, in Inghil-[illegible] Francia, ecc. per la coltivazione di ortaggi. Il riscalda-[illegible] viene fatto con resistenza in cromo-nichel formato con fili di 0,7 a 1 mm di diametro opportunamente isolati in modo da costituire cavi del diametro esterno di 4 a 5 mm. Cavi di questo genere, durano da 4 a 5 anni e sono alimentati normalmente a 220 V. Un cavo da 700 watt può servire un carico di circa 80 watt per metro quadrato. Per la regolazione della temperatura si usano interruttori a tempo che inseriscono automaticamente l'impianto a certe ore e lo staccano in altre. Si possono così anche utilizzare tariffe notturne o particolarmente ridotte. *Ri.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

5 c **Importanti lavori di saldatura elettrica** sono stati eseguiti in Polonia, dove da circa 5 anni sono state emesse norme ministeriali in materia. Viene fra l'altro ricordato (*Electric Welding* ottobre 1934, pag. 41) un palazzo in Katowice alto 14 piani oltre al piano terreno ed a 2 piani sotterranei. La saldatura ha eliminato notevoli difficoltà costruttive che si sarebbero incontrate con la chiodatura in parecchi speciali punti della costruzione; una parte del palazzo, alta 6 piani, è eseguita interamente con saldatura. In Varsavia si adottò la saldatura in importanti lavori nel palazzo delle Poste anche in ragione della grande silenziosità che tale metodo permette. Il palazzo di una Banca pure in Varsavia è stato eseguito quasi esclusivamente con saldatura, compreso una torre alta 70 m con 19 piani. *Ri.*

5 c [illegible] **sull'esame delle saldature colle prove di allungamento** sono [illegible] considerazioni in *Arcos,* settembre 1934, pag. 1113. Sono messi in evidenza gli accorgimenti da usare nella esecuzione delle prove per tener conto opportunamente della partecipazione presa in realtà dalla parte saldata all'allungamento totale della provetta. Assai utili si rivelano le prove di piegatura che permettono di scegliere facilmente l'elettrodo più adatto per un determinato materiale. In generale si può dire che la determinazione dell'allungamento di[illegible]ura su una lunghezza pari a 5 vole lo spessore del pezzo, [illegible]isa in 5 intervalli eguali, può dare una chiara idea del com[illegible]amento di un collegamento saldato. Queste prove possono opportunamente essere usate per il controllo della abilità di un operaio saldatore. *Ri.*

5 c **Nuove norme sulle costruzioni saldate** sono state recentemente emesse dai diversi Stati, come è illustrato in *Arcos,* settembre 1934, pag. 1123. La Germania ha emesso le nuove norme nel 1934; esse [illegible]o largo posto al calcolo delle saldature, che si cerca di rendere analitico coll'introduzione anche di speciali coefficienti di sicurezza. In Austria sono pure state emesse norme nel 1934 ispirandosi fondamentalmente a quelle tedesche. Le norme belghe non fanno cenno di calcolo delle saldature, mentre considerano minuziosamente le condizioni di accettazione degli elettrodi, degli operai e degli imprenditori. Le norme inglesi emesse pure nel 1934 prescrivono certi carichi unitari ammessi, ma evitano ogni sistema di calcolo; esse sono indice di un orientamento analogo a quello belga. *Ri.*

5 **Sulla scelta e l'esecuzione di un impianto per saldatura elettrica** sono esposte notizie in *Electric Welding* dell'ottobre 1934, pag. 5. Vengono passati in esame i diversi elementi che costituiscono un impianto sia con corrente continua sia con corrente alternata e viene affermato che in un impianto per saldatura le considerazioni di ordine elettrico dovrebbero cedere il posto a quelle più strettamente relative ai lavori di saldatura, essendo preferibile sprecare energia elettrica piuttosto che far perdere tempo all'operatore in causa di instabili condizioni dell'arco o per dispositivi inadatti di regolazione. *Ri.*

APPLICAZIONI VARIE.

6 c **Per il comando dei ventilatori per l'aerazione del tunnel di Boston** lungo oltre km 2 e di circa m 10 di diametro sono stati adottati motori a gabbia di scoiattolo trifasi, 440 V, 60 per/sec, capaci di operare a 2 velocità, cioè a 450 e a 255 giri per minuto. Tale tipo di motori fu scelto a preferenza degli altri tipi a corrente continua od alternata, per ragioni di economia. Complessivamente sono installati 28 ventilatori, studiati in modo da avere differenti caratteristiche, pur funzionando tutti presso a poco ad uguale velocità. Il volume d'aria da fornire è di circa m³ 35.000 al minuto. (*Power,* agosto 1934, pag. 433). *Ri.*

6 c **Il comando per sezioni delle macchine da carta** è impiegato oggidì su vasta scala ed è esteso anche alle macchine da carta fine ed alle macchine da cartone di esecuzione speciale. Un esempio notevole di comando è quello di una macchina a cartone installata di recente alla A. S. De Forenede Papierfabrikker a Copenhagen. La descrizione del comando è riportato nella *Revue B. B.* dell'agosto 1934. *V. D. Ma.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

14 b **Alcune considerazioni sulle dimensioni dell'atomo** sono esposte in *N. Cimento,* dicembre 1934, pag. 690. Si richiama in particolare una regola emessa in via prudenziale parecchi anni addietro, secondo la quale i raggi atomici sarebbero misurati da numeri interi. Il confronto coi risultati sperimentali più recentemente raggiunti sembrerebbero confermare tale regola, la quale sembrerebbe anche in vario modo accordarsi con le moderne vedute nel campo della meccanica ondulatoria. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 f Dopo aver accennato ai fondamenti teorici della colorimetria ed agli svantaggi che derivano dalla coesistenza di diversi metodi di misura, M. Richter tratta diffusamente (*Licht,* novembre e dicembre 1934, pagg. 205-208 e 231-236, con 5 fig. e 1 tab.) del **nuovo metodo di misura colorimetrico** fondato sulle decisioni adottate dalla Commissione Internazionale dell'Illuminazione nel 1931. *G. Co.*

19 b In alcune **note sui segnali luminosi per la regolazione del traffico urbano** (*J. G. Light,* dicembre 1934, pag. 400-404, con 17 figure) C. H. Woodward descrive i diversi sistemi che sono stati introdotti in Inghilterra, dicendo diffusamente dei risultati ottenuti con ciascuno di essi. *G. Co.*

19 b **Gli elementi fondamentali per il progetto delle insegne luminose** (condizioni da soddisfare per esercitare il massimo potere di richiamo, dimensioni delle diciture o delle figurazioni reclamistiche e loro luminosità), nonchè i criteri di guida per l'installazione delle insegne stesse, sono esposti nel numero di *L. u. L.* del 6 dicembre 1934. *G. Co.*

IMPIANTI.

20 f **Un impianto termoelettrico a funzionamento quasi completamente automatico** è quello della Taylor Co. a Norristown (Pa. S. N.). Si tratta di una fabbrica di fibre vulcanizzate, che richiede grande quantità di vapore a pressione di 10 atm e di 1,7 atm. È installata una caldaia da m² 450 con griglia automatica, che produce vapore a 30 atm e a 320°, il quale viene utilizzato in un gruppo turboalternatore da 500 kW, 440 V, 60 per/sec a 3600 giri al minuto. L'alternatore è ventilato in circolazione chiusa e possiede negli avvolgimenti dispositivi di segnalazione di temperatura. Altri dispositivi di segnalazione sono disposti per l'olio di lubrificazione dei supporti delle macchine e per l'acqua dei refrigeranti per la ventilazione dell'alternatore. La tensione dell'alternatore è mantenuta automaticamente a valore costante. Pure automatica è la regolazione della pressione alle prese di vapore dalla turbina, nonchè quella della temperatura del vapore derivato. L'impianto funziona così automaticamente, fuorchè per l'avviamento e l'arresto. Numerosi dispositivi registratori raccolgono tutti dati di controllo necessari. (*Power,* agosto 1934, pag. 429). *Ri.*

MISURE.

28 c **Un integratore di radiazioni di precisione,** è descritto in *Rev. Scientific Instr.,* genn. 1935, pag. 16. Si tratta di un dispositivo a cellula fotoelettrica nel vuoto, la quale carica un condensatore in aria connesso ad un circuito a valvole ioniche. L'apparecchio è stato

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

studiato accuratamente in tutti i dettagli rendendolo atto ad una integrazione precisa su lunghi periodi di tempo. Prove eseguite hanno dimostrato la sensibilità, la precisione e la costanza delle indicazioni dell'istrumento. Per lunghi periodi si può contare su errori massimi del 3 per mille e per una data misura fotometrica su errori dell'uno per mille. *Ri.*

RADIOTECNICA.

34 v Diverse applicazioni agli impianti elettrici a bassa ed alta tensione di bobine di autoinduzione **per sopprimere le interferenze alle radiodiffusioni** sono descritte in *The El. J.* (settembre 1934, pagg. 367-370 e 17 figure); le perturbazioni elettriche di varia origine trovano una via comoda di propagazione lungo le linee aeree; ostacolandone il cammino mediante bobine di self si miglioreranno anche le comunicazioni radio. Le bobine sono inserite in serie sulla linea, l'induttanza e la capacità delle spire sono tali da creare un massimo di impedenza di 7000 ohm a 900 kHz; l'impedenza si riduce a 2000 ohm a 500 kHz ed a 1500 kHz; alla frequenza industriale della corrente di linea l'impedenza della bobina è di 0,18 ohm. Le bobine destinate alle linee ad alta tensione sono formate da due strati di filo grosso a spire distanziate avvolte su un'armatura di legno, in parallelo con ogni bobina sono montati uno scaricatore autovalvolare (tensione max. 8500 volt) ed una resistenza di 6000 ohm. Le bobine per bassa tensione sono formate con una spirale piatta di rame isolata con amianto; analoghe applicazioni sono fatte negli impianti telefonici e sulle vetture tramviarie (le bobine sono allora montate sul tetto delle motrici in modo da impedire alle perturbazioni elettriche prodotte dai motori di propagarsi lungo il filo di linea e lungo i binari). L'induttanza delle bobine varia da 0,47 a 1,42 millihenry a seconda della sezione del rame. Esperienze eseguite con radioricevitori a valvola hanno permesso di verificare che i disturbi dovuti a fenomeni d'interferenza si riducono al 10 % quando le linee aeree circostanti sono provviste di bobine di self adatte. *I. L.*

STATISTICA.

36 Nel n. 1, 1934 di *Schweiz Elek. Verein Bull.* vengono comunicati i risultati delle **statistiche dell'energia elettrica svizzera** per il periodo 1 ottobre 1932-30 settembre 1933. La statistica riguarda le imprese elettriche pubbliche (produzione, distribuzione, esportazione, produzione idraulica mensile, distribuzione mensile) le società ferroviarie e industriali autoproduttrici, e la produzione e distribuzione totale d'energia. *A. Bs.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 e **Aumentare l'accelerazione durante l'avviamento** (o la frenatura) da 2,4 a 4,8 km/ora/sec significa aumentare del 22 % la velocità media di una vettura tramviaria destinata al servizio urbano con 4 fermate/km come risulta da una relazione pubblicata su *The El. J.* (ottobre 1934, pagg. 410-412 con 5 figure). Una causa di rallentamento delle vetture sulle strade urbane è il pericolo di cozzare contro le automobili fornite di mezzi di frenatura più energici. Una nuova vettura è stata costruita su tali principi per la rete di Chicago; la lunghezza è di 15,20 m ed il peso di 13,5 tonn. con 58 posti a sedere. La vettura è costruita in alluminio compresi i carrelli; cuscinetti di gomma aggiunti alle molle di acciaio nei carrelli servono ad attutire il rumore della vettura in moto. La propulsione è affidata a motori da 37 kW alimentati con c. c. a 300 volt. L'avviamento è regolato automaticamente mediante uno speciale servomotore; la frenatura è in parte dinamica (con o senza ricupero d'energia) ed in parte a ceppi. Le vetture sulle quali viene realizzata la frenatura con ricupero sono equipaggiate con motori compound. *I. L.*

VARIE.

42 **Trasporto di macchinario elettrico per via aerea.** — Un impianto completo per l'estrazione dell'oro composto di 3 escavatrici già in funzione ed una quarta in costruzione funziona elettricamente alimentato da una centrale idraulica di 3.000 kVA già costruita e da una di 4000 kVA in costruzione nell'interno dell'isola della Nuova Guinea in una zona montuosa e selvaggia. Per il trasporto del macchinario e del materiale necessari vennero usati 4 aeroplani trimotori aventi una capacità di trasporto di 3.500 kg (*The El. J.* novembre 1934, pagg. 432-434 con 4 figure). Il peso complessivo di 10.700 tonn è stato trasportato con 3960 viaggi; la distanza in linea d'aria era di 80 km mentre per via di terra sarebbe stata di 144 km. Il campo d'atterraggio si trova a 1200 m sul livello del mare ed è circondato da montagne che si elevano fino a 3000 m; il tempo impiegato in ogni viaggio è di 35 minuti ed il costo è di 865 lire per tonn; in totale la spesa sostenuta finora è stata di 17 milioni di lire dei quali 7,8 milioni sono stati spesi per l'acquisto degli aeroplani e per l'adattamento dei campi di atterraggio e di partenza. La costruzione di una strada di allacciamento con la costa avrebbe fatto perdere da 12 a 18 mesi con una spesa complessiva di circa 20 milioni di lire. Si calcola che la spesa sostenuta finora sia il 5 % del reddito che si può ricavare dall'estrazione dell'oro dal terreno. *I. L.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

CONSIGLIO GENERALE DELL'A. E. I.

Milano - 28 Aprile 1935

Ordine del Giorno:

1. - Comunicazioni della Presidenza.
2. - Andamento dell'Associazione.
3. - Pubblicazioni.
4. - XL Riunione annuale.
5. - Premî Jona e Righi.
6. - Comitato Elettrotecnico - Nuove nomine ed approvazione di Norme.
7. - Bilanci.
8. - Varie.

La seduta è aperta alle ore 10,30.

Sono presenti:

Il Presidente Generale, *Emanueli*; i Vice Presidenti Ger... *Balsamo* e *Bordoni*.

Gli ex Presidenti Generali: *Del Buono* e *Lombardi*.

Il Segretario Generale, *Barbagelata*; il Vice Segretario Generale, *Pugno Vanoni*; il Segretario della Presidenza, *Trotto*; il Cassiere Generale, *Bauchiero*; l'Ing. *San Nicolò*, Redattore Capo de *L'Elettrotecnica* ed i Consiglieri Delegati per le Sezioni:

Bologna:	*Spani*, Presidente; *Bertazzoni*, *Righi*, *Supino*.
Firenze:	*Cuttica*, Presidente.
Genova:	*Profumo*, Presidente; *Pernigotti*.
Livorno:	*Cassuto*, Presidente; *Montanari*.
Milano:	*Gasparoni*, Presidente; *Alessandri*, *Banfi*, *Ciarchi*, *Cuccoli*, *Giorgi*, *Goisis*, *Molinari*, *Pinciroli*, *Santuari*, *Vecchiacchi*.
Napoli:	*Greco*, Presidente; *Bifulco*, *Carelli*, *Catalano*, *Motti*.
Torino:	*Dalla Verde*, Presidente; *Loira*, *Palestrino*, *Polettini*, *Zampini Salazar*.
Trento:	*Pippa*, Presidente.
Trieste:	*De Antonellis*, Presidente.
Veneta:	*Revessi*, Presidente; *Fracanzani*.

Non sono rappresentate le Sezioni: Catania e Palermo.

Hanno scusato la loro assenza i Presidenti di Sezione: *Barbe...* (Adriatica), *Lucifero* (Pugliese), *Silva* (Sarda); ed i Consiglieri *Baduel*, *Liguori*, *Correggiari*, *Furlanelli*, *Rebora*, *Rossi*, *Vann...*, *Tolomeo*, *Cozza*, *Donati*, *Salvadori*, *Selmo*, *Montagni*, *Danioni*.

Presiede il Presidente *Emanueli*, con i Vice Presidenti ...*samo* e *Bordoni*; il Segretario Generale *Barbagelata*; il Vice ... Generale *Pugno Vanoni*; il Vice Direttore dell'Ufficio Cen... *daelli*.

Il Presidente *Emanueli* porge il saluto ai convenuti e p... quindi all'Ordine del Giorno.

1. - Comunicazioni della Presidenza.

Presidente. — Iniziando i nostri lavori il nostro primo pen... si rivolge, come di consueto, ai colleghi scomparsi, ben 22 ... tima nostra riunione (*tutti si alzano*). Essi sono:

Sezione Adriatica: Bianchi Ing. Enrico.

Sezione di Bologna: Borriani Ing. Comm. Enrico, C... Edoardo, Masetti Zannini Antonio, Silva Ing. Comm. Angelo ...lizio-Sostenitore).

Sezione di Firenze: Monteverde Ing. Aurelio, Tarchi... Vittorio.

Sezione di Genova: Gherardi Vico, Orsi Paolo, Questa Cor... Guido.

Sezione di Livorno: Puccinelli Ing. Adolfo.

Sezione di Milano: Caldirola Eugenio, Fogliani Ing. Gian Luigi, Hoepli Comm. Ulrico, Rainelli Giovanni, Ratti Ing. Comm. Natale.

Sezione di Napoli: Cimmino Ing. Giovanni, Pallme Enrico.

Sezione di Roma: Mariani Ing. Emilio.

Sezone di Torino: Matte Trucco Ing. Giacomo, Silv... Ing. Emilio.

Sezione di Trento: Tommazzolli Ing. Francesco.

Sezione Veneta: Piolini Giuseppe.

Fra essi un particolare ricordo meritano: *Angelo Silva* ... parteneva alla nostra A.E.I. fin dalle origini. Socio vitalizio ...nitore-benemerito. Egli era fra i più assidui alle nostre ... dove spesso faceva sentire la voce del suo innato buon senso ...minato dal profondo, sincero affetto ch'Egli sentiva per la nostra Associazione. Da poco compiuti ben 50 anni di lavoro Egli si e... ritirato a meritato riposo quando la morte lo colse.

Natale Ratti, salito per forza di volontà e per vivissimo ingegno da umili condizioni a posizione eminente nella tecnica, tanto da meritarsi la laurea di ingegnere ad *honorem*. I suoi studi e i suoi lavori nel campo delle turbine idrauliche non hanno bisogno qui di essere ricordati, ma non possiamo passare sotto silenzio gli importanti contributi tecnici da Lui portati in ogni occasione ai lavori dei nostri Congressi e delle nostre Commissioni.

Ulrico Hoepli, l'illustre editore, filantropo, che per quanto lontano dalla nostra tecnica, aveva sempre considerato con simpatia l'attività della nostra A.E.I. della quale da molti anni faceva parte.

Gian Luigi Fogliani, scomparso in questi ultimi giorni, uno dei pionieri della trazione elettrica in Italia.

Vi invito ad un minuto di raccoglimento nel pensiero dei nostri colleghi scomparsi.

Rapporti con Enti pubblici e privati. — I rapporti dell'Associazione con Enti pubblici e privati continuano ad essere fra i più cordiali. Il Vostro Presidente è stato ancora più volte chiamato a far parte di importanti Commissioni governative mentre la collaborazione del Comitato Elettrotecnico Italiano coi Ministeri tecnici è stata particolarmente attiva in questi ultimi mesi.

Perfezionato il nostro inquadramento nel Consiglio Nazionale e Ricerche, la « Ricerca Scientifica », organo del Consiglio, pub[illegible]a regolarmente notizie della nostra attività.

Particolare menzione meritano i nostri rapporti col Sindacato Nazionale Ingegneri. In occasione della recente formazione dei Comitati per le « Comunicazioni » di cui diremo più avanti, abbiamo [illegible]to nei dirigenti il Sindacato il più largo spirito di collabora[illegible]si ovunque tali gruppi collaborano cordialmente con le Sezioni.

Per l'imminente Congresso degli Ingegneri che avrà luogo a Trieste, il Sindacato ha particolarmente sollecitato la nostra collaborazione e noi, mentre raccomandiamo vivamente ai consoci ingegneri di iscriversi personalmente, iscriveremo direttamente una larga rappresentanza del nostro Ufficio Centrale e della Redazione de *L'Elettrotecnica*.

Un secondo Congresso terrà quest'autunno il Sindacato a Torino per la solenne celebrazione di Galileo Ferraris, voluta dal Duce, in occasione del cinquantenario dell'invenzione del campo ruotante. D'accordo col Sindacato, l'A.E.I. indirà in tale occasione — in cui sarà oratore ufficiale S. E. il Prof. Vallauri — un'assemblea straor[illegible]aria dei suoi soci, analogamente a quanto si fece l'anno scorso a Pisa per la celebrazione di Pacinotti.

Confidiamo inoltre che alcuni nostri autorevolissimi consoci, ingegneri, possano efficacemente contribuire al Congresso con importanti memorie. (*Approvazioni*).

Rapporti con Associazioni straniere. — Nessun fatto saliente abbiamo notare, in questi ultimi mesi, nei nostri rapporti con le Associazioni consorelle dell'estero, che rimangono sempre cordialissimi.

In giugno si avrà invece una riunione plenaria della Commissione Elettrotecnica Internazionale, in Olanda e nel Belgio, e, subito [illegible], la consueta sessione biennale della Conferenza Internazion[illegible] [illegible]elle Grandi Reti a Parigi. Per quanto le due riunioni siano [illegible]ure competenza del Comitato Elettrotecnico, la Vostra [illegible]za non mancherà, come di consueto di interessarsi perchè [illegible]cipazione italiana risulti fattiva e decorosa.

Borsa Volta. — Come il Consiglio ricorderà, la Borsa Volta della America Society fu aggiudicata lo scorso giugno all'Ing. Pao[illegible]na fine di settembre, mentre era in viaggio per Amburgo doveva imbarcarsi, l'Ing. Paolini si è gravemente ammalato [illegible]go, dove trovasi tuttora degente.

[illegible]siamo intesi con la I.A.S. che se egli — come auguriamo — [illegible] la salute in modo da poter partire il prossimo settembre, [illegible]mento della borsa sarà semplicemente ritardato di un anno. [illegible]graziatamente invece il Paolini dovesse rinunciare, si interebbe il secondo classificato, Ing. Ferrari (*approvazioni*).

Cicli di taratura. — Avrete letto su *L'Elettrotecnica* la relazione Prof. Pugno Vanoni, sull'ultimo ciclo di tarature che ha dato [illegible]ramente soddisfacenti. Possiamo comunicarvi che il *nuovo ciclo* sta per iniziarsi. Come fu deciso a Gardone esso si svolgerà questa volta nel campo delle correnti deboli, ed avrà per oggetto la determinazione delle caratteristiche di un complesso induttanza-condensatore variabile da provarsi fra 250.000 ed 1 milione di p/s. Del ciclo si occupa ancora il Prof. Pugno Vanoni con la collazio[illegible] dell'Istituto di Torino.

Andamento dell'Associazione.

[illegible] *sostenitori.* — Dobbiamo prima di tutto compiarcerci del [illegible]incontrato dall'iniziativa presa a Gardone per la istituzione [illegible] sostenitori. A tutt'oggi essi ammontano a *141* individuali [illegible] collettivi, e fra i primi ben *8* hanno voluto versare subito [illegible]o annualità in modo da meritare il titolo di *benemeriti*. Siccome a sensi dello Statuto la proclamazione a socio benemerito [illegible]e esse fatta (o sanzionata) dall'Assemblea su proposta del Consiglio Generale, vi prego di voler proporre fin d'ora alla prossima Assemblea la proclamazione a benemeriti dei consoci:

Sartori Ing. Prof. Giuseppe.
† Silva Ing. Comm. Angelo (defunto).
Bottani Ing. Prof. Ercole.
Celeri Ing. Gr. Uff. Ferruccio.
Del Buono Ing. Gr. Uff. Ulisse.
Dalla Verde Ing. Prof. Agostino.
Selmo Ing. Luigi.
S. E. Vallauri Ing. Prof. Gr. Uff. Giancarlo.

È da augurarsi che da qui a settembre altri nomi si aggiungano alla lista (*approvazioni*).

Ritornando al successo dell'iniziativa, prescindendo per il momento dal notevole beneficio economico su cui torneremo in sede di bilancio, crediamo dover notare che se la mancanza di taluni nomi nell'elenco dei sostenitori è stata per noi una dolorosa sorpresa, siamo stati per contro ampiamente compensati dalla spontanea adesione di tanti soci che si erano sempre tenuti lontani dalla vita ufficiale dell'Associazione. Molti di essi hanno voluto accompagnare la loro adesione con parole di plauso e di incoraggiamento che hanno costituito l'elogio più ambito per tutti coloro che cooperano alla attività del nostro Sodalizio.

Movimento Soci. — Indipendentemente dai Sostenitori, il movimento soci risulta dal grafico che Vi presentiamo. La diminuzione del numero totale dei soci è stata in quest'ultimo anno ancora sensibile, ma notevolmente meno forte che nell'anno precedente.

La minor pendenza della curva è da augurarsi preluda ad un principio di ripresa. Degno di nota che la diminuzione assoluta di 200 soci circa risulta da una defezione effettiva di circa 400 soci compensata per metà da circa 200 nuove iscrizioni. Tutti gli sforzi delle Presidenze di Sezione devono pertanto essere rivolti ad attirare nuovi elementi nell'orbita dell'A.E.I. più che a trattenere coloro che non desiderano o non possono più rimanere nelle nostre file. Per quanto riguarda le singole Sezioni, la diminuzione percentuale è assai variabile dall'una all'altra e per cinque di esse il numero è stazionario od in leggero aumento.

Attività Sezioni. — L'attività delle Sezioni è stata negli ultimi 12 mesi sensibilmente minore che nell'analogo periodo precedente. Si ebbero infatti in totale solo 146 riunioni contro le 188 dell'anno precedente. Per due Sezioni, dai dati in possesso dell'Ufficio Centrale, non risulterebbe nei 12 mesi alcuna forma di attività. Ci permettiamo di ricordare ai rappresentanti delle Sezioni qui presenti, che la prosperità dell'A.E.I. è essenzialmente legata all'attività, e alla prosperità delle Sezioni.

Comitati « Comunicazioni ». — In seguito alle deliberazioni prese a Gardone abbiamo invitato le Presidenze di Sezione ad istituire presso di sè un piccolo Comitato di competenti per coordinare ed intensificare l'attività sociale nel campo sempre più importante delle *comunicazioni*.

All'invito hanno creduto di ottemperare le Sezioni seguenti: Adriatica, Bologna, Livorno, Milano, Palermo, Torino e Trieste. Fra le maggiori Sezioni soltanto quella di Roma non ha creduto seguire l'indirizzo tracciato a Gardone. In alcuni di questi Comitati Sezionali è stato opportunamente incluso il reggente od un rappresentante dei gruppi r. t. dei Sindacati Ingegneri. In omaggio a quello spirito di collaborazione ed a quel desiderio di affiatamento di cui si è detto, sarebbe forse bene che la cosa si generalizzasse.

Si tratterebbe ora — se il Consiglio ritiene opportuno perseverare nell'iniziativa — di costituire il previsto Comitato Centrale destinato a coordinare l'attività dei vari Comitati di Sezione ed in particolare a curare l'organizzazione tecnica dei Congressi annuali per la pate in essi dedicata alle comunicazioni. Trattandosi di una iniziativa nuova e di un organismo interno dell'Associazione riteniamo che la nomina di tale Comitato Centrale possa essere di competenza del Consiglio, e perciò Vi proponiamo di formarlo con un rappresentante di ciascun Comitato Sezionale da designare dai singoli Comitati; con un rappresentante della Presidenza Generale; con uno del C. N. d. R. e finalmente con un rappresentante del Sindacato Ingegneri che confidiamo possa essere lo stesso Ing. Franchetti reggente nazionale dei gruppi r. t. dei Sindacati. (*Il Consiglio approva all'unanimità*).

Ricordate che, nello stesso ordine di idee, si è deliberato di offrire ai soci la scelta fra *L'Elettrotecnica* e l'*Alta Frequenza*. Solo 195 soci hanno finora optato per l'A. F. e di questi una cinquantina figuravano già fra gli abbonati a tale rivista. Il numero è modesto ma va tenuto presente la diversa frequenza e la diversa mole delle due riviste.

Noi pensiamo che, non volendo modificare le caratteristiche attuali dell'*Alta Frequenza*, bisognerebbe integrarla con una pubblicazione meno elevata, e quindi più accessibile a molte categorie di soci e più vicina per mole e per frequenza a *L'Elettrotecnica*. E ci auguriamo che le condizioni dei futuri bilanci consentano di prendere in seria considerazione la cosa.

3. - Pubblicazioni.

Rivista «L'Elettrotecnica». — Come i colleghi sanno, *L'Elettrotecnica* ha, col 1° gennaio, mutato il ritmo delle sue pubblicazioni diventando da decadica quindicinale, ed ha modificato il suo aspetto esteriore. Di più si è potuto migliorare lievemente la carta ed i caratteri.

La prima modificazione — sostanziale — non ha menomamente nuociuto ai soci ed abbonati essendosi mantenuto immutato il numero globale delle pagine. Nei primi quattro mesi si sono anzi pubblicate complessivamente 316 pagine, mentre i 12 fascicoli equivalenti dello scorso anno ne contavano complessivamente 276.

La modificazione dell'aspetto esteriore è stata generalmente bene accolta; ma si deve comunque ricordare che essa fu attuata per accondiscendere al desiderio ripetutamente manifestato di molti dei nostri inserzionisti, e non grava sul bilancio della rivista. Pure apprezzato è stato, naturalmente, il miglioramento della carta, mentre i nuovi caratteri scelti col criterio di non diminuire la densità della rivista (ossia la quantità di materia pubblicata nell'anno) sono da più d'uno giudicati di lettura un po' faticosa. Ma nutriamo speranza — come diremo in sede di bilancio — di poter l'anno prossimo ritornare ad un corpo tipografico un po' più grande, migliorando anche così l'aspetto della rivista.

Per quanto concerne la sostanza della rivista non crediamo di doverci dilungare essendosi ancora seguiti i consueti criteri. Non mancano naturalmente desideri ed inviti per una maggiore varietà e per una maggiore prevalenza di articoli brevi ed accessibili anche a tecnici non specializzati, e per una maggior ricchezza di cronaca. Ma purtroppo su tale punto dobbiamo ancora una volta ripetere che, per quanto concerne gli articoli, la rivista è quale la fanno i soci che ad essa collaborano: mentre per quanto riguarda le notizie non si può che deplorare la indifferenza se non la resistenza opposta dalle ditte e dagli enti che dovrebbero procurarcele.

Rendiconti. — Il problema dei rendiconti, che non riescono ad avere la diffusione e la fortuna che veramente essi meriterebbero, è sempre uno dei più preoccupanti. Ricorderete la decisione presa lo scorso anno di sospendere le prenotazioni — che erano a troppa lunga scadenza — e di mettere invece il volume in vendita ad un prezzo minimo, con ulteriore agevolazione ai soci che lo acquistassero entro un certo tempo.

Il nuovo esperimento sarà attuato in pieno quest'anno, dato che quando lo scorso anno fu deciso, le prenotazioni erano già state aperte. Comunque dei rendiconti di Sorrento — volume dedicato ai Materiali e riuscito una magnifica opera di consultazione — non si sono finora collocate neppure 1000 copie (comprese quelle date ai partecipanti al Congresso) rimanendo di circa 200 copie al di sotto della media.

Il volume di Gardone — pure riuscito assai bene — pronto già alla fine di marzo non ha potuto essere spedito ai congressisti e messo in vendita che in questi giorni, e non è quindi possibile oggi alcuna seria previsione. A buon conto si è potuto ridurne il costo con accorgimenti di vario genere che non hanno nuociuto all'aspetto e alla sostanza del volume, e se ne è ridotta un pochino la tiratura. Ma è certo deplorevole che si stenti tanto a vendere per 30 lire dei volumi che hanno un valore librario almeno triplo e che costituiscono opere di consultazione preziose. Il volume è stato inviato in omaggio, come sempre, alle Presidenze di Sezione alle quali raccomandiamo vivamente di non trascurare nessuna occasione di propaganda.

Alta Frequenza. — Anche questa pubblicazione non ha la fortuna che si merita. Assai apprezzata, anche all'estero, per la sua elevatezza e per il suo contenuto, stenta a diffondersi. Nel 1935 gli abbonamenti sono sensibilmente diminuiti, mentre il numero delle copie collocate è rimasto circa lo stesso in grazia dei 150 soci circa che hanno voluto l'*Alta Frequenza* invece de *L'Elettrotecnica*. Non si è comunque raggiunto lo sperato aumento di tiratura che avrebbe fatto diminuire il costo unitario della pubblicazione. Come Vi è noto lo scorso anno l'*Alta Frequenza* ottenne uno dei premi di 15.000 lire dall'Accademia d'Italia, ciò che valse fortunatamente a sanarne il bilancio. Quest'anno dovrà l'A.E.I. far fronte all'onere della pubblicazione, ma crediamo sarete concordi nel giudicare che il pregio riconosciuto alla rivista meriti qualche sacrificio. (*Approvazioni*).

Stiamo comunque studiando tutti i possibili mezzi per dare una maggiore diffusione alla rivista, e potremo riprendere il discorso nella riunione annuale.

Annuario. — L'Annuario ha ormai trovato il suo assetto, anche dal punto di vista economico. Le economie realizzate nella sua stampa ed il successo crescente del *Repertorio Elettrotecnico*, iniziato due anni or sono, fanno sì che la pubblicazione basti a sè stessa.

Norme e Varie. — La pubblicazione delle Norme in fascicoli separati, dati gratuitamente a tutti i soci, ha importato come è noto un lieve onere, che però tende ad essere compensato dalla crescente vendita delle Norme stesse.

Nulla da notare per le minori pubblicazioni.

Le *Descrizioni Impianti* hanno subito una sosta, un po' per mancanza di materia prima, un po' per le difficoltà create da un decreto d'origine militare che vietava simili pubblicazioni, difficoltà poi superate per l'interessamento della Vostra Presidenza presso i competenti Ministeri.

Anche per le *Monografie* nessuna novità. Alcune pubblicazioni attualmente in corso su *L'Elettrotecnica* potranno però dare presto occasione ad una ripresa.

Manuale di elettrotecnica dell'A.E.I. — Dopo le inevitabili difficoltà ed incertezze del primo periodo, l'iniziativa può dirsi decisamente avviata. In linea economica la Ditta Hoepli ci ha confermato in forma definitiva le precedenti intese per cui essa si assume la spesa ed i rischi della pubblicazione, riservando il 10 % del prezzo di vendita a compenso dei collaboratori. In linea tecnica il Comitato Direttivo ha fissato le grandi linee del manuale e scelto un certo numero di collaboratori principali. Il solerte Segretario del Comitato, Ing. Rossi, ha già iniziato le trattative e si è già assicurata l'opera di una sessantina di collaboratori. (*Approvazioni*).

4. - XL Riunione Annuale.

Riunione annuale - Organizzazione tecnica. — Come vi è no[illegible] per la prossima Riunione annuale è stato fissato, a Gardone, il tema delle *Misure*. L'argomento è estremamente vasto, cosicchè come già avvenne l'anno scorso per il tema delle *Perturbazioni*, non sarebbe stato certamente possibile trattarlo in modo organico e completo. Si è quindi creduto di insistere sopratutto sulle novi[illegible] e sulle tendenze odierne in fatto di strumenti e di metodi di misura. Pure avendo così limitato il campo abbiamo già oggi [illegible]rate una quarantina di relazioni e memorie che basterebbero a garantire la buona riuscita del Congresso. Di esse oltre la metà riguardano misure nel campo delle comunicazioni con e senza fili; il che è ben naturale dato il pieno rigoglio odierno della tecnica relativa, e ben risponde alla tendenza da Voi approvata a Gardone di meglio coordinare ed intensificare sempre più l'attività della nostra A.E.I. in tale campo.

La riunione avrà anche l'attrattiva di una piccola esposizi[illegible] di apparecchi di misura con particolare riguardo alle novi[illegible] cui ci siamo già assicurata la partecipazione di alcune im[illegible] Ditte.

Sede. — Secondo le direttive da Voi approvate a Gardone di continuare nell'indirizzo seguito negli scorsi anni scegliendo sedi tranquille ed attraenti, lontane dalle grandi città, abbiamo prima rivolto i nostri tentativi alle località del litorale Adriati[illegible] non ci fu possibile trovare alcuna soluzione soddisfacente. Si [illegible] ritornati all'idea di Rapallo o Santa Margherita Ligure gi[illegible]derata l'anno scorso in alternativa con Gardone. Le trattative già ben avviate pur non essendo possibile dirvi oggi su quale due cittadine, vicinissime ed entrambe attraenti, finirà per la nostra scelta.

(*Il Consiglio esprime il suo consenso*).

5. - Premi Jona e Righi.

Devono essere assegnate quest'anno, in occasione della [illegible]nione annuale, le medaglie Jona e Righi. La Redazione de *L[illegible]trotecnica* ha già predisposto l'elenco delle memorie che auto[illegible]ticamente concorrono alla prima, mentre finora nessun candi[illegible] si è presentato per la seconda, che però può essere assegn[illegible] iniziativa della Giuria anche all'infuori degli aspiranti. [illegible] ora di costituire le due Giurie.

Per il Premio Jona, Vi proponiamo di riconfermare la [illegible]missione del 1933, costituita dal Vostro Presidente e da[illegible] Lombardi, Lori, Rebora e Vallauri.

Per il Premio Righi, l'A.E.I. deve designare due soli membri essendo gli altri due designati rispettivamente dal Consiglio N[illegible]zionale delle Ricerche e della Società Italiana di Fisica. Vi pr[illegible]poneremmo di riconfermare S. E. il Prof. Fermi e di chiamare Prof. Perucca (che ebbe il premio l'altra volta) a [illegible]ire il com[illegible]pianto Senatore Garbasso.

(*Le proposte sono approvate all'unanimità*).

6. - Comitato Elettrotecnico Italiano.

Attività del Comitato. — Dobbiamo constatare con piacere la sempre più intensa attività del Comitato Elettrotecnico Italiano gui[illegible]dato con tanta passione dal Prof. Lombardi.

Sarete tra poco chiamati a dare la Vostra approvazione defin[illegible]tiva a tre fascicoli di Norme, ma altri otto fascicoli (di nuove nor[illegible] o di norme rivedute) sono assai avanzati e saranno certame[illegible] condotti a termine entro l'anno. Non contiamo fra essi [illegible] altri gruppi di norme dei quali stanno attualmente occup[illegible] i vari Sottocomitati del C. E. I. e parecchi dei quali potranno es[illegible]sere pubblicati come *schema* entro il corrente 1935. Mi è grat[illegible] cordare in modo particolare la efficace e cordiale collaborazion[illegible] data dai rappresentanti degli Enti governativi per alcuni impor[illegible]tanti capitoli delle Norme impianti.

Nuove nomine. — D'intesa con la Presidenza del C. E. I. Vi proponiamo ora di approvare le seguenti variazioni alla compagine di taluni Sottocomitati:

inclusione dell'Ing. Aldo Righi nel Sottocomitato Simboli;
» del Comm. Batori, in rappresentanza delle FF. SS. nel Sottocomitato Conduttori non isolati;
sostituzione dell'Ing. Tranquillo Novelli al compianto Ing. Ratti nel Sottocomitato Motori Primi Idraulici;
» dell'Ing. Altmann — che ha ottenuto la cittadinanza italiana — all'On. Scotti nel Sottocomitato Tensioni Normali: sostituzione chiesta dallo stesso On. Scotti.

Si deve anche provvedere a sostituire nel Sottocomitato Regolamentazione Linee, il compianto Ing. A. Silva che era di designazione nostra; ma dobbiamo chiedervi mandato di decidere in proposito non avendo ancora potuto consultarci con la Presidenza del Sottocomitato stesso.

(*Il Consiglio approva all'unanimità*).

Approvazione di nuove Norme. — Quando fu diramato l'Ordine del Giorno speravamo di poter avere pronte le copie delle bozze delle nuove Norme in tempo utile per poterle distribuire a Voi prima della partenza dalle Vostre dimore. Disgraziatamente solo ieri la tipografia ha potuto consegnarci tali bozze, cosicchè Vi chiameremo a dare il Vostro voto per referendum. Si tratta comunque di tre fascicoli di Norme, e precisamente delle:

— Norme per gli isolatori di porcellana (2ª revisione).
— Norme per gli isolatori in vetro (1ª edizione).
— Norme per i conduttori in rame nudo (1ª edizione).

I tre fascicoli Vi saranno spediti a domicilio con la scheda di votazione.

7. - Bilanci.

Note sul Consuntivo 1934. — Prima di procedere all'esame ed eventuale approvazione del Consuntivo 1934, desideriamo darvi alcune notizie e sottoporvi alcune considerazioni.

Come ricorderete, a Gardone, si discusse animatamente sul grave ...za delle Sezioni in grande o grandissimo ritardo nei ver...i all'Ufficio Centrale, e si concluse dando mandato alla ...sidenza di studiare con le Presidenze delle Sezioni stesse il modo ...gliore di sistemare le cose, senza escludere la possibilità di provvedimenti anche radicali. Siamo lieti di potervi comunicare che mercè l'intervento di alcuni soci autorevoli e volonterosi (fra i quali mi è grato additarvi l'Ing. Pippa, Presidente d... ...ne di Trento, a cui esprimo i più vivi ringraziamenti) ...eso necessario alcun doloroso atto di amputazione. Le ...tre Sezioni più gravemente ammalate si sono felicemente ri... ed è solo stato necessario tagliare sui crediti della Sede Cen... riconosciuti praticamente inesigibili. Ci è però sembrato pre...e — per ogni futura evenienza — di non cancellare addirittali crediti, come fu fatto qualche volta, eccezionalmente, in ...to; ma di formarne una voce speciale di bilancio, iscrivendo ...mporaneamente al passivo la somma di copertura necessaria. ...osì in realtà circa 18.000 lire che la Sede Centrale finisce col ...e: fortunatamente le risultanze del consuntivo 1934 non fu... così cattive come ancora in settembre si poteva temere; tan... a tale perdita si è potuto far fronte quasi completamente senza corrispondente falcidia del Patrimonio sociale. Le previsioni ...imiste del settembre erano dovute al fatto che ci mancavano ...le notizie di molte Sezioni relativamente al numero dei Soci ...ire. Prudenzialmente ne avevamo calcolati di più. Con tut...ci auguriamo fervidamente che simili dolorose contingenze ...n abbiano a ripetersi e raccomandiamo ancora una volta ...esidenze di Sezione la più vigile cura, e sopratutto il co...ng... di cancellare tempestivamente i soci morosi.

Siamo ora a vostra disposizione per tutti quegli ulteriori schiarimenti che ritenete necessari prima di votare il bilancio.

Nessuno chiedendo la parola, il Presidente mette in votazione il ...nsuntivo 1934 che è approvato all'unanimità.

Note sul ...ventivo 1935. — Secondo le disposizioni statutarie, ...ntivo 1935 fu da Voi approvato a Gardone con la previ...one di un disavanzo di circa 10.000 lire. Naturalmente non si era ...llora tenuto alcun conto del probabile apporto dovuto ai Soci so...tenitori. Oggi sappiamo che essi ci daranno quest'anno un contributo di circa 25.000 lire (oltre a 6000 lire circa di cui beneficeranno le varie Sezioni). Tenuto conto che ai sostenitori individuali ...ra... abbuonate L. 25 sulla quota di iscrizione del prossimo Con...resso, oppure verrà inviato gratuitamente il futuro volume dei ...ndiconti, e che ai sostenitori collettivi si devono inviare 4 copie più de *L'Elettrotecnica* o dell'*Alta Frequenza* e delle *Norme*, ... si ridurrà, per la sede centrale, a circa 16.000 lire.

... può quindi presumere che il bilancio 1935 si chiuderà in at...ivo, tanto più se, come speriamo, alcune previsioni da noi fatte ...lteranno eccessivamente pessimiste. Con ciò è sperabile che il ...atrimonio sociale possa essere a fin d'anno reintegrato di una parte delle falcidie ch'esso subisce da 4 esercizi.

Se poi le adesioni a socio sostenitore si rinnoveranno anche per il 1936, la futura Presidenza potrà pensare ad una eventuale riduzione della quota sociale, oppure ad un miglioramento delle pubblicazoni ed in genere dei servizi offerti ai Soci.

Modificazione regolamento. — A proposito della piaga dei soci morosi, ricorderete che a Gardone parecchie voci autorevoli si sono levate fra voi quasi per rimproverare la Vostra Presidenza di eccessiva indulgenza verso le Sezioni che non si attengono alle disposizioni regolamentari. Se non che abbiamo dovuto convincerci che il nostro Regolamento, nella sua forma attuale, non lascia alcuna possibilità di azione all'Ufficio Centrale.

Lasciando pure da parte la questione spinosa dei versamenti, l'art. 14 stabilisce infatti che entro il 15 luglio di ogni anno le Sezioni debbano comunicare all'Ufficio Centrale l'elenco dei soci che non hanno pagato la quota. L'esperienza di ormai molti anni ci dice che nessuna Sezione si attiene spontaneamente a tale disposizione, talchè l'invio dell'elenco in parola deve essere ripetutamente richiesto e sollecitato. Lo scorso anno alla fine di settembre, parecchie Sezioni non lo avevano ancora inviato. Conseguentemente l'Ufficio Centrale non può sospendere l'invio de *L'Elettrotecnica* ai Soci non in regola, che in settembre od in ottobre, e deve continuare a far stampare il numero corrispondente di copie per conservarle in attesa della cancellazione definitiva del Socio, che secondo gli art. 14 e 15 del regolamento dovrebbe essere decisa dalle Sezioni entro novembre e comunicata entro il 15 dicembre all'Ufficio Centrale, ma che praticamente è sempre ritardata.

Morale: l'invio e la stampa in pura perdita di parecchie centinaia di copie de *L'Elettrotecnica*. Non c'è nessuna altra rivista che si trovi in simili condizioni. Lo stesso Touring sospende al 1º gennaio l'invio delle riviste a chi non ha in precedenza rinnovato l'abbonamento.

Stando così le cose Vi proponiamo, senza riforme radicali contrarie allo spirito tradizionalista della nostra A.E.I., una semplice inversione di parti e di funzioni. Con la istituzione — che dura ormai da alcuni anni — dei bollettari di ricevuta a doppia figlia, l'Ufficio Centrale è tenuto (o meglio potrebbe essere facilmente tenuto) al corrente dei pagamenti dei Soci. Vi proponiamo pertanto di modificare l'art. 14 ricordato, nel senso che ai primi di luglio l'Ufficio Centrale sospende senz'altro l'invio della rivista ai Soci che ad esso non risultassero in regola coi pagamenti, comunicandone l'elenco alle Presidenze delle Sezioni. Le pubblicazioni non spedite verranno accantonate fino alla fine di settembre, alla quale data l'Ufficio Centrale comunicherà nuovamente alle Sezioni l'elenco dei soci che ancora non risultassero in regola coi pagamenti e che si intenderanno senz'altro radiati. Da tale giorno si ridurrà in relazione la tiratura della rivista.

Tale nostra proposta non vuole assolutamente suonare biasimo per le Segreterie di Sezione. Sappiamo con quale abnegazione la maggior parte dei segretari compia le proprie funzioni; è l'organizzazione materiale delle Sezioni che non può per ovvie ragioni essere paragonabile con quella dell'Ufficio Centrale.

Aperta la discussione si manifestano due tendenze: la prima sostenuta da *Righi, Motti, Del Buono* sarebbe favorevole a modificazioni più radicali anticipando al 1º marzo (ed anche prima) la eventuale sospensione della rivista; la seconda appoggiata da *Bordoni, Cassuto, Gasparoni*, vorrebbe invece che si continuasse nei sistemi di grande tolleranza fin qui seguiti, per timore di defezione di soci. Dopo chiarimenti del Presidente *Emanueli* e del Segretario *Barbagelata* i quali spiegano che la modificazione proposta non cambia sostanzialmente nulla delle attuali disposizioni regolamentari, ma tende solo a renderne possibile la applicazione — che ora non lo è — la proposta viene riletta dal Presidente, e, messa in votazione, viene approvata a grandissima maggioranza.

Essendo così esaurito l'o. d. g. il Presidente ringrazia gli intervenuti e toglie la seduta.

Il Segretario Generale:
A. Barbagelata.

Il Presidente Generale:
L. Emanueli.

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE ADRIATICA

Assemblea Generale Ordinaria dei Soci tenutasi in Pescara presso la Sede della Sezione il 13 aprile 1935.

Ordine del Giorno.

1º) Presentazione ed approvazione del Bilancio Consuntivo dell'Esercizio 1934 e del Bilancio Preventivo 1935;
2º) Rinnovazione di cariche Sociali di Presidenza scadute per compiuto triennio;
3º) Nomina della Commissione dei Revisori per l'Esercizio 1935;
4º) Attività della Sezione;
5º) Varie.

Alle ore 15.30 in seconda convocazione il Presidente della Sezione Cav. Dott. Ing. Gino Jazzarelli dichiara aperta la seduta ed

inizia la trattazione degli argomenti posti all'ordine del giorno, illustrando ai presenti il bilancio consuntivo dell'esercizio 1934 e quello preventivo per il 1935.

Esponendo il bilancio consuntivo nei suoi dettagli il Presidente comunica che avendo richiesto all'Ufficio Centrale onde ristabilire lo stato finanziario della Sezione, un sussidio od un abbuono sull'ammontare dovuto da questa Sezione stessa per crediti inesigibili verso Soci radiati per morosità, da parte della Sede Centrale si è ottenuto il congelamento della somma di lire 4500.

Rende inoltre noto che la maggiore attività del Consiglio Direttivo è stata rivolta al ricupero dei numerosi crediti arretrati.

Su questo punto il Segretario fa rilevare ai presenti che l'ottimo risultato ottenuto si deve in gran parte all'attività del Presidente che si è valso, per questo scopo, sia delle amicizie personali, sia della sua carica di Direttore dell'Esercizio di Pescara della Unes.

Il Presidente coglie l'occasione per esternare un elogio ai Soci dipendenti della Unes (Esercizio di Pescara) i quali hanno saputo lodevolmente rispondere alla sua richiesta di saldare gli arretrati e mettersi al corrente anche della quota Sociale 1935, mediante pagamenti rateali.

Il Presidente invita i Soci a mentenersi d'ora innanzi al corrente coi pagamenti delle quote Sociali ed a procurare nuovi Soci per sopperire anche alle perdite subite in seguito a dimissioni e alle recenti radiazioni di alcuni Soci morosi.

RENDICONTO AL 31-12-1934

ENTRATA

Contributi Sociali:			
N. 16 Soci individuali residenti a L. 70	L. 1.120,—		
» 138 Soci individuali non residenti a L. 60	» 8.280,—		
» 1 Socio individuale all'Estero a L. 100	» 100,—		
» 1 Socio collettivo a L. 250	» 250,—		
» 1 Socio studente a L. 40	» 40,—		
		L. 9.790,—	
Rendiconti Sorrento acquistati a ns/ mezzo		» 32,—	
Sopravvenienze attive per			
interessi su somme depositate		» 15,70	
ricupero quote abbuonate		» 60,—	
		L. 9.897,70	

USCITA

Contributi all'Ufficio Centrale per:		
N. 154 Soci individuali a L. 50	L. 7.700,—	
» 1 Socio all'Estero a L. 95	» 95,—	
» 1 Socio collettivo a L. 150	» 150,—	
» 1 Socio studente a L. 40	» 40,—	
		» 7.985,—
N. 1 copia rendiconti Sorrento a L. 25		» 25,—
Spese:		
Stampati e cancelleria	L. 127,60	
Diverse	» 180,30	
Postelegrafiche	» 285,45	
Bolli	» 55,80	
		» 649,15
Sopravvenienze passive:		
abbuono per quote inesigibili al 31-12-33		» 60,—
Totale uscita al 31-12-34		L. 8.719,15
Avanzo d'esercizio al 31-12-34		» 1.178,55
Totale complessivo		L. 9.897,70

PREVENTIVO PER L'ANNO 1935

ENTRATA

Contributi Sociali:		
N. 15 Soci individuali residenti a L. 70	L. 1.050,—	
» 109 Soci individuali non residenti a L. 60	» 6.540,—	
» 1 Socio individuale all'estero a L. 100	» 100,—	
» 2 Soci collettivi a L. 250	» 500,—	
» 1 Socio studente a L. 40	» 40,—	
		L. 8.230,—

USCITA

Contributo all'Ufficio Centrale per:		
N. 124 Soci individuali a L. 50	L. 6.200,—	
» 1 Socio individuale all'estero a L. 95	» 95,—	
» 2 Soci collettivi a L. 150	» 300,—	
» 1 Socio studente a L. 40	» 40,—	
		» 6.635,—
Spese:		
Stampati e cancelleria	L. 500,—	
Postelegrafiche e bolli	» 500,—	
Varie	» 595,—	
		» 1.595,—
		L. 8.230,—

SITUAZIONE PATRIMONIALE AL 31-12-1934

ATTIVO

Contanti in Cassa:	L. 90,15	
in bolli	» 11,65	
		L. 101,90
Banco Roma		» 72,30
C/c/ postale		» 281,40
Creditori vari (dei quali L. 3.698,75 inesigibili)		» 10.768,75
		L. 11.224,35

PASSIVO

Contributi dovuti all'Ufficio Centrale		L. 6.050,—
Quote anno 1935 esatte nel 1934		» 370,—
Patrimonio netto al 31-12-1933	L. 3.625,80	
Avanzi d'Esercizio 1934 al 31-12-1934	» 1.178,55	
		» 4 804,35
Totale		L 11.224,35

I bilanci vengono approvati all'unanimità.

Circa la scarsa attività culturale svolta dalla Sezione nell'esercizio 1934 il Presidente, rispondendo alla discussione aperta da alcuni Soci, fa notare come il maggiore ostacolo a questo ramo di attività sia dato dalla situazione geografica dei centri della Sezione stessa per cui si rende molto difficile il riunire in uno qualsiasi dei maggiori centri un congruo numero di Soci tale da lasciare soddisfatto qualsiasi oratore invitato a tenere conferenze.

Rende noto inoltre come non sia stato possibile mettere in pratica quanto era stato proposto all'assemblea del 15 aprile 1934 e cioè di indire conferenze appoggiandoci all'Istituto di Cultura Fascista per raggiungere un discreto numero di uditori e ciò perchè, per ragioni a noi non note, anche questo Istituto ebbe a sospendee il ciclo di conferenze iniziato.

Il Presidente però ritiene che in quest'anno, prendendo nuovi accordi con le Autorità locali, le quali non hanno negato il loro largo appoggio, si possa nuovamente esaminare la questione nella speranza di riuscire nell'intento. Fra le attività della Sezione, [illegible] nell'esercizio 1934, viene ricordata la visita alla Fiera del Le[illegible] alla quale hanno partecipato un discreto numero di Soci. [illegible] lasciato in tutti i partecipanti il migliore ricordo per le accoglienze veramente cordiali ricevute dai Soci della Sezione Puglies[illegible] e p[illegible]cipalmente dal Presidente Dott. Ing. Lucifero e dal Segretario Dott. Ing. Lazzaro.

Da parte di alcuni Soci viene proposta per il 1935, una gita a Ancona e Zara in occasione della prossima Fiera della Pescara.

La proposta viene accolta dai presenti i quali pregano il Dott. Ing. Luigi Bastianelli di interessarsi e riferire in merito, al Consiglio Direttivo.

L'Ing. Bastianelli accetta l'incarico.

Per il rinnovo delle cariche Sociali viene proposta un[illegible] che trova l'approvazione dell'Assemblea e pertanto il nuov[illegible] siglio della Sezione risulta così composto:

Presidente: Dott. Ing. Camillo Barberis.

Vice Presidente: Cav. Dott. Ing. Gino Jazzarelli.

Segretario: Sig. Rossi Beccafico Mario.

Consiglieri: On. Comm. Italo Colombati; Dott. [illegible] toli; Dott. Ing. Gaetano Merlitti; Dott. Ing. Michele [illegible] Dott. Ing. Silvestro Remoli; Dott. Ing. Salvatore Ra[illegible]

Delegati al Consiglio Generale: On. Comm. Italo Colombat[illegible] Dott. Ing. Luigi Bastianelli; Dott. Ing. Ugo Martini.

Per acclamazione vengono eletti alla carica di Sindaci Revi[illegible] i Soci:

Revisori Effettivi: Dott. Ing. Raimondo Romano; Dott. Giovanni Maria Cerrato; Dott. Ing. Francesco La Rovere.

Revisori Supplenti: Rag. Licurgo De Angelis; Sig. Sciarr[illegible] sandro.

Il Dott. Ing. Bastianelli, a nome dei Soci presenti e [illegible] interpretare il pensiero degli assenti, ringrazia sentitamen[illegible] sidente uscente dell'attività svolta a favore della Sezione [illegible] piace col Presidente nuovo eletto.

Prima di chiudere l'Assemblea il Presidente ringrazia [illegible] Ing. Luigi Bastianelli delle parole rivoltegli a nome dei [illegible] Sezione e comunica i nominativi dei Soci entrati di rec[illegible] parte di questa Sezione ai quali rivolge il benvenuto.

Alle ore 16.30 la riunione viene dichiarata chiusa.

* *

SEZIONE DI FIRENZE

Nella sera del 29 gennaio 1935 ha avuto luogo la [illegible] ferenza dell'Ing. **Enrico Mariani** sul tema: **« Gli ap[illegible] elettrici nell'esercizio ferroviario »**.

Presiedeva l'Ing. Amedeo Cuttica.

Dopo avere descritta la genesi degli apparati centrali n[illegible] cizio ferroviario ed illustrate le ragioni del loro impiego e l[illegible] essenziali caratteristiche, l'Ing. Mariani ha dimostrato come la s[illegible] cessiva introduzione in essi di dispositivi elettrici ed elettromec[illegible] nici abbia gradualmente portato alla creazione degli appa[illegible] cen trali elettrici, nei quali tutte le operazioni di manovra e di control[illegible] e quasi tutte quelle di collegamento sono effettuate mediante c[illegible] rente elettrica.

L'Ing. Mariani ha poi descritto l'apparato centrale elettric[illegible] sue varie parti, centrale di alimentazione, banco delle leve, m[illegible] per manovra scambi e segnali, apparecchi di controllo e di co[illegible] senso, circuiti di binario, ecc., ecc., riuscendo a dare una ch[illegible] idea della posizione e del funzionamento dei vari organi e dei var[illegible] circuiti e delle loro interdipendenze senza ricorrere alla illustr[illegible] zione di complicati schemi.

Ha infine comunicato alcuni dati sulle caratteristiche elettriche dei diversi apparecchi e sui relativi consumi di energia.

La chiara esposizione dell'egregio ingegnere, tecnico di non comune competenza in materia, è stata seguita con vivo interesse e vivamente applaudita dai convenuti.

*

La sera del giorno 21 marzo 1935-XIII l'Ing. **Alfonso Marullo,** dell'E.I.A.R. di Firenze, ha tenuto nei locali dell'Associazione una conferenza sul tema: **« Eliminazione delle perturbazioni apportate alle radioricezioni dal funzionamento di apparecchi elettrici ».**

Il conferenziere inizia richiamando l'attenzione sulla grande importanza che negli ultimi anni ha assunto il problema dell'eliminazione dei disturbi alle radioricezioni, importanza sempre crescente per il rapido diffondersi degli apparecchi radioriceventi e le esigenze giustamente aumentate da parte dei radioascoltatori dati gli enormi progressi che la radiotecnica ha effettuato nel campo delle radiodiffusioni.

I disturbi si possono dividere in due grandi classi: disturbi atmosferici e disturbi industriali (chiamerà così quelli dovuti in genere agli apparecchi elettrici). Non si sofferma sui primi che sono dovuti oltre che ai temporali e a scariche elettriche: alle aurore polari, alle perturbazioni astrali, alle macchie solari, alla cariche statiche durante l'alzarsi e coricarsi del sole, alle fasi lunari, ecc., che si possono attenuare scegliendo opportunamente il sistema ante aereo-terra ed accoppiandolo con particolari accorgimenti ricevitore.

I disturbi industriali sono dovuti a quegli apparati elettrici che producono: o brusche variazioni di corrente, o interruzioni di corrente o scintille, sia per il loro regolare funzionamento, sia per cattivo materiale o cattiva manutenzione.

Le perturbazioni elettromagnetiche che influenzano i radioricevitori sono dovute ad oscillazioni elettriche smorzate che si producono nei circuiti elettrici per le cause suddette, e che danno luogo alla emissione di onde elettromagnetiche su una vasta gamma di frequenze. Queste onde raggiungono i ricevitori o per irradiamento diretto oppure per convogliamento lungo le linee, condutture elettriche, tubazioni metalliche, ecc.

Queste onde convogliate raggiungono i ricevitori per accoppiamento d... o per accoppiamento capacitivo (il più frequente) di ...nee e le tubazioni medesime.

...l'eliminazione di tali perturbazioni si può agire o all'arrivo ricevitore (sistema meno efficace) o all'origine sull'apparecchio ...rbatore (sistema molto più efficace). Nel primo caso è utile ...do che l'aereo sia lontano e a 90° gradi rispetto a fasci ...ici e debolmente accoppiati al ricevitore, sul quale può ...sere adottato un filtro passabasso fra la rete d'alimentazione e il ...cevitore medesimo.

Nel secondo caso il metodo da seguire è quello di ridurre al ...imo possibile le cause di interruzioni di corrente, di variazioni ...nso, di intensità delle medesime, e di scintillamento; di corto...are le oscillazioni parassite ad alta frequenza per la strada ...ve e diminuirne il più possibile l'irradiamento ed il convo...to.

...circuito si effettua generalmente a mezzo di capacità de...li estremi del tratto dove avviene l'interruzione del cir...ità di valore più grande (2 a 6 mF) per correnti continue, ...ola (0,2 a 0,5 mF) per correnti alternate. Per evitare che la ...nte chiusura del circuito cortocircuitando il condensatore ...dolo bruscamente, produca altre cause di oscillazioni elet...iche è bene porre in derivazione sul condensatore una re...i elevato valore tale da scaricarlo prima che il circuito si ... Per evitare l'irradiamento delle oscillazioni perturbatrici ...hermare (ove ciò sia possibile) l'apparecchio disturbatore; ...tare il convogliamento delle medesime lungo la linea di ali...tazione (su cui è derivato l'apparecchio elettrico) è molto effi... inserire su ogni conduttore una bobina d'induttanza di 1 mH ...e di derivare verso la linea e sulla medesima due capacità (da ...mF) in serie, mettendo a terra le armature collegate in...ltre è bene che i conduttori della linea di alimentazione ...nati (sotto piombo, per esempio).

...l ...enziere passa in rassegna i principali apparecchi elet...he danno disturbo alle radioricezioni: dimostrando anche ...mente per alcuni di essi come l'inserzione di condensatori e ...ne elimini il convogliamento delle perturbazioni e come nella ...ggior parte dei casi sieno sufficienti le sole capacità per ottenere ...scopo (che è così raggiunto con una spesa minima), rendendo pos...bile una radioricezione che altrimenti sarebbe stata completa...ente coperta del rumore prodotto dal disturbo industriale. Ter...na la rassegna col problema della eliminazione dei disturbi pro...dagli apparati telegrafici Baudot, sui quali si sofferma un poco ...lungo, essendo tali disturbi fra i più diffusi e difficili ad eli...arsi dovendosi badare a non alterare con l'applicazione dei ...ltri i regimi delle correnti degli apparati medesimi. Il problema ... risolve felicemente con la scelta di adatti valori dei condensatori ...e delle resistenze da applicarsi ai contatti delle varie corone del ...istributore.

L'oratore accenna poi all'esistenza di un complesso problema economico-giuridico accanto a quello tecnico, questo può dirsi ormai praticamente risolto, quello invece ancora attende una soluzione definitiva. Infatti per potere emanare norme atte a proteggere efficacemente le radioricezioni è necessario stabilire quale livello minimo di campo elettromagnetico utile deve essere protetto, a qual livello deve essere ridotto il campo disturbatore in rapporto al suddetto minimo livello, con quale metodo dovranno essere effettuate le misure relative e a chi deve essere addossato l'onere della eliminazione del disturbo.

Chiude citando alcuni risultati a cui è pervenuto il Congresso della Commissione Internazionale Elettrotecnica, tenutosi a Parigi il giugno dello scorso anno per trattare appunto tale argomento.

La conferenza è stata seguita con vivo interesse da tutti i convenuti che hanno applaudito l'Egregio conferenziere.

PERSONALIA

A parziale rettifica di quanto pubblicato a pag. 388 del giornale del 25 maggio, precisiamo che l'Ing. Dott. **Marco Semenza** della Sezione di Milano ha conseguito la libera docenza in « Tecnologie elettriche e dei trasporti ».

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI CATANIA (presso la R. Università).

25 Maggio - ore 18,30. — TAFFARA Dott. Salvatore: « L'universo si espande ».

1° Giugno - ore 18,30. — POLIZZI Dott. Ing. Cesare: « I princìpi della televisione ed i problemi fondamentali di essa ».

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).

4 Giugno - ore 21,15. — PUGNO VANONI Dott. Ing. Prof. Enzo: « Nuovi tipi di apparecchi radiologici » (Plesio e Gammaroentgenterapia).

8 Giugno - ore 21,15. — MARZOLI Dott. Ing. Armando: « I servizi del Centro Radio Marittimo di Coltano ».

20 Giugno. — Visita alla Stazione R. T. di Coltano.

SEZIONE DI GENOVA (Via Assarotti, 4/2).

6 Giugno - ore 21,15. — BARATTA Prof. Dott. Ferruccio: « Dielettrici solidi e liquidi ».

15 Giugno - ore 15,15. — Visita ai forni elettrici da 25 tonn. della Soc. Italiana Acciaierie Cornigliano Cogne.

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

29 Maggio - ore 21,15 (presso il Sindacato Fascista Ingegneri). — GNESUTTA Dott. Ing. Eugenio: « L'amplificazione a bassa frequenza nei radioricevitori di alta qualità ».

7 Giugno - ore 21,15. — Ten. Colonnello CIACCIA Dott. Ing. Amleto: « Stato attuale degli studi sulla jonosfera ».

14 Giugno - ore 21,15. — FORZANI Dott. Ing. Vittorio: « Gli impianti idroelettrici del gruppo Magra della Società Acciaierie e Ferriere Lombarde Falck ».

SEZIONE DI NAPOLI (Via Tarsia, 39).

4 Giugno - ore 21,30. — Discussione dello « Schema di revisione del Capitolo III delle Norme Impianti ». Precederà una comunicazione dell'Ing. Prof. Leo FINZI sul tema: « Un metodo elettrico per la misura delle accelerazioni angolari ».

SEZIONE DI TORINO (Piazzetta Madonna degli Angeli, 2)

8 Giugno - ore 14. — Visita allo Stabilimento della Società Anonima FIAT - Sezione Ferriere Piemontesi.

SEZIONE DI TRIESTE (Via C. Battisti, 22).

14 Maggio - ore 19. — PUGNO VANONI Prof. Dott. Ing. Enzo: « Apparecchi per terapia con onde corte ».

SEZIONE VENETA (Padova - Via S. Francesco, 27).

10 Maggio - ore 21. — PUGNO VANONI Prof. Dott. Enzo: « Apparecchi per terapia ad onde corte ».

...ELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.* Ind. Graf. It. STUCCHI - Milano.

VOL. XXII (XXXIX degli Atti) 25 Giugno 1935 - ANNO XIII N. 12

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

AMMINISTRAZIONE: UFFICIO CENTRALE DELL'A.E.I.: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (2/2) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086 - C/C POSTALE 3/1189 - MILANO

SOMMARIO

Radiotecnica e geofisica.

Le relazioni fra tecnica e scienza pura sono assai più strette di quanto generalmente si creda. Ne è esempio cospicuo quanto è avvenuto e sta tuttora avvenendo nel campo della radiotecnica. Sorta da una lunga elaborazione di studi sperimentali e teorici che potevano sembrare dapprima poco più di eleganti esperienze didattiche sulle oscillazioni elettromagnetiche, e portata da un tratto di genio ai fastigi di una meravigliosa applicazione pratica, la radiotecnica sta restituendo, sotto altra forma, al patrimonio scientifico della umanità i tesori di nozioni di cui essa si è giovata.

La conoscenza delle alte regioni dell'atmosfera era infatti sempre rimasta poco più di una aspirazione della geofisica ed uno dei capitoli meno noti di essa. Mancavano a tale scopo gli strumenti di studio, i mezzi per esplorare quelle regioni inaccessibili e pure di tanta importanza per la fisica del globo dove viviamo.

Le più ardite ascensioni aeronautiche e gli stessi palloni sonda non potevano spingersi che ad altezze relativamente modeste e davano soltanto notizie frammentarie e slegate. I pochi fenomeni che si potevano osservare nell'alta atmosfera, come le aurore polari, il passaggio di meteoriti, ecc., erano di troppo difficile interpretazione e sfuggivano ad ogni nostro controllo.

Le cose sono cambiate coll'introduzione della radiotecnica; le onde elettromagnetiche impiegate nelle radio trasmissioni hanno messo a disposizione degli studiosi quello strumento di penetrazione e di ricerca che essi avevano a lungo cercato.

I fenomeni di trasmissione e ricezione delle onde elettromagnetiche che avevano percorso lunghi tragitti nell'atmosfera, rivelarono ben presto una quantità di particolari, una molteplicità di variazioni e di effetti che non potevano incontrare altra esplicazione se non in una azione del mezzo attraversato.

Molta strada si è fatta da quando nel 1902 il Kennelly, in base ai rilievi radiotecnici, emetteva per la prima volta la sua teoria della esistenza di uno strato riflettente delle onde elettromagnetiche nelle altissime zone dell'atmosfera.

Oggi la geofisica dell'atmosfera fino ad altezze di centinaia di chilometri, è bensì ancora lungi dall'essere completamente nota, ma tuttavia ha rivelato una quantità di notizie e di dati che permettono di tracciarne un quadro abbastanza organico e soddisfacente.

Molte di queste notizie sono dovute direttamente a studi di radiotecnica, altre sono state raggiunte per altre vie ma pur sotto l'assillo delle necessità della tecnica delle radiocomunicazioni o per la curiosità scientifica suscitata da fenomeni da essa messi in rilievo.

Tracciare un quadro di questi studi mettendoli in relazione colla propagazione delle onde elettromagnetiche e colla tecnica delle radiocomunicazioni è senza dubbio compito assai interessante ma anche difficile e ardito.

È quanto si è proposto di fare oggi pei nostri lettori l'Ing. RUTELLI nell'articolo che pubblichiamo.

Fare nei brevi limiti di un articolo una esposizione completa ed esauriente di una materia così vasta, che interessa campi diversi dello scibile umano, e che è tuttora in continua evoluzione, non è naturalmente possibile. Tuttavia riteniamo che l'esposizione che oggi presentiamo interesserà una larga schiera di nostri lettori e potrà forse suscitare in molti il desiderio di approfondire quegli argomenti che qui sono per necessità brevemente riassunti.

Nuovi sistemi di segnalazioni stradali.

Il problema della regolazione del traffico nelle grandi città è ancora lontano dall'aver trovato una definitiva e soddisfacente soluzione pratica. Sono stati sperimentati molti sistemi di segnalazione i quali tutti danno indiscutibili vantaggi ma presentano altresì inconvenienti o nei riguardi della necessità del traffico o per ragioni tecniche od economiche relative all'impianto degli organi di segnalazione e delle relative installazioni di comando e di collegamento.

Le necessità del traffico richiedono negli impianti di segnalazione un alto grado di adattabilità; d'altra parte il flusso del traffico lungo una arteria cittadina costituisce un fenomeno in continuità cosicchè le alterazioni prodotte in un punto si ripercuotono su tutta l'arteria.

Ne segue che non è possibile alterare l'andamento delle segnalazioni in uno o pochi crocicchi indipendentemente dagli altri, ma è necessario che le messe a punto possano essere fatte da un unico centro con la necessaria coordinazione e unicità di direttive.

Ciò porta alla necessità di moltiplicare le linee di collegamento e di complicare le apparecchiature di comando.

Una soluzione nuova e ardita è descritta oggi dall'Ing. MAITLAND a proposito del recente impianto di Amsterdam. L'idea di ricorrere all'ausilio delle centrali e delle reti telefoniche urbane utilizzandone anche, sostanzialmente, le apparecchiature, è senza dubbio seducente e permette soluzioni assai interessanti.

Resta naturalmente a vedersi fin dove, praticamente, possano le esigenze di tale servizio essere compatibili colle esigenze proprie e colle direttive di esercizio delle Società telefoniche.

LA REDAZIONE.

PROPAGAZIONE DELLE ONDE RADIOELETTRICHE ATTORNO ALLA TERRA

G. RUTELLI

AEI *Conferenza tenuta all'Istituto Elettrotecnico della R. Scuola Superiore di Ingegneria di Padova, ad iniziativa dell'A.E.I. il 26 gennaio 1935-XIII*

Rassegna critica dei fenomeni di propagazione delle radioonde e delle varie relative interpretazioni, con un cenno all'attuale ripartizione delle bande di frequenza ai servizi radio ed uno sguardo ai moderni sistemi di trasmissione.

Dall'istante in cui la vibrazione di un'antenna radiotelegrafica o radiotelefonica fa sì che essa ceda allo spazio una parte dell'energia di corrente oscillatoria continuamente ad essa fornita dagli impianti, fino all'istante in cui una frazione maggiore o minore di questa energia assume forma di corrente oscillatoria nelle antenne riceventi, si dice comunemente che l'energia medesima, sotto forma di onde elettromagnetiche, viaggia, o, meglio, si propaga nello spazio. I fisici hanno pensato che la sede, o, se si vuole, il veicolo del movimento di queste onde, sia un gas privo di peso e provvisto di una peculiare elasticità elettrica, a cui si è dato notoriamente il nome di etere.

Su questo mezzo, purtroppo, le ipotesi non sono ancora concordi, anzi per certi aspetti, appaiono addirittura contraddittorie:

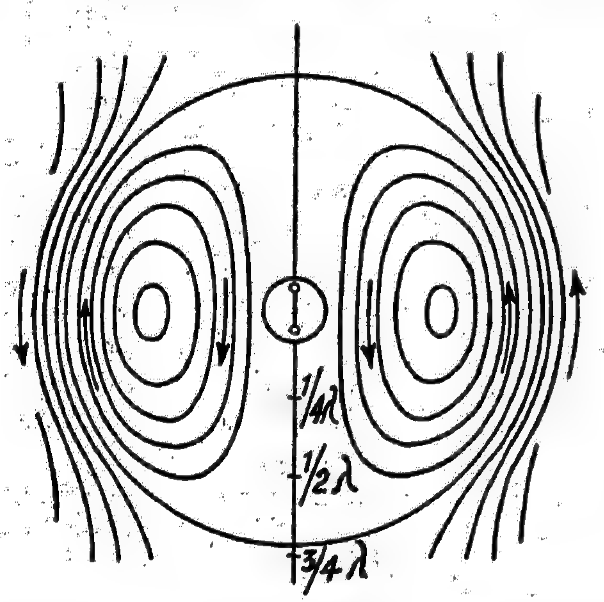


Fig. 1. — Mappa del campo in vicinanza di un dipolo Hertziano: corrente massima.

i fatti meglio accertati dalla fisica delle radiazioni confermano che quando queste si propagano per onde trasversali, il loro miglior veicolo sarebbe un mezzo a rigidità trasversale cioè un mezzo solido: l'etere dovrebbe perciò essere un mezzo a caratteristiche solide, mentre il fatto che non deve offrire ai movimenti dei corpi alcuna resistenza e deve anzi invadere questi nella loro intima struttura, sottraendosi alle leggi della impenetrabilità, impone di concepirlo come un fluido di estrema tenuità e scorrevolezza.

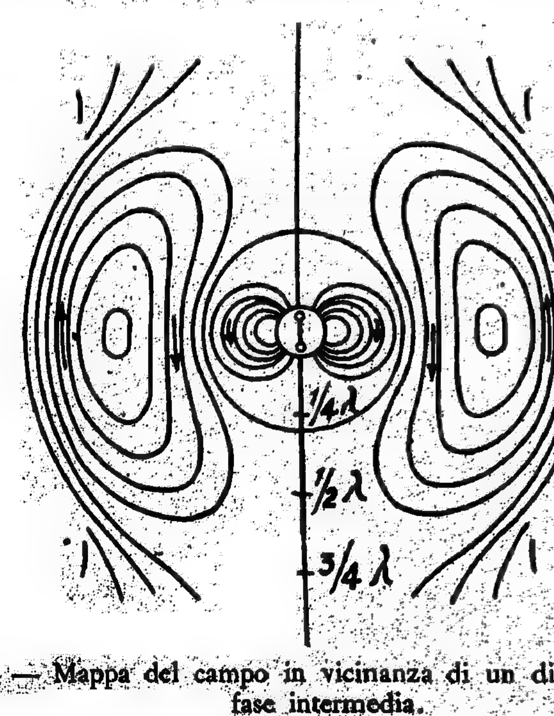


Fig. 2. — Mappa del campo in vicinanza di un dipolo Hertziano: fase intermedia.

È noto che le teorie ondulatorie di Grimaldi, Huyghens, Young e Fresnel — nelle quali l'etere si concepiva come inadatto a trasmettere vibrazioni longitudinali — teorie dette anche meccaniche e di cui fa parte quella elastico-solida della luce — hanno dovuto cedere il posto alla teoria elettromagnetica di Maxwell, la quale, oltre a presentare singolare eleganza e semplicità, perviene a stabilire, in accordo con le esperienze precedenti di Roemer, Fizeau, Foucault e di altri, la velocità finita della luce ed altri fatti verificati da Hertz e da Righi più tardi.

Tralasciando di intrattenerci ulteriormente sull'etere, ricordiamo che per un dipolo pulsante con legge armonica semplice, le linee

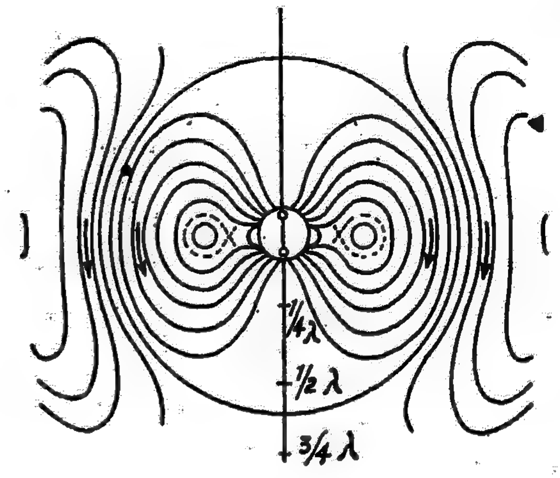


Fig. 3. — Mappa del campo in vicinanza di un dipolo Hertziano: fase intermedia.

di forza, nelle sue vicinanze, hanno, in determinati momenti, configurazioni quali quelle ottenute matematicamente da Hertz (figg. 1, 2, 3, 4); a grandi distanze, si ha un andamento come quello dise-

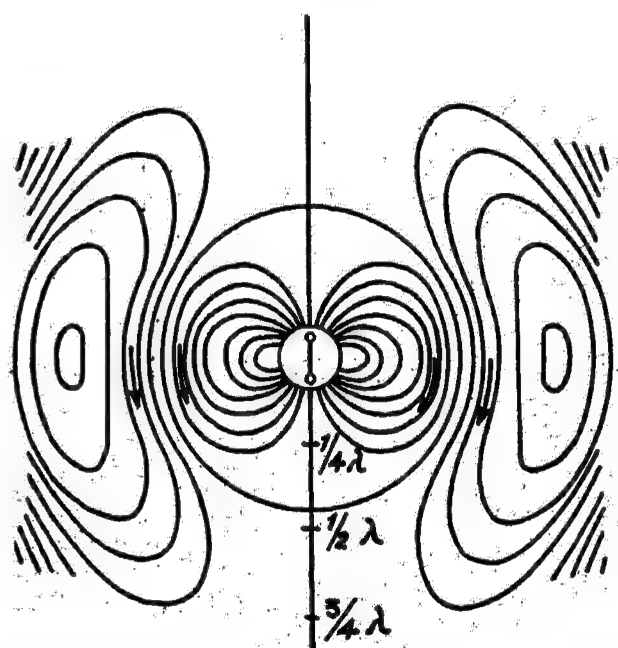


Fig. 4. — Mappa del campo in vicinanza di un dipolo Hertziano: tensione massima.

gnato in fig. 5 nella quale, supposta la terra perfettamente conduttrice, è lecito, in virtù del teorema della equivalenza delle superfici equipotenziali, sostituire la superficie terrestre al mezzo dipolo inferiore.

Reciprocamente, in queste condizioni, una qualunque antenna potrebbe essere pensata completata dalla sua immagine speculare terrestre.

Quando la conducibilità σ della terra non è grande, anche paragonata con la sua costante dielettrica ϵ, si ottiene un'immagine speculare dell'antenna che non ha la stessa fase di quest'ultima nè la stessa ampiezza della corrente e del potenziale. Si può giungere ad ottenere, per l'immagine speculare — quando σ/ϵ è assai piccolo — condizioni addirittura opposte per la fase, cosicchè ad esempio, il raggio superficiale potrebbe venire fortemente attenuato se non addirittura controbilanciato da quello inerente all'immagine.

Le ipotesi primordiali di una emissione dovuta ad un dipolo od oscillatore hertziano con relativa propagazione delle onde svolgentesi in uno spazio dielettrico isotropo ed illimitato, rappresentano però purtroppo, un'astrazione teorica semplificativa: la terra e l'atmosfera intervengono in modo tutt'altro che trascurabile a influenzare ed a complicare i fenomeni.

Si può dire semplicemente che la propagazione delle radioonde avviene in spazi aventi zone parzialmente dielettriche e zone parzialmente conduttrici, cosicchè la teoria che più converrebbe è quella

che considera non soltanto correnti di spostamento, ma anche correnti di conduzione.

I due casi estremi, corrispondenti ad altrettante astrazioni teoriche, condurrebbero ad onde armoniche il valore del cui campo è notoriamente, nel primo caso:

(1) $$F = F_m \text{ sen } \omega\left(t - \frac{x}{c}\right) \qquad \left(\omega = \frac{2\pi c}{\lambda}\right)$$ (esempio: propagazione su terreno secco), e nel secondo:

(2) $$F = F_m\, e^{-2\pi\sqrt{\mu\sigma f}\,x} \text{ sen } \omega\left(t - \frac{x}{\sqrt{\mu\sigma f}}\right)$$ (esempio: propagazione sul mare, sulla terra, ecc.).

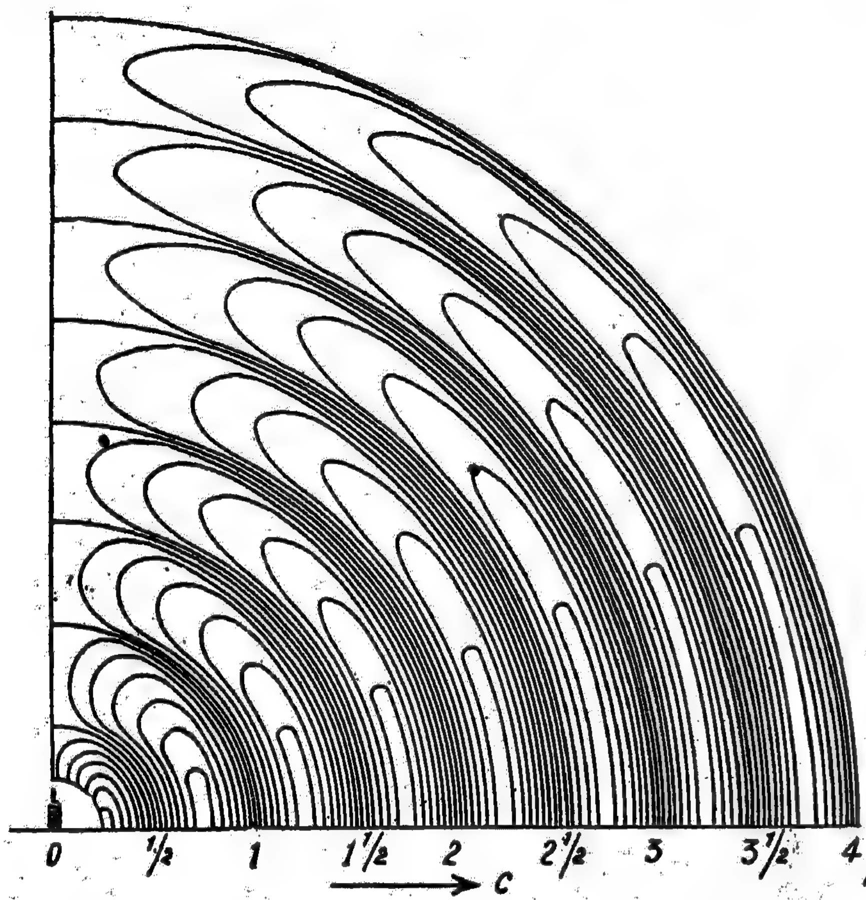


Fig. 5. — Mappa del campo di un dipolo Hertziano a grande distanza.

Gli studi teorici sulla propagazione delle onde elettromagnetiche, in genere hanno condotto a risultati che presentano quasi sempre delle differenze con i dati sperimentali e ciò è dovuto alle ipotesi di approssimazione che si è costretti ad adottare per la impossibilità di fare intervenire nella trattazione matematica tutti gli elementi noti e non noti dei fenomeni.

Il Sommerfeld, nella sua teoria fondamentale sulla propagazione, ha separato la radiazione superficiale da quella spaziale, supponendo la terra piana e non assolutamente conduttrice; egli si riferisce cioè ad un meccanismo fittizio dei fenomeni, mentre in realtà l'onda di propagazione è unica: di essa una parte ha un percorso spaziale e l'altra un percorso superficiale.

Questa concezione ha avuto però tra l'altro il pregio — come vedremo meglio più avanti — di condurre a notevoli interpretazioni qualitative e quantitative dei fenomeni.

La tecnica peraltro ha modernamente ideato sistemi radianti atti a creare un regime di propagazione per onde prevalentemente spaziali oppure superficiali.

Le formole dedotte da Hertz ammettono la terra piana e conduttrice e lo spazio dielettrico, quelle di Austin fanno già intervenire l'azione della superficie della terra, che però continua ad essere considerata piana, lo Zenneck considera la propagazione superficiale con riguardo all'azione terrestre, il Poincarè considera la terra sferica e conduttrice e via dicendo.

Terra, Tropo- e Stratosfera.

La struttura del nostro pianeta e dell'atmosfera che lo avvolge ha scientificamente assunto particolari aspetti da quando, oltre al geofisico, è stato necessario al radiotecnico di occuparsene.

Il diverso modo di concepire il valore di talune grandezze caratteristiche della terra (conducibilità, costante dielettrica, ecc) e quello dei fenomeni, ha creato una forma feconda di collaborazione, dal momento che studiosi aventi diversa mentalità e diversi mezzi, esploravano il medesimo campo.

La crosta terrestre fa da letto alla prima zona di un oceano « sui generis » detta troposfera di cui il moto vorticoso dell'aria è notoriamente la caratteristica fisica saliente, dopo l'esistenza dei grandi temporali.

La caduta sensibilmente continua di temperatura (dell'ordine di 5°/km fino a circa 8°/km) cessa ad una certa quota che segna l'inizio di una zona detta tropopausa, la quale si trova ad altezza media variabile da punto a punto della terra ed anche nello stesso punto: in Europa, ad esempio, si trova ad una diecina di chilometri, mentre al disopra dell'Equatore si va fino circa a 20 km con temperature di — 75° ÷ — 80°.

Oltre la tropopausa si ha la stratosfera che a quota bassa è stata esplorata per mezzo di apparecchi sonda, trasportanti strumenti di misura muniti di paracadute il cui pallone di sostegno ha potuto attingere quote dell'ordine di 35 km, oltre che per mezzo di vere ascensioni in pallone (Pickard) od in aeroplano (Donati).

La vita in queste regioni è impossibile giacchè la pressione scende alla ventesima parte ed oltre di quella che si ha sulla terra e la temperatura fino a 80° C sotto zero.

Oltre ai metodi diretti, l'esplorazione delle alte regioni atmosferiche può farsi con metodi indiretti e cioè per mezzo di osservazioni spettroscopiche e polariscopiche.

Sono state altresì spiegate le aurore boreali, il colore blu del cielo, si sono potute studiare le proprietà magnetiche e la conducibilità dell'alta atmosfera.

Ai metodi indiretti già esistenti si sono aggiunti quelli radio da quando la tecnica ha potuto disporre dei generatori, rivelatori e dei registratori delle onde radioelettriche a scopo di esplorazione dello spazio.

Superiormente alla stratosfera esiste una regione denominata ozonosfera la quale può interessare dal punto di vista radio per il suo possibile intervento in fenomeni di ionizzazione.

Lo spettro della luce solare osservato sulla terra presenta verso l'estremità ultravioletta una interruzione che si potrebbe spiegare con un assorbimento esercitato dall'ozono. Il Fabry ed il Buisson hanno misurato la quantità di questo elemento con procedimenti esatti e Chapmann ritiene che la relativa concentrazione sia massima a 50 km di altezza.

L'ozono risulterebbe dall'azione di radiazioni solari sull'ossigeno.

Ciò non toglie che nelle più alte regioni dell'atmosfera possano trovarsi atomi di ossigeno liberi come principali costituenti, dacchè la rarefazione delle molecole di questo elemento renderebbe il processo da cui risulta l'ozono assai lento.

La quantità di quest'ultimo crescerebbe verso le regioni polari e il Dobson osserva che a questo fatto potrebbe non essere estranea l'azione dell'aurora.

La geofisica ha fornito su questo argomento alla radiotecnica altre utili informazioni; in totale la quantità di ozono esistente nell'universo è così piccola che se essa fosse contenuta in uno spessore sferico uniforme a 760 mm ed a 0° la grossezza di questa calotta sarebbe appena di 3 mm.

Questo non impedisce tuttavia che una parte notevole dell'energia solare venga trattenuta dalla ozonosfera cosicchè essa, oltre a proteggerci secondo osserva Lord Rayleigh dall'azione nociva e forse anche mortale di certe zone dello spettro solare, interviene a modificare quel tanto che delle emissioni dell'astro penetra nelle alte zone dell'atmosfera avvolgente il nostro pianeta, esercitando presumibilmente una non indifferente influenza sulla loro conducibilità e quindi sui fenomeni radioelettrici.

L'azione della terra.

L'azione della terra si esplica, come abbiamo detto, mediante una maggiore o minore penetrazione della radiazione elettrica, a causa rispettivamente di una minore o maggiore concentrazione di resistenza al piede dell'antenna che si ha vantaggio a diminuire mediante opportuni accorgimenti (metallizzazione del terreno, contrappesi, ecc.).

Nel caso in cui le onde elettriche si propagano sopra una superficie conduttrice, le linee di campo sono perpendicolari a questa ed è tale praticamente il caso del mare.

Allorchè tale superficie non è perfettamente conduttrice — come accade in generale per terreno più o meno umido o secco, pietroso o boscoso, ecc. — una certa parte di energia è assorbita e viene pertanto sottratta alla propagazione, mentre le linee di forza elettrica subiscono una inclinazione sulla superficie della terra nel senso della propagazione dell'energia radiante elettromagnetica.

L'azione terrestre è stata particolarmente studiata da Zenneck, Sommerfeld, Poincarè, Brylinsky e da altri; Zenneck ha trovato, per via teorica, il rapporto tra la componente orizzontale e quella

verticale di campo:

$$\frac{F_x}{F_y} = \frac{1}{\sqrt{2c\lambda\sigma}} \tag{3}$$

dove σ è la conducibilità specifica del terreno, λ la lunghezza di onda impiegata e c la velocità della luce. Per terreno molto secco è $\sigma \cong 10^{-14}\ (u_{em})_\sigma$ e con $\lambda = 500$ m si trae: $Fx/Fy = 0{,}18$, che corrisponde a poco più di 10^o per l'inclinazione della radiazione. Sopra terreno umido ($\sigma \cong 10^{-13}\ (u_{em})_\sigma$), con lo stesso valore di λ, si ottiene $Fx/Fy = 0{,}06$ (angolo d'inclinazione $\cong 3^o$); sopra il mare (con $\sigma \cong 10^{-11}$)), si ha: $Fx/Fy = 0{,}006$, ciò che giustifica il potere ritenere, in tal caso, praticamente verticali le linee di campo elettrico.

Le ampiezze del campo di onde elettromagnetiche nella propagazione sopra terreno semi-conduttore, verrebbero altresì smorzate esponenzialmente in funzione della distanza d, secondo un fattore essenzialmente dipendente da σ e da λ, secondo la relazione:

$$F = F_0\, e^{-\frac{1}{\sqrt{2c\lambda\sigma}} \cdot \frac{d}{2H}} \tag{4}$$

nella quale H è l'altezza da terra della zona entro la quale per ipotesi si svolge il fenomeno di propagazione: tale grandezza tutt'altro che costante, dovrebbe variare, secondo l'osservazione dei fenomeni, entro limiti molto larghi. La relazione (4) venne confermata dall'Austin attraverso numerose misure fatte su grandi distanze: da esse risultò tra l'altro che occorreva altresì tener conto di fenomeni di assorbimento, mediante opportuno coefficiente.

La relazione (4) — che si ottiene ricavando la perdita di energia delle onde che si ricollega alla penetrazione attraverso il rettangolo elementare della fig. 6 ed integrando — direbbe intanto che le onde

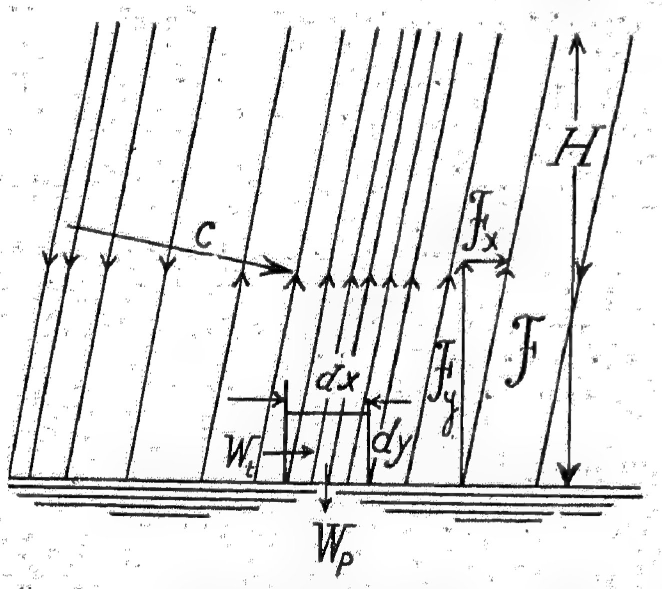


Fig. 6. — Inclinazione delle linee di campo elettrico nel caso di propagazione su terreno semiconduttore.

radioelettriche si propagano tanto meglio quanto più conduttiva è la regione, ciò che confermerebbe le favorevoli condizioni che si incontrano ad esempio sul mare, ed inoltre che le onde lunghe sarebbero più adatte delle corte, per raggiungere grandi portate.

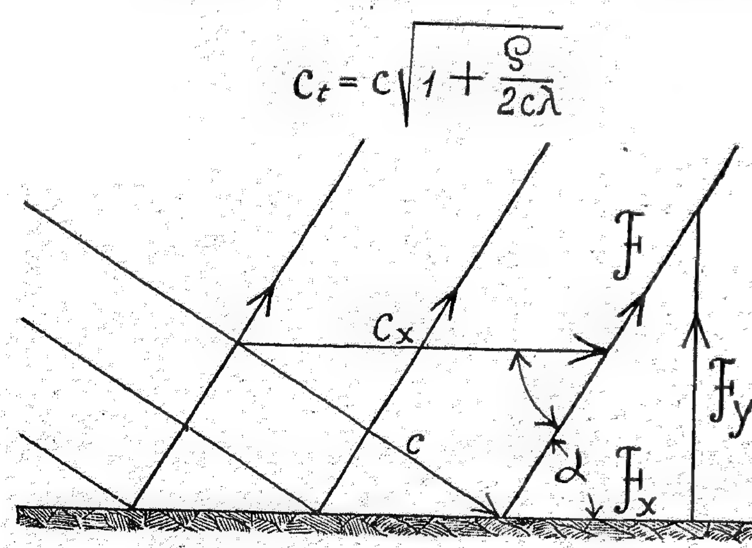


Fig. 7. — Componenti del campo elettrico nel caso d'inclinazione del fronte d'onda.

Per quanto tali deduzioni siano in accordo con diversi dati di esperienza esse non hanno ambedue lo stesso valore per tutte le gamme d'onda.

Circa il valore della grandezza H, si è pensato notoriamente da parte di molti fisici che al di sopra della superficie della terra esista una regione provvista di particolari proprietà conduttrici: riservandoci di ritornare su tale argomento in modo particolare, e pensando intanto di limitare il percorso in altezza delle onde a tale regione, si vede che l'ordine di grandezza della sua quota media apparente, per dati valori di tutti gli elementi che compaiono nella (4), ed in base alle ipotesi da cui essa scaturisce, si può facilmente determinare: conoscendo peraltro il termine relativo allo smorzamento, per il quale sono stati tracciati dei comodi abbachi, è facile ricavare H, il cui valore si aggirerebbe da 50 a 100 km.

Poichè gli strati atmosferici non sono perfettamente conduttori, si potrà fare intervenire nella (4) un altro fattore esponenziale mettendo a calcolo una ipotetica conducibilità specifica dello spazio, così da ottenere per H un valore verosimile, il quale sarà ora, a parità delle altre circostanze, più elevato.

La velocità di fase delle onde c_t secondo la superficie terrestre è data dalla relazione (fig. 7):

$$c_t = \frac{c}{\operatorname{sen}\alpha} = c\sqrt{1 + \frac{1}{2c\lambda\sigma}} \tag{5}$$

Sopra terreno cattivo conduttore $\sigma \cong 10^{-14}$ e per una lunghezza d'onda di 500 m si otterrebbe un aumento di velocità di 1,6 %.

Rifrazione sulle coste ed eventuali errori nel rilevamento radiogoniometrico.

A causa della differente velocità di fase, possono in vicinanza delle coste verificarsi, al passaggio delle onde dalla zona acquea a quella terrestre, dei fenomeni di rifrazione; supposto di prescindere dall'aumento della velocità di fase sul mare, possiamo scrivere la relazione (fig. 8):

$$\frac{\operatorname{sen}\gamma}{\operatorname{sen}\beta} = \frac{c_t}{c} = \sqrt{1 + \frac{1}{2c\lambda\sigma}}\ , \tag{6}$$

la quale darebbe l'indice di rifrazione radioelettrica fra terra e mare.

Nel passaggio dal mare alla terra possono verificarsi fenomeni di riflessione totale e poichè, secondo l'ultima relazione, l'angolo limite sarebbe di 80^o, ad esso corrisponderebbe lungo le coste un « angolo morto » di ben 10^o: ecco perchè, nel caso di coste comunque

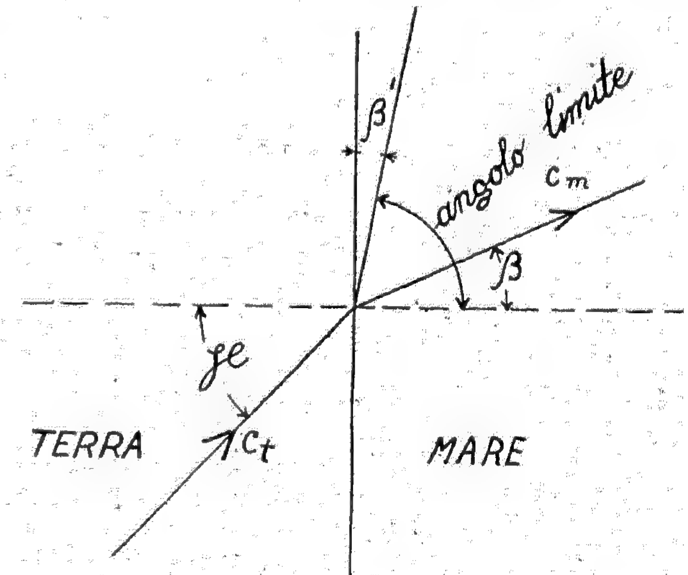


Fig. 8. — Rifrazione radioelettrica.

configurate, possono esistere delle zone di silenzio non di origine atmosferica, le quali, pure trovandosi in punti vicinissimi al trasmettitore, non risultano servite.

I forti indebolimenti dei segnali lanciati da stazioni costiere verso il mare oppure dal mare verso terra, sono stati investigati dal Heising nel 1932 sperimentando con due distinte frequenze (9100 e 4500 kHz) per mezzo di un trasmettitore trasportabile.

Le esperienze hanno condotto a concludere essenzialmente che l'attenuazione sulla zona terrestre (da 8 a 10 decibel) pur essendo maggiore di quella relativa alla zona acquea, è molto sentita nel primo miglio dalla costa e poi decresce; i risultati rimangono invariati trasmettendo dal mare verso la costa e viceversa.

A proposito della influenza della ubicazione delle Stazioni costiere per la forza dei segnali è stata data dallo stesso Heising, una interpretazione teorica del fenomeno estendendo a questo caso le leggi della propagazione della luce al di là di un ostacolo a spigolo vivo.

Incurvamento delle onde attorno alla terra.

Pure essendo le onde radioelettriche della stessa natura di quelle luminose, la propagazione delle prime presenta fenomeni

di incurvamento attorno alla terra i quali sono di gran lunga più salienti rispetto a quanto un semplice fenomeno di diffrazione potrebbe giustificare.

Tali attitudini delle radiazioni elettriche erano già note ai tecnici fino dall'avvento delle onde lunghe, che prime vennero applicate per comunicazioni a grandissima distanza.

Matematici eminenti studiarono la diffrazione (Nicholson, Poincarè, Lowe, ecc.); il Watson in un suo lavoro presentato nel 1918 alla Società Reale di Londra ed il Van der Pol contemporaneamente, fecero noti dei risultati che si possono riguardare come conclusivi, per i quali si esclude che la diffrazione entri, almeno in modo sensibile, a determinare l'incurvamento delle radiazioni, dal momento che condurrebbe a valori del campo incomparabilmente più piccoli di quelli osservati in pratica.

Una radiazione elettrica di lunghezza d'onda ad esempio 2 km, rapportata al diametro terrestre di 12.700 km può paragonarsi ad un raggio di luce verde su una sfera di 1,27 cm: una tale sfera intercettante raggi di luce verde proietterebbe un'ombra di contorni ben marcati senza alcun sensibile passaggio di luce attorno ad essa.

Il paragone con le onde luminose peraltro non è agevole giacchè, mentre per le onde elettriche le condizioni limiti alla superficie di corpi conduttori sono determinate sopratutto dalla loro conducibilità, nel caso delle onde luminose entra in giuoco la costituzione atomica che viene a complicare notevolmente i fenomeni.

Le onde guidate da fili comunque curvati, seguono perfettamente la curvatura del conduttore ed a seconda della conducibilità si verifica una perpendicolarità delle linee di campo elettrico alla superficie di quello. Similmente perciò si potrebbe pensare che il fenomeno di incurvamento delle onde elettriche segua analoga legge quando queste sono guidate dalla curvatura della terra, se non facesse difetto la sua conducibilità.

Prescindendo allora da fenomeni di assorbimento e ammettendo che l'energia di radiazione rimanga costante per ogni elemento di superficie (fig. 9), con riferimento ad un qualunque pa-

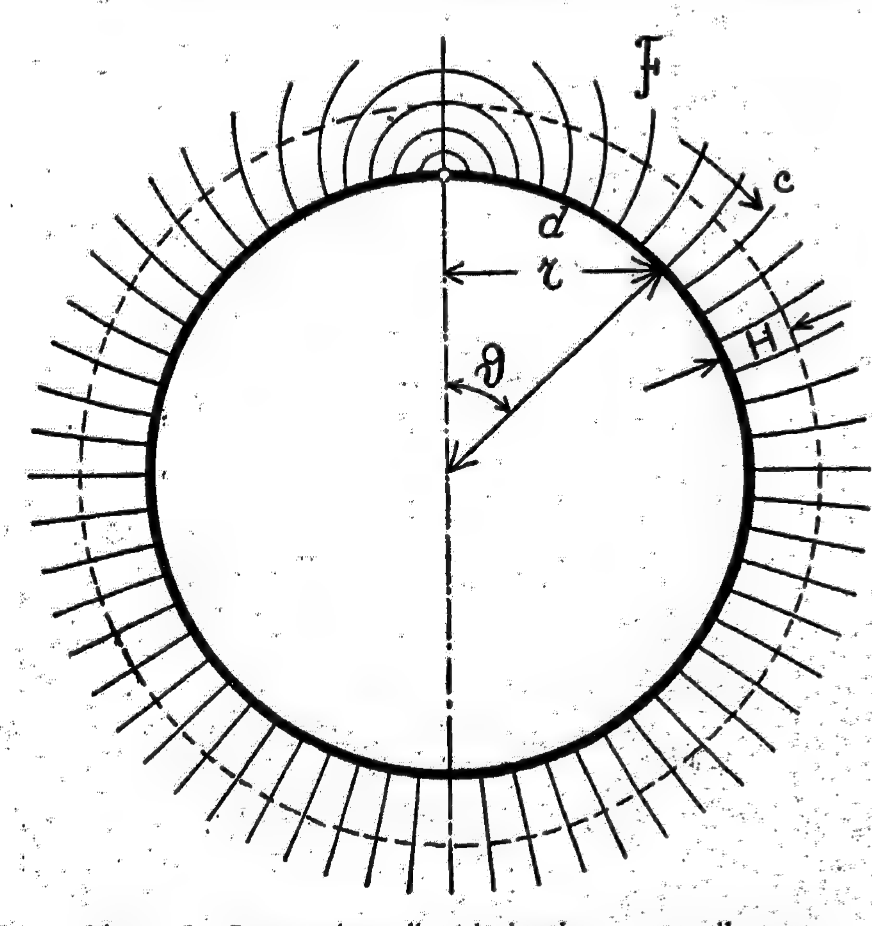


Fig. 9. — Propagazione di onde lunghe attorno alla terra nel caso di assorbimento trascurabile.

rallelo terrestre di raggio r, scegliendo un'opportuna costante K, si avrebbe come valore della totale energia irradiata attraverso questa superficie:

$$\frac{F^2}{4\pi c} 2\pi r H = K$$

da cui, come valore del campo si otterrebbe:

$$F = \frac{K}{\sqrt{r H}} \tag{7}$$

Esprimendo il raggio r con l'angolo al centro e con la distanza d dal trasmettitore, si avrebbe:

$$F = \frac{K}{\sqrt{d H}} \sqrt{\frac{\vartheta}{\operatorname{sen} \vartheta}} \tag{8}$$

Si possono ora considerare due casi: si limiti, nel primo, la propagazione alla zona sferica compresa fra l'intera superficie terrestre e la regione conduttrice a distanza H da essa. Si potrà allora scrivere, conglobando tutte le grandezze costanti:

$$F = \frac{K}{\sqrt{d}} \sqrt{\frac{\vartheta}{\operatorname{sen} \vartheta}} \tag{9}$$

Questo caso è rappresentato dal diagramma a tratti della figura 10.

Se invece si pensa ad una propagazione spazialmente non limitata si potrà porre ad esempio la condizione che H sia proporzionale alla distanza dal trasmettitore, e si otterrà come legge di propagazione (fig. 10):

$$F = \frac{K}{d} \sqrt{\frac{\vartheta}{\operatorname{sen} \vartheta}} \tag{10}$$

Si vede che per piccole distanze dal trasmettitore, cui anche corrispondono piccoli angoli al centro, si ottiene approssimativamente una legge di inversa proporzionalità rispetto alla distanza così come per il caso di terra conduttrice piana.

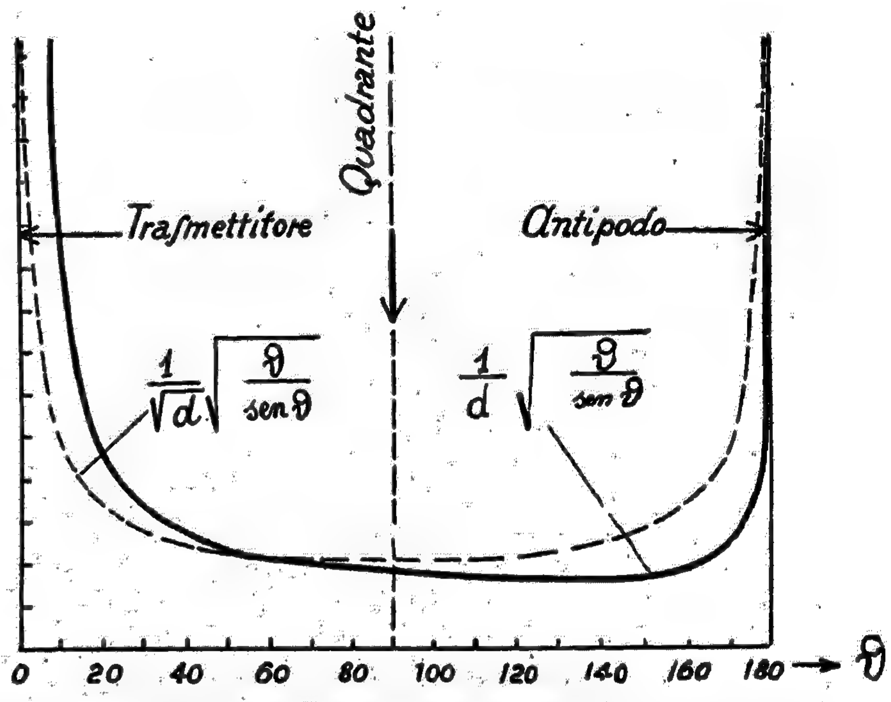


Fig. 10. — Propagazione di onde lunghe attorno alla terra nel caso di assorbimento trascurabile e nelle due ipotesi di propagazione spaziale limitata e non limitata.

Questi calcoli ci dicono altresì che a partire da un determinato angolo al centro, il valore del campo cresce e tanto più rapidamente quanto più ci si allontana dalla propagazione spaziale illimitata: valori grandissimi vengono raggiunti all'antipodo, e tali condizioni sono anche in buona misura confermate dall'esperienza.

Fisicamente il divergere del valore del campo all'antipodo viene spiegato pensando che a questo affluiscono radiazioni provenienti da tutte le direzioni, e tenendo conto di fenomeni di ritardo e del fatto che la terra non è perfettamente conduttrice nè perfettamente sferica, si chiariscono le rimarchevoli differenze riscontrate in pratica. Una grave deficienza di questa teoria risiede nel fatto che i valori del campo non sarebbero legati alla lunghezza d'onda.

Una spiegazione dell'incurvamento delle onde attorno alla terra si è cercato anche di realizzare sulla base delle equazioni del campo elettromagnetico, ma per tale via sono state riscontrate non lievi difficoltà.

Per tener conto di fenomeni di assorbimento, non bastando la relazione di Hertz:

$$F_0 = 4\pi \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \frac{I h}{\lambda d} \operatorname{sen} \alpha, \tag{11}$$

è sembrato più appropriato scrivere:

$$F = F_0 \, e^{-f(\lambda, d)} \, \psi(\vartheta) \tag{12}$$

dove $f(\lambda, d)$ ha avuto dai vari studiosi diverse forme (Cfr. ad esempio la (4)); $\psi(\vartheta)$ è la funzione dell'argomento ϑ che compare nelle formole precedenti.

Il difetto di approssimazione di queste e di altre relazioni è dovuto alla complessità ed al grande numero di elementi del fenomeno di propagazione.

Nel 1919 il Prof. Vallauri, cui sono dovute le prime misure scien-

tifiche di radiazione, dette — mediante una paziente serie di misure di campo sulle emissioni della stazione di Annapolis fatte a Livorno (Istituto Elettrotecnico e delle Comunicazioni della Marina) — il difetto di approssimazione di formole usate.

Più tardi, dopo che si scoprì la portata transoceanica delle onde corte, fatto che si può dire rivoluzionò il mondo delle radiocomunicazioni, i fenomeni di propagazione assunsero nuovi aspetti e le vecchie teorie dell'assorbimento si ritennero valide soltanto per le onde di lunghezza superiore ai 300 m; le onde corte, rispetto alle lunghe, dovevano allora avere un meccanismo essenzialmente diverso di propagazione e si pensò che il loro percorso dovesse essere essenzialmente spaziale.

Tali onde potevano così costituire il migliore strumento di indagine per le proprietà e la influenza dell'alta atmosfera sui fenomeni di propagazione.

Azioni meteorologiche sulla propagazione delle radioonde.

Dalle numerose osservazioni sperimentali fatte fin da quando Marconi nel 1901 realizzò i primi radiocollegamenti a grande distanza (Inghilterra-America) si era potuto stabilire che l'atmosfera influenza la propagazione delle onde radioelettriche, le quali pertanto sono soggette ad una grande quantità di fattori non del tutto noti oppure mal noti, alcuni dei quali vanno comunemente sotto il nome di atmosferici.

Allo studio delle relazioni fra fattori meteorologici e propagazione delle onde elettriche si sono dedicati molti studiosi: Austin, Pickard, ed altri hanno studiato ad esempio l'influenza della temperatura sulla intensità di ricezione diurna, il primo, e notturna il secondo; esiste poi una corrispondenza fra la intensità di campo notturna e la pressione, nel senso che la forza dei segnali aumenterebbe in zone di bassa pressione e diminuirebbe in zone di alta pressione.

Yokoyama e Nakai hanno trovato che i segnali hanno intensità dipendente dagli elementi meteorologici in vicinanza della stazione ricevente più che da quelli esistenti in prossimità della trasmettente; il valore del campo, sia diurno come notturno, seguirebbe in modo inverso le variazioni della temperatura e quindi dell'umidità assoluta.

Secondo quanto hanno osservato Herath, Lardry, Hubert ed altri, eventuali superfici di discontinuità interposte fra stazione trasmettente e ricevente conducono ad indebolire l'intensità dei segnali; così dicasi ad esempio per il passaggio di un temporale in detta zona.

Il Pedersen ha cercato di mettere sotto forma matematica taluni fenomeni di rifrazione e riflessione quali si verificano al passaggio dell'onda radioelettrica in queste particolari zone.

È probabile che in molti casi, anche effetti di fluttuazione possano semplicemente ricollegarsi a fenomeni meteorologici verificantisi nella troposfera.

Il Ranzi ha realizzato un dispositivo registratore degli atmosferici il quale ha permesso di avere un'idea abbastanza fedele del ritmo e della intensità di essi. Una interessante conclusione a cui giungono i suoi risultati è la conferma della classificazione che degli atmosferici fa il Bureau, nella quale essi si distinguono in:

— Atmosferici isolati o scariche che si presentano in modo assolutamente capriccioso, sia per frequenza come per le ore.

— Atmosferici producenti un crepitio continuo che hanno luogo fra il mezzogiorno e le ore 21 circa, con un massimo nelle ore pomeridiane.

— Atmosferici del tipo di scariche aventi il loro massimo di notte.

In Italia esiste, all'Osservatorio di Montecassino un servizio radioatmosferico posto sotto gli auspici del Consiglio Nazionale delle Ricerche che ha dato notevoli contributi di coordinazione e di indagine. Citiamo ad esempio le osservazioni sull'intensità e sull'andamento degli atmosferici eseguite servendosi di un grande numero di Stazioni del R. Esercito.

I rilievi radiogoniometrici del Col. Sacco hanno fatto conoscere l'andamento direzionale della densità e della frequenza degli atmosferici.

In Francia in questi ultimi anni si sono sviluppate ricerche sulle relazioni fra disturbi radioatmosferici e condizioni meteorologiche, per opera sopratutto del Bureau le cui osservazioni sono state estese ad un periodo intorno ad un anno: egli ha potuto avere a sua disposizione 30 stazioni riceventi in Francia e nel Nord-Africa, a cui determinate emittenti trasmettevano le relative condizioni del tempo, così da potere registrare contemporaneamente i disturbi atmosferici in relazione alla loro frequenza ed intensità.

Nella fig. 11 è rappresentata la dipendenza fra le intensità degli atmosferici e le variazioni della temperatura in novembre.

Austin in America, profittando di una zona molto disturbata del Messico, ha fatto, nel 1925, delle importanti osservazioni sulla provenienza dei disturbi ed i risultati sono stati raccolti in tavole.

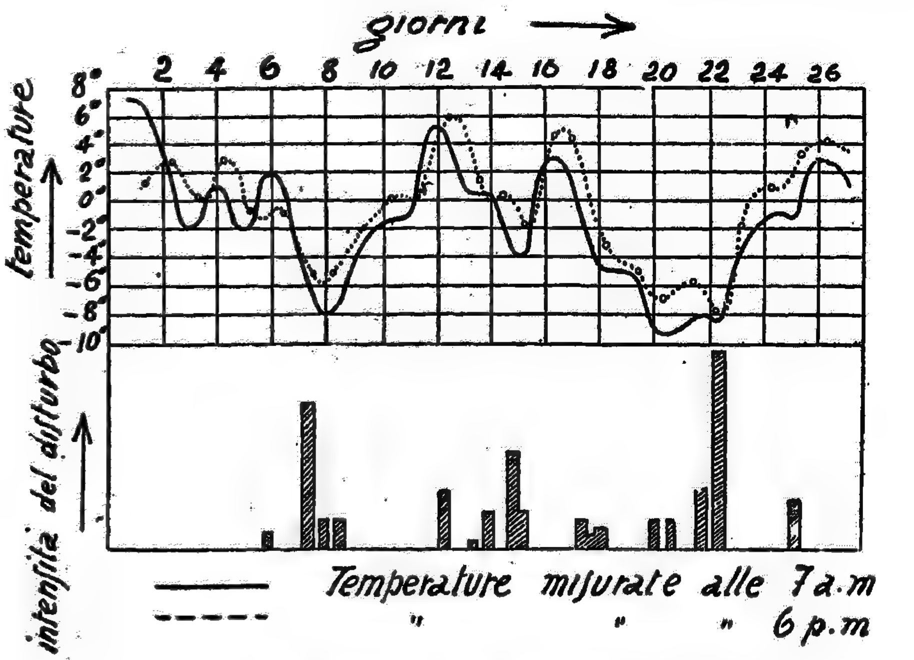


Fig. 11. — Interdipendenza della intensità degli atmosferici e della temperatura.

Il Mariott nell'Alaska meridionale, ricevendo le emissioni di stazioni poste al Nord, ha stabilito che possono esistere dei punti, che in estate, per la possibile azione protettiva di alti monti, hanno ricezioni soddisfacenti.

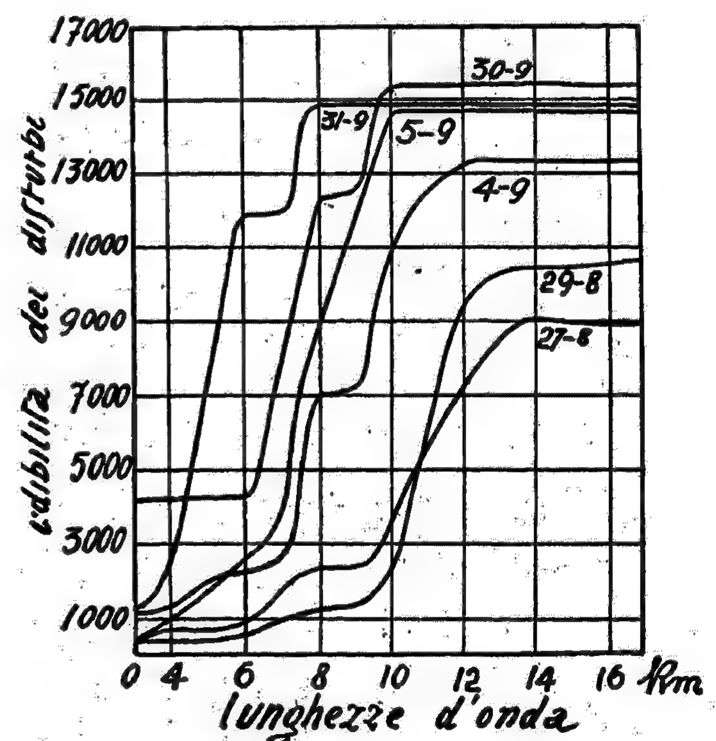


Fig. 12. — Udibilità degli atmosferici per le varie lunghezze d'onda (Austin).

Interessanti dal punto di vista radioelettrico sono le osservazioni riguardanti la dipendenza dei disturbi dalla lunghezza d'onda e dal tempo: le curve della figura 12 sono state ricavate in diversi giorni e attestano che l'intensità cresce con la lunghezza d'onda. In corrispondenza a $\lambda = 17$ km essa giunge fino a venti volte quella che si ha in corrispondenza ad un'onda di 3 km; nel caso di onde corte i disturbi decrescono a misura che cresce la frequenza, come mostra la fig. 13;

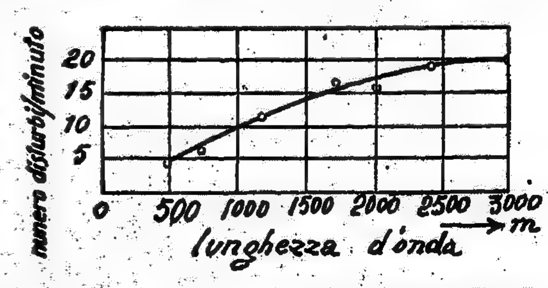


Fig. 13. — Atmosferici e lunghezze d'onda (Mosler).

possono esistere tuttavia delle influenze più sentite per le onde corte che per le lunghe, aventi di solito carattere prevalentemente locale rispetto al ricevitore.

Di giorno si hanno, in funzione di λ, delle variazioni, secondo quanto anche confermano le osservazioni di Austin, riportate in figura 14.

Le osservazioni del Wolf sulla frequenza e sulla forza degli atmosferici (fig. 15), dimostrano che in estate si ha una recrudescenza ed in inverno una diminuzione, eccezione fatta però per talune regioni a regime temporalesco.

Il Wiedenhoff ha fatto del pari osservazioni sul modo di variare della frequenza dei disturbi nelle diverse epoche dell'anno (figura 16); notevoli sono le sue ricerche sopra la interdipendenza

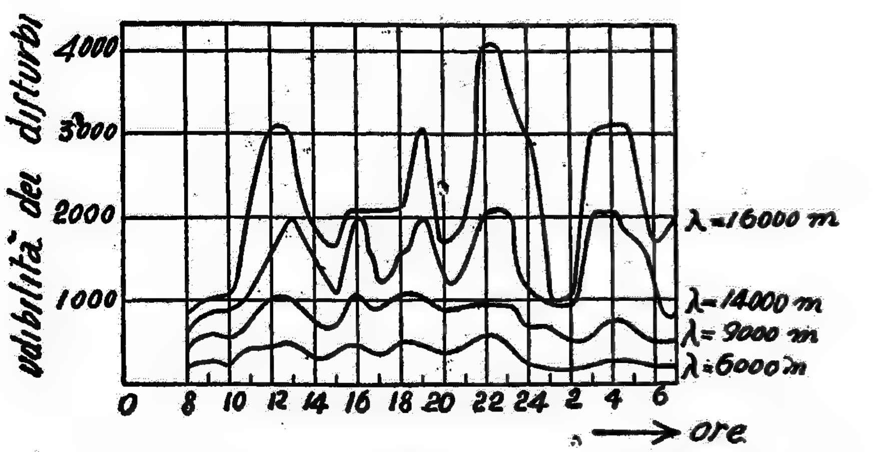


Fig. 14. — Dipendenza dell'udibilità dei disturbi atmosferici dall'ora e dalle lunghezze d'onda di lavoro. (Austin).

degli atmosferici e degli elementi del tempo come pressione, temperatura, umidità, venti, annuvolamenti, scariche elettriche, caduta di tensione, conducibilità dell'aria e via dicendo.

Il Bäumler ha investigato sulla simultaneità degli atmosferici in diversi punti della terra (Germania ed America).

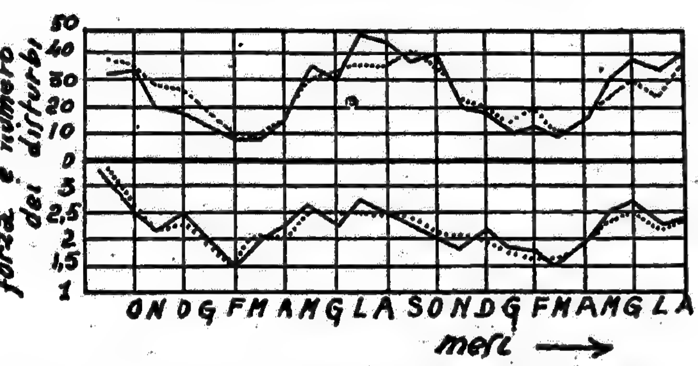


Fig. 15. — Numero e forza degli atmosferici (Wolf).

Da tutte queste ricerche sembra risultare che la loro origine risieda nelle grandi correnti d'aria calda che si determinano a causa di intense irradiazioni solari che hanno prevalentemente luogo nei pomeriggi estivi.

Rinunciamo qui a riassumere i mezzi escogitati dalla radiotecnica per combattere tutte queste influenze riconosciute come le più

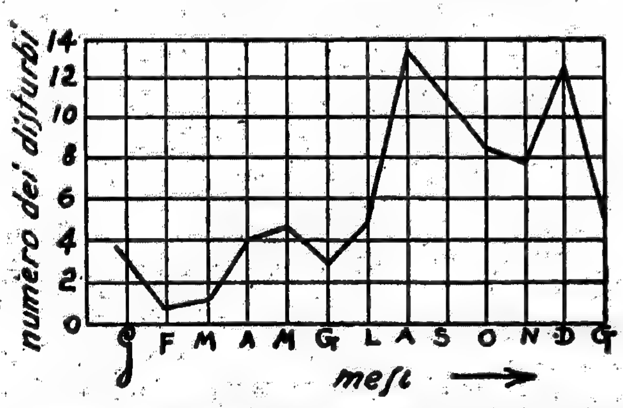


Fig. 16. — Numero degli atmosferici in vari periodi dell'anno (Wiedenhoff).

ribelli ad eliminarsi sopratutto nella radiotelefonia, mezzi che si dimostrano talvolta efficaci e di cui esistono trattazioni anche nella letteratura tecnica italiana.

Dopo l'avvento delle onde corte si è stati condotti ad ammettere che nel loro cammino attraverso lo spazio le onde soggiacciono ad effetti di riflessione, rifrazione, polarizzazione, diffrazione, assorbimento, ecc., ecc., ognuno dei quali sarebbe presente in diversa misura a seconda delle ore, delle stagioni nonchè della lunghezza di onda impiegata; a queste influenze debbono aggiungersi come vedremo quelle del campo magnetico terrestre.

Da quanto esposto si riconosce già come la fenomenologia della propagazione delle radioonde sia soggetta a fenomeni molto complessi e come soltanto un'abbondantissima, razionale e coordinata raccolta di dati di osservazione possa chiarire i fatti che si svolgono nelle alte regioni eteree accreditando quelle fra le varie ipotesi suffragate dall'esperienza.

Formazione degli strati ionizzati e fenomeni dell'alta atmosfera che influenzano le radiocomunicazioni.

Le prime ipotesi che si fecero sulla natura e sull'intervento dell'alta atmosfera discesero sopratutto dalla necessità di spiegarsi per quali processi le onde possano contornare il globo.

Fin dal 1902 Kennelly ed Heaviside avevano pensato all'esistenza di uno strato ionizzato circondante la terra, sul quale le radiazioni avrebbero subìto fenomeni di riflessione, in modo che i raggi rimandati da questa specie di calotta, interferendo con le analoghe radiazioni propagantisi alla superficie della terra, avrebbero originato — a causa dell'instabilità dello strato ionizzato — oscillazioni irregolari di intensità di campo nei vari luoghi di ricezione.

Queste vedute sono il frutto di un'ulteriore evoluzione delle idee originarie di Kennelly e di Heaviside dovuta principalmente a Eccles, in quanto dapprima si sarebbe pensato a due sfere conduttrici (una delle quali la terra), fra cui l'energia sarebbe obbligata a propagarsi per onde cilindriche anzichè sferiche.

I fenomeni di incurvamento del fronte dell'onda e quelli altri riguardanti la fluttuazione del campo elettromagnetico, non sono invero i soli che abbiano condotto gli studiosi ad ammettere l'esistenza di strati ionizzati.

Fino dal 1907 infatti, lo Schuster stabiliva una teoria delle variazioni a corto periodo del magnetismo terrestre basata sull'esistenza di simili strati, i quali hanno anche aiutato Birkeland e Störmer alla spiegazione delle aurore polari.

Ed ancora prima, nel 1870, cioè circa 35 anni avanti, Balfour Stewart, dall'osservazione di numerosissime variazioni diurne del magnetismo terrestre, dedusse che gli alti strati dell'atmosfera dovessero essere più conduttori di quelli superficiali, imputando questo fatto all'attività solare.

Si può tuttavia affermare che solo da quando si sono applicati i mezzi radio alla investigazione dell'atmosfera, è stato possibile ottenere su questo argomento risultati spesso di valore quasi decisivo.

La formazione della ionosfera ha avuto diverse spiegazioni.

Swante Arrhenius pensava che fosse dovuta al bombardamento di particelle atmosferiche provenienti dal sole, il Vegard l'attribuiva ai raggi α, mentre Birkeland e Störmer pensavano piuttosto che gli agenti ionizzanti fossero i raggi β provenienti dal sole. A tale ipotesi si è poi associato l'Eccles il quale pensava che i raggi β, forzati dal campo magnetico terrestre ad avvolgere la terra, esertano la loro azione anche in zone in ombra. Il Nordman ha respinto queste due ipotesi giudicandole incompatibili con la simultaneità delle tempeste magnetiche; il Wilson, che ha studiato il campo elettrico di nuvole temporalesche ed i relativi effetti, attribuisce anche alle nuvole un'influenza radioelettrica, ciò che troverebbe conferma in alcuni fenomeni di affievolimento delle onde ultracorte durante il giorno.

Già da parecchio tempo è nota, attraverso esperienze di laboratorio la proprietà dei raggi ultravioletti di ionizzare i gas: si ottengono pertanto dalle molecole neutre, elettroni e ioni positivi; gli elettroni risultanti dalla ionizzazione possono restar liberi o aggregarsi ad altre molecole neutre fornendo ad esse una carica negativa. Per questo meccanismo si ottengono in generale ioni positivi, negativi ed elettroni. Agli ioni ed elettroni così formati si aggiungerebbero quelli direttamente provenienti dal sole o prodotti per urto.

Sotto l'azione dei diversi agenti ionizzanti il numero degli ioni liberi non può tuttavia aumentare indefinitamente essendo limitato dal fenomeno di ricombinazione la cui velocità si ritiene proporzionale al quadrato del numero di ioni liberi nell'unità di volume.

Cause probabili di ionizzazione degli alti strati atmosferici possono essere, secondo Pedersen:

— la radiazione cosmica ad altissima penetrazione,
— la radiazione corpuscolare esterna,
— la radiazione solare,
— la radiazione stellare,
— l'azione della luce solare diffusa,
— l'azione di forti campi elettrici,
— le emissioni radioattive terrestri.

I possibili effetti di questi agenti sono stati esaminati da Eccles, Larmor, Chapman, Elias, Lassen, Nichols e Schelleng e da altri. Il Pedersen arriva alla conclusione che la ionizzazione dello strato rifrangente è dovuta essenzialmente all'assorbimento dei raggi ultravioletti di origine solare.

La concentrazione della ionizzazione N (numero di ioni liberi per cm^3), secondo Lassen, varierebbe con l'altezza e le ore come mostrano le curve delle figg. 17 e 18.

Di giorno si avrebbe uno strato ionizzato positivo, la cui carica crescerebbe con l'altezza da terra, raggiungendo un massimo per

poi diminuire gradualmente; più in alto vi si sovrapporrebbe uno strato negativo.

Il campo magnetico terrestre agirebbe sulle emanazioni solari e terrestri come abbiamo detto obbligandole ad avvolgere il pianeta fino ad invadere le zone in ombra ed a concentrarsi anche in prossimità delle calotte polari (Störmer, Birkeland, ecc.).

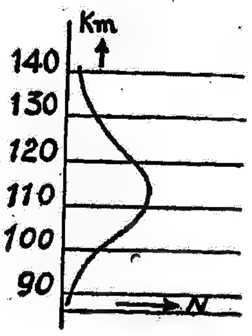


Fig. 17. — Andamento della concentrazione ionica con l'altezza da terra.

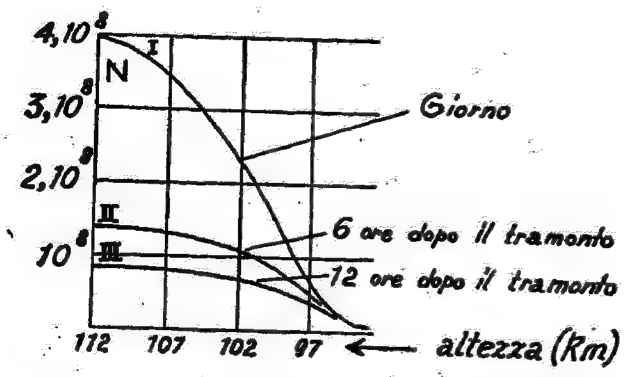


Fig. 18.
Variazione della concentrazione ionica in varie ore del giorno.

Vale la pena che ci soffermiamo su questo argomento.

È noto che la terra può concepirsi come uno sferoide debolmente magnetizzato con variazioni periodiche regolari ed irregolari nei valori del campo dette tempeste magnetiche quando assumono un carattere violento.

Un modello che permette di spiegare il meccanismo secondo cui una calotta conduttrice superiore avvolgente la terra possa essere soggetta alla circolazione di corrente elettrica è quello che considera il pianeta e la calotta come rispettivamente statore e rotore di una immaginaria e gigantesca dinamo: la calotta si muoverebbe di un moto mareiforme a causa di correnti convettive di aria, dell'azione solare e di quella lunare.

Si spiegherebbero così facilmente le tempeste magnetiche e le aurore boreali: le prime sarebbero dovute alla invasione di particelle cariche proiettate dal sole, le quali mutando le condizioni di conducibilità del nostro « statore » fanno variare le correnti in esso e per così dire la « reazione d'indotto » cosicchè si possono avvertire forti e brusche variazioni nel campo magnetico sensibile che chiamiamo poi tempeste magnetiche.

Il modello descritto aiuta anche alla spiegazione dell'aurora polare: le particelle cariche provenienti dal sole dotate inizialmente di moto rettilineo, nell'incontrare le linee di campo terrestri, seguiranno delle traiettorie che, a seconda dell'angolo d'incidenza potranno essere circolari o spiraleggianti: in quest'ultimo caso si avrà una evoluzione continua delle cariche verso un polo.

I gas bombardati dalle particelle danno luogo all'emissione di radiazioni luminose, costituenti l'aurora polare, le quali si originerebbero ad altezze da 70 a 1000 chilometri.

Non sono mancate altre ipotesi, che qui rinunciamo a riassumere e non v'ha dubbio che questo lavorìo di pensiero e di ricerca, catalogato in alcune centinaia di memorie di studiosi di tutti i paesi, rappresenti un materiale altamente pregevole, non solo per la scienza radioelettrica in senso stretto, ma altresì per gli studi di geofisica suscettibili di contenere argomenti di interesse radiotecnico quali ad esempio: alte nuvole e crepuscoli, distribuzione geometrica stagionale della radiazione solare, luce e cielo notturno, stelle cadenti e meteore, pressione degli alti strati atmosferici, magnetismo terrestre, effetti ionizzanti e dissocianti delle radiazioni monocromatiche, ecc.

Le ricerche su l'alta atmosfera mediante onde elettromagnetiche, hanno origine con le esperienze di Marconi sulle variazioni dei segnali r. t. attraverso l'Atlantico. Egli impiegò come stazione trasmettente quella di Glace-Bay nella Nuova Scozia e come ricevente quella di Clifden (Islanda). Queste stazioni erano le prime di grande potenza costruite dalla Compagnia. Si trattava di emissioni a onde smorzate con apparecchi a scintilla ($\lambda = 5000 \div 7000$ m). Queste esperienze misero anche in evidenza la influenza della zona del crepuscolo.

La tecnica delle alte frequenze, mediante il pratico esercizio delle radiocomunicazioni e con esperienze speciali, ha dato, dopo la scoperta e la utilizzazione delle onde corte, succeduta immediatamente all'introduzione dei tubi elettronici, una notevolissima spinta aprendo inopinati orizzonti alle nostre conoscenze sull'atmosfera, cosicchè questa branca degli studi radiotecnici ha oggi un contenuto ed un significato che varcano ormai i confini del puro dominio della scienza radioelettrica per invadere altri campi della filosofia naturale.

Le idee di Eccles e di Larmor.

In virtù dell'azione magnetica e del moto terrestre abbiamo visto che, anche nella parte non illuminata della terra, sarebbe presente una ionizzazione negativa, mentre quella positiva sparirebbe, o quasi, nelle zone in ombra, nel senso che le differenze relative di ionizzazione fra gli strati intermedi positivi e quelli negativi si farebbero più forti, assottigliandosi in pari tempo lo spessore della calotta.

Le misure sui movimenti della ionosfera condotti col metodo degli echi hanno dimostrato che, subito dopo il tramonto del sole, essa inizia un movimento di salita che attinge il suo massimo nel tempo precedente il sorgere dell'astro.

Invece di ammettere però una superficie netta di discontinuità limitante le regioni ionizzate, sembra più opportuno considerare gli effetti di una variazione continua della ionizzazione sulla traiettoria delle radiazioni elettromagnetiche: il fenomeno di rifrazione-riflessione si svolgerebbe perciò di notte quasi interamente nelle alte zone.

È secondo queste vedute che a partire dal 1912 Eccles e, più tardi il Larmor hanno dato notevole aiuto alla spiegazione di un grande numero di fenomeni sulla propagazione radioelettrica.

Con Eccles si inizia quello che possiamo chiamare il periodo delle teorie elettroioniche nello studio dei fenomeni di propagazione; con la ormai classica teoria della rifrazione egli ha messo in luce e spiegato molti fatti tra cui il diverso trattamento che viene fatto alle varie lunghezze d'onda.

Si ammette (Eccles, Van der Pol, ecc.) che la presenza di ioni nell'atmosfera equivalga ad una diminuzione della costante dielettrica, la quale — se e ed m rappresentano la carica e la massa dell'elettrone — avrebbe il valore:

$$\varepsilon = 1 - \frac{e^2 \lambda^2}{\pi m} N, \tag{13}$$

dove:

$$e = 1{,}6 \cdot 10^{-20} \, (u_{es})_q ,$$

$$m = 10^{-27} \, (u_{es})_m ,$$

ed essendo la velocità di fase:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon \mu}}, \tag{14}$$

si avrebbe, con l'accrescersi della ionizzazione N, un aumento della velocità stessa. Dalla dipendenza di ε e da λ risulta che le onde più corte sarebbero le meno rifratte.

La legge che lega l'indice di rifrazione n alla concentrazione ionica N si ottiene facilmente pensando con Maxwell che $n = \sqrt{\varepsilon \mu}$. Essendo ora $\mu = 1$, si ha:

$$n = \sqrt{1 - \frac{e^2 \lambda^2}{\pi m} N} \tag{15}$$

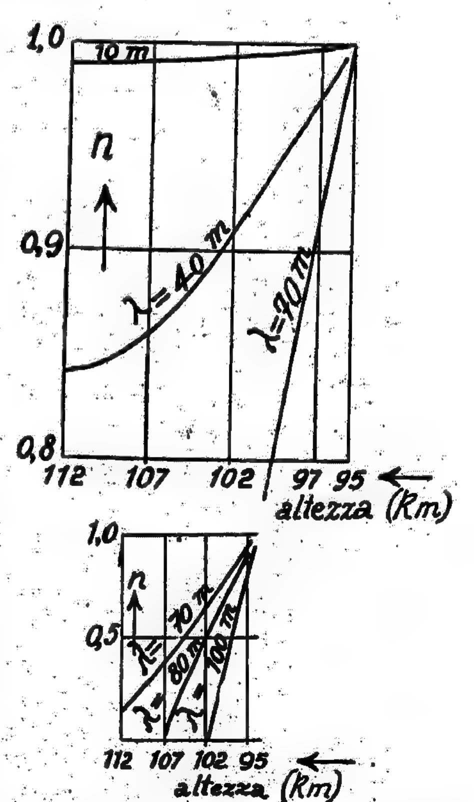


Fig. 19. — Andamento della concentrazione ionica per varie lunghezze d'onda.

L'indice di rifrazione varierebbe allora con l'altezza e si avrebbero le curve della fig. 19; con la variazione della rifrangenza del mezzo si manifesterebbe un vero fenomeno di miraggio radioelettrico ed in determinate condizioni si potrebbe produrre una riflessione totale.

Accanto alla velocità di fase v, che nel vuoto o nell'etere è quella della luce c, si deve — per i radiosegnali — considerare la velocità di gruppo u che è legata, alla prima dalla relazione:

$$u \, v = c^2 \tag{16}$$

essendo: $v = c/n$, $u = c \cdot n$, ed ha, secondo Lord Rayleigh, l'espressione:

$$u = v - \lambda \frac{d v}{d \lambda} = v \left(1 - \frac{\lambda}{n} \frac{d n}{d \lambda}\right). \tag{17}$$

Nel 1914 il fisico inglese Larmor dette un'altra spiegazione sulla inclinazione delle linee di campo, la quale prescinde dalla

presenza di uno strato a carattere speculare come il Kennelly e l'Heaviside avevano ammesso: Larmor ha pensato che nel fenomeno radioatmosferico la conducibilità della terra non fa grande giuoco; un incurvamento dei raggi sarebbe dovuto al fatto che la velocità di propagazione cresce con l'altezza, e ciò deriverebbe dalla ionizzazione nel modo seguente: sappiamo che quest'ultima varia secondo una certa legge con l'altezza, il campo elettrico esercita un'azione sopra le particelle cariche che vengono chiamate ad oscillare.

Negli strati bassi dell'atmosfera, che sono densi e debolmente ionizzati, per il conseguente maggior numero di molecole neutre, si perviene ad una perdita sensibile di energia cinetica degli ioni e saremmo pertanto in presenza di una degradazione di energia delle onde elettriche, o, ciò che è lo stesso, di un fenomeno di assorbimento.

Nelle alte regioni invece, a causa della rarefazione dell'aria, della maggiore attività della luce solare ultravioletta e della conseguente maggiore ionizzazione, il cammino libero degli ioni sarebbe notevolmente elevato, senza che in pari tempo il numero degli urti con le molecole neutre crei un gradiente negativo di energia, per il chè le onde si propagherebbero con basso assorbimento.

Esperienze dirette ad accertare l'esistenza ed a determinare l'altezza apparente media degli strati ionizzati.

L'esistenza di zone rifrangenti-riflettenti è stata accertata in diversi modi ad opera di vari sperimentatori (Tuve, Appleton, Heising, Wagner, Ranzi, ecc.), sia provando — mediante registrazioni oscillografiche — l'esistenza di echi, sia misurando i così detti tempi o periodi di segnale o di gruppo, sia infine provando l'inclinazione del fronte dell'onda incidente.

Tralasciando il primo mezzo di cui sarà detto più avanti e volendo accennare brevemente agli altri due, ricordiamo intanto che Schelleng e Heising hanno determinato sperimentalmente la grandezza

$$\frac{\Delta\,(N - N')}{\Delta\,f}$$

che si può dimostrare essere eguale al tempo T_s di segnale

$$T_s = \int \frac{d\,l}{u} \qquad (18)$$

dove $N - N'$ è la differenza fra i numeri di lunghezze d'onda coprenti il cammino spaziale e quelli coprenti il tratto diretto o superficiale fra trasmettitore e ricevitore, f è la frequenza di emissione dei segnali, ed l la lunghezza del cammino spaziale.

Il rapporto $\Delta\,(N - N')/\Delta\,f$, poteva essere determinato sperimentalmente con un metodo basato sulla trasmissione di segnali durante i quali si faceva variare la frequenza di emissione.

Per applicare il terzo metodo, il Barfield ed il Rose della B.B.C si servivano di grandi telai riceventi di cui facevano variare l'inclinazione.

L'altezza apparente media dello strato ionizzato si è potuta determinare anche con altri metodi, ad esempio per mezzo di registrazioni oscillografiche dei segnali: con riferimento alla fig. 20, se è $\Delta\,t$ la differenza fra i tempi relativi al segnale diretto ed a quello indiretto, si può scrivere:

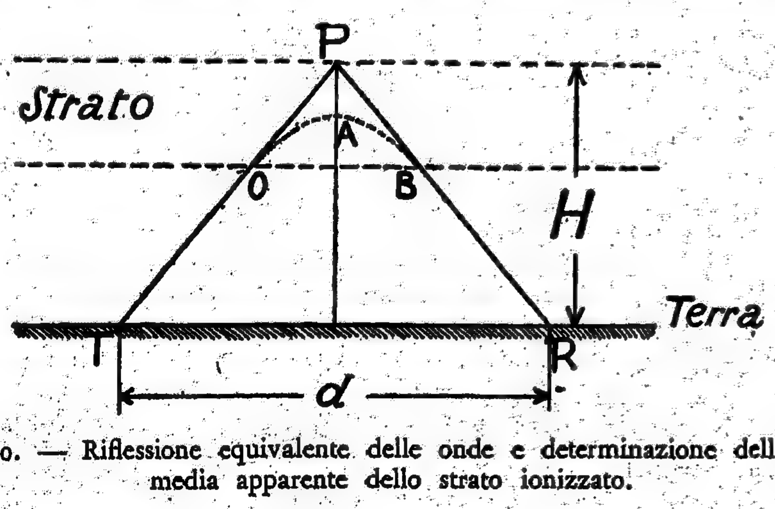


Fig. 20. — Riflessione equivalente delle onde e determinazione dell'altezza media apparente dello strato ionizzato.

$$\Delta\,t = \frac{\sqrt{d^2 + 4\,H^2} - d}{c}\,, \qquad (19)$$

che consente il calcolo di H, se si sono misurati $\Delta\,t$ e d. Questo metodo non permette di migliorare l'approssimazione oltre un certo limite per il fatto che si tratterà probabilmente di un fenomeno non di pura riflessione, ma piuttosto di un effetto misto di rifrazione e riflessione nel quale il cammino $O\,A\,B$ svolgendosi in un mezzo dispersivo a indice di rifrazione variabile, non sarà compiuto con la stessa velocità c ammessa invece per la radiazione orizzontale $T\,R$.

La velocità da considerare qui è quella di gruppo o di segnale la quale differisce dalla velocità di fase di una quantità variabile con le condizioni della ionosfera; occorre anche osservare che dati i differenti ordini di grandezza di d e H, l'approssimazione dipende dalla distanza fra trasmettitore e ricevitore in relazione all'altezza dello strato, la quale durante l'esperimento non è detto che si mantenga costante.

Altri difetti possono provenire dalla misura oscillografica di $\Delta\,t$ e dalla esattezza della scala fornita da un oscillatore locale la cui frequenza deve supporsi assolutamente costante.

Appleton e Barnett nel 1925 hano determinato l'altezza apparente media dello strato ionizzato mediante altri procedimenti: un trasmettitore posto in T (fig. 21) irradiando con lunghezza d'onda λ, consentiva la ricezione dei segnali in R in modo da potersi scrivere, con le notazioni di fig. 21:

$$d' - d = 2\,k\,\frac{\lambda}{2} \quad ; \quad (k \text{ intero})\ ; \qquad (20)$$

variando in seguito la lunghezza d'onda fino ad un valore λ', per il quale si aveva la totale scomparsa del segnale, si poteva scrivere:

$$d' - d = (2\,k + 1)\,\frac{\lambda'}{2}\,. \qquad (21)$$

La prima e la seconda relazione si riferiscono rispettivamente ad un numero pari e ad un numero dispari di semi-lunghezze d'onda, per la differenza fra i cammini coprenti spazialmente e orizzontalmente la distanza fra i punti T ed R. Ottenendosi dal sistema di equazioni i valori d' e k, si può subito ricavare l'altezza H dello strato riflettente.

A causa di riflessioni multiple fra strato e terra, altri segnali si sovrapponevano a quello principale, ma era facile di percepire quest'ultimo in modo ben distinto.

Un metodo elegante è stato applicato da questi sperimentatori, i quali usando un'onda di 400 m ne facevano variare con continuità

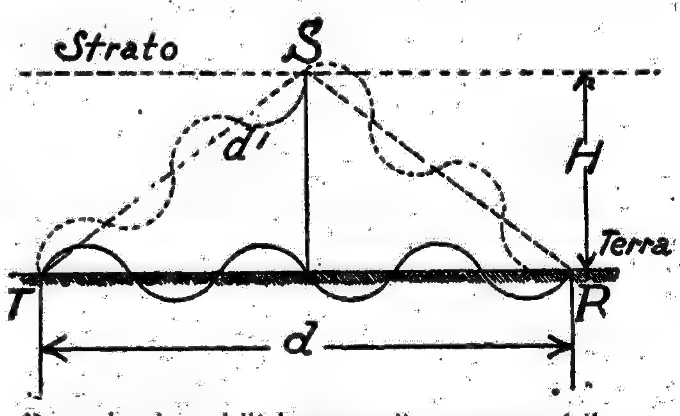


Fig. 21. — Determinazione dell'altezza media apparente dello strato ionizzato col metodo di Appleton e Barnett.

in T la frequenza di trasmissione: al ricevitore, posto ad una cinquantina di chilometri di distanza, avvenivano battimenti fra l'onda di spazio e quella di superficie poichè appunto le frequenze delle due onde di arrivo differivano fra loro di una quantità dipendente dalla differenza dei cammini spaziali e superficiali $d' - d$, dalla variazione $\Delta\,f$ della frequenza di trasmissione nell'unità di tempo e dalla velocità c di fase delle onde, supposta costante.

Chiamando n il numero dei massimi o dei minimi in ricezione, si ha:

$$d' - d = n\,\frac{c}{\Delta\,f} \qquad (22)$$

Nota d, si può ricavare l'altezza apparente H.

Esperimenti condotti da Appleton e Green hanno accertato la esistenza di due strati ionizzati: il primo contrassegnato con la lettera E ad altezza di 80 ÷ 120 km ed il secondo (F) a 200 km ed anche più. Anche qui intendiamo sempre parlare di altezze apparenti cioè quelle suscettibili di essere misurate considerando un fenomeno fittizio di pura riflessione.

Sul primo strato si rifletterebbero le onde a partire da 300 a 400 m, e su quello superiore le onde più corte; pare che in

tempi diversi del periodo crepuscolare talune onde intermedie possono riflettersi sul primo e sul secondo strato.

Sembra inoltre che a far pensare all'esistenza di un secondo strato (F) siano stati i risultati di talune misure di altezza effettuate prima dell'alba: si sarebbe trovato un brusco salto da 100 a 230 km ed anche fino a 350 km con onde di 400 m.

Sperimentando con onde di lunghezza inferiore si è constatato il persistere di altezze apparenti dell'ordine di 200 km, mentre con onde superiori ai 400 m si ricava sempre un'altezza media apparente intorno a 100 km.

Si è pensato allora che per $\lambda \geq 400$ m si avrebbe riflessione sullo strato di Kennelly-Heaviside, mentre per valori minori di λ, si avrebbe una penetrazione dell'onda, che lo strato F (strato di Appleton), con la sua densità di ionizzazione più elevata, rifletterebbe.

Onde dell'ordine di 30 m penetrerebbero oltre lo strato F se la loro incidenza è verticale o quasi; per angoli qualunque, pare che solo le onde inferiori ad un certo valore (intorno a 10 m) penetrerebbero anche oltre il secondo strato.

Certe misure del Gilligand con onde corte avrebbero condotto a stabilire inoltre l'esistenza di due stratificazioni nella regione F. La esistenza delle due zone E ed F è stata confermata dal Ranzi che ha anche studiato le influenze magnetiche e lunari sulla composizione della ionosfera.

Con l'onda di 100 m si è verificata una debolissima efficienza dello strato E di giorno sin verso le 18-19,30; in tale intervallo agirebbe lo strato superiore F, che per tutta la notte rimarrebbe per solito attivo ad altezza continuamente crescente.

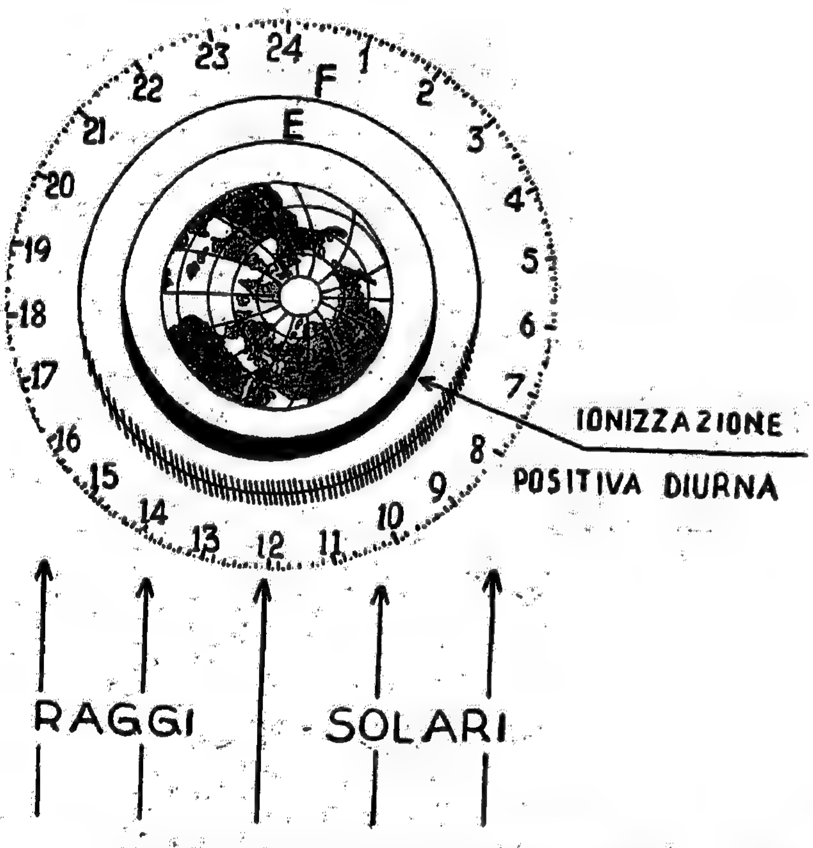


Fig. 22. — Variazione degli strati di Kennelly-Heaviside e di Appleton secondo le ore del giorno.

Lo strato F, è oggetto di studio da parte del « Radio Research Board » americano. La fig. 22 indica, come si può immaginare che vari la composizione della ionosfera con il susseguirsi delle ore.

Il percorso delle onde e le zone di silenzio.

Vari tentativi sono stati fatti per determinare la traiettoria $y = y(x)$ delle onde, dove y ed x sono la coordinata verticale e quella orizzontale.

Seguendo la teoria della rifrazione ionica e partendo dalla semplice equazione:

$$n_t \text{ sen } \alpha_t = n \text{ sen } \alpha \tag{23}$$

in cui n_t ed α_t sono rispettivamente l'indice di rifrazione e l'angolo di incidenza dell'onda al punto di emissione, n ed α le medesime grandezze dopo la rifrazione, posto $n_t = 1$, e badando che

$$\frac{dy}{dx} = \text{cotg } \alpha, \tag{24}$$

si ottiene:

$$\frac{dy}{dx} = \sqrt{\frac{n^2}{\text{sen}^2 \alpha} - 1} \tag{25}$$

Si potrà integrare questa equazione a patto di conoscere la funzione che dà il modo di variare dell'indice di rifrazione con l'altezza: Kenrich e Jen hanno proposto nel 1929, sulla base delle teorie di Pedersen sulla stratificazione ionica, tre tipi di equazioni:

$$n = \sqrt{1 - hy}$$

$$n = \sqrt{1 - k_1 y^2}$$

$$n = \sqrt{1 - E \text{ sen}^2 \frac{\pi y}{2d}} \quad (k, k_1, E, d, \text{ costanti})$$

corrispondenti ai diagrammi di fig. 23. Sostituendo questi valori di n nella scritta equazione differenziale si hanno le corrispondenti equazioni delle traiettorie, due delle quali risultano delle parabole col l'asse verticale ed il vertice in alto.

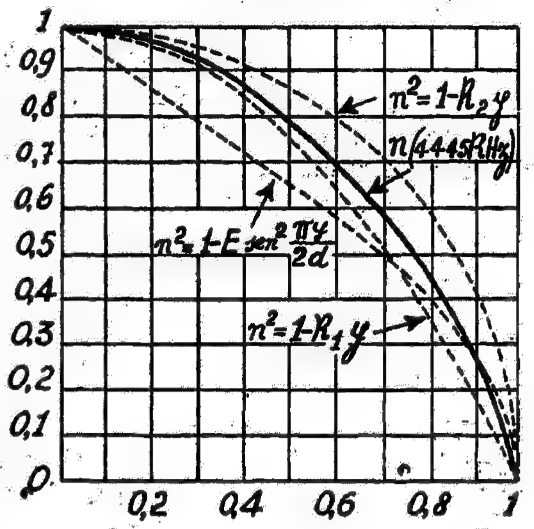


Fig. 23. — Variazioni dell'indice di rifrazione degli alti strati atmosferici secondo Kenrich e Jen.

Nel 1931 il Nagaoka, noto studioso giapponese, ha pubblicato, sul bollettino del Consiglio delle Ricerche Giapponese una memoria nella quale è contenuto un notevole tentativo di fissare i vari parametri che determinano la traiettoria delle onde a percorso prevalentemente spaziale; in tale studio si fanno intervenire tre distinti strati ionizzati; le onde via via più corte verrebbero ad incurvarsi verso strati sempre più elevati dell'atmosfera; la costante dielettrica avrebbe l'espressione:

$$\varepsilon = n_t^2 - \frac{e^2 N}{\pi m f^2} \quad \text{in cui } n_t \tag{26}$$

è l'indice di rifrazione al posto di trasmissione ed i rimanenti simboli hanno il significato finora loro attribuito.

Le conclusioni di tale teoria sarebbero in definitiva le seguenti:

a) il cammino delle radiazioni sarebbe una conseguenza dell'angolo sotto il quale le radiazioni sono lanciate nello spazio, della frequenza di emissione e del gradiente elettronico atmosferico; *b*) la portata dei segnali sarebbe determinata dall'altezza alla quale la traiettoria verticale forma il suo vertice e precisamente dallo stato di ionizzazione esistente a tale quota, inteso come densità e come gradiente; anche le zone morte si spiegherebbero con questa mentalità.

Il Bureau of Standards d'America ha determinato la quota del vertice delle traiettorie delle varie onde per mezzo di segnali trasmessi da una stazione ad onda corta del Laboratorio Navale di Bellevue e registrati oscillograficamente presso altre stazioni.

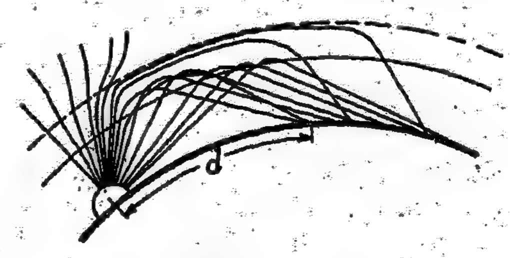


Fig. 24.
Andamento dei fasci di radiazioni.

In fig. 24 è rappresentata la configurazione dei cammini attribuiti alle varie radiazioni emesse da un'antenna: una parte compirebbe un percorso sensibilmente superficiale, mentre, mano a mano che cresce l'angolo di elevazione, la radiazione penetrerebbe sempre più nella prima zona ionizzata subendone l'effetto di rifrazione.

Del fascio proiettato verso le alte zone dell'atmosfera, una parte ritornerà alla superficie della terra distribuendovisi con una legge dipendente in modo complesso dalla frequenza e dalla ionostratificazione, un'altra parte, prima di ritornare alla terra, avrà un percorso più o meno lungo in uno strato ionizzato superiore dove l'incurvamento del fronte d'onda avverrà più lentamente; una terza parte infine sfuggirà oltre gli strati ionizzati, negli spazi interplanetari.

Questa rappresentazione ci spiega come determinate porzioni della superficie terrestre possano rimanere, rispetto al campo radioelettrico, sensibilmente in ombra, determinandosi delle zone cosiddette morte. È noto che nel primo periodo di sviluppo delle

radiocomunicazioni a grande distanza tali fatti fecero ritenere le onde corte come inadatte alla trasmissione transoceanica.

Hulburt e Taylor hanno spiegato l'esistenza delle zone di silenzio pensando ad un angolo di riflessione totale o angolo limite che deve esistere per ogni determinata lunghezza d'onda, al suo transito nel mezzo ionizzato: al di sopra di quest'angolo tutta la energia proiettata verso l'atmosfera ritornerebbe alla terra mentre, al di sotto di questo valore, i raggi penetrerebbero oltre gli alti strati. Questi studiosi hanno ottenuto (fig. 25) un diagramma sperimentale che lega il raggio della «zona oscura» alla lunghezza di onda.

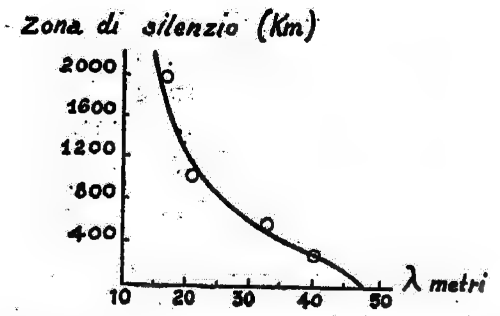


Fig. 25. — Variazione del raggio superiore delle zone di silenzio con le frequenze.

Le onde più corte della gamma da 10 a 30 m, consentono comunicazioni diurne a grandissima distanza, ma se è facile di riceverle a qualche migliaio di chilometri dalla emittente, è praticamente impossibile di rivelarle a qualche centinaio, e, talvolta, anche a qualche decina di chilometri dal trasmettitore.

Il limite inferiore della zona di silenzio dipende ben poco dalla potenza del trasmettitore e non si guadagna molto ad aumentare quest'ultima. Il limite superiore, quello cioè a partire dal quale ricomincia la possibilità di ricevere i segnali, varia in senso inverso rispetto alla lunghezza d'onda e non dipende quasi affatto dalla potenza. Sembrerebbe, dalle misure effettuate dal Taylor in America, che queste zone nelle notti invernali sono più estese che nelle estive.

La scomparsa dei segnali, secondo dimostrano talune ricerche della radiotelegrafia militare francese, si effettua in generale un'ora e mezza o due dopo il tramonto, mentre i segnali stessi riappaiono circa un'ora prima del sorgere del sole. L'apparizione o la scomparsa del campo avviene talvolta bruscamente, tal'altra gradualmente; con onde abbastanza corte si hanno zone di silenzio nette ed estese anche di giorno.

Esperienze del Consiglio delle Ricerche Giapponese hanno confermato che questo fenomeno si rende più manifesto a misura che cresce la frequenza; al di sopra dell'onda di 40 m sembra che esso scompaia del tutto.

Nella utilizzazione delle gamme delle onde corte, secondo l'esperienza si può dire che di notte convenga usare onde di lunghezza circa doppia rispetto quelle adoperate di giorno.

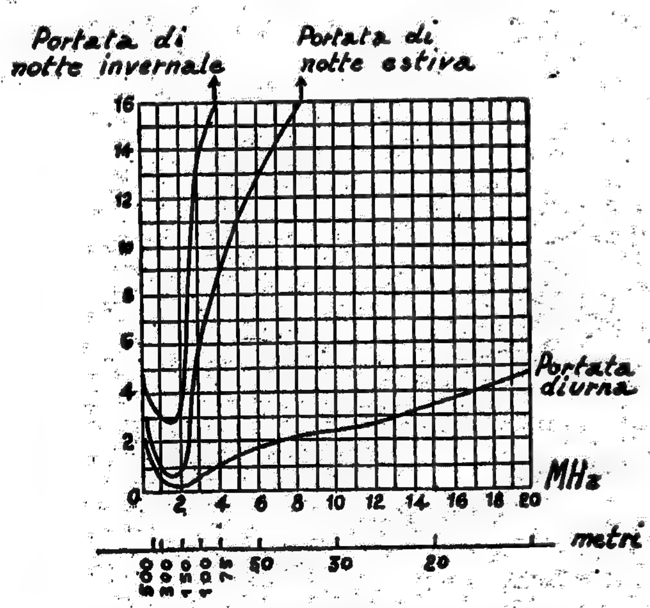


Fig. 26. — Portate delle varie onde.

Il grafico di fig. 26 rende conto, secondo Taylor delle portate delle varie onde con le ore del giorno, per un trasmettitore della potenza-antenna di 5 kW: si noti la grande differenza fra le portate diurne e quelle notturne.

L'onda critica e le indagini volte a spiegare il suo comportamento anomalo.

Se si vuole disegnare il diagramma che rappresenta come varia l'efficacia massima con le diverse lunghezze d'onda, esso potrà avere come ordinate le portate raggiungibili con le varie frequenze: e sarà quello ricavato da Hoyt Hulburt e Taylor (fig. 27). In un determinato intorno dell'onda di 200 m l'efficacia, o, se si vuole, il campo elettromagnetico, scendono a valori molto bassi.

La parte tratteggiata del diagramma coprente circa la banda da 100 a 300 m potrebbe avere la sua ragion d'essere nel fatto che esiste una radicale diversità di comportamento delle onde corte rispetto alle lunghe. Poichè infatti le prime hanno una propagazione essenzialmente spaziale e raggiungono grandissime portate, e le seconde hanno — in un largo intervallo — un regime inverso, è logico pensare che debba esistere una banda di frequenze intermedie che risulti scarsamente efficiente per qualunque distanza.

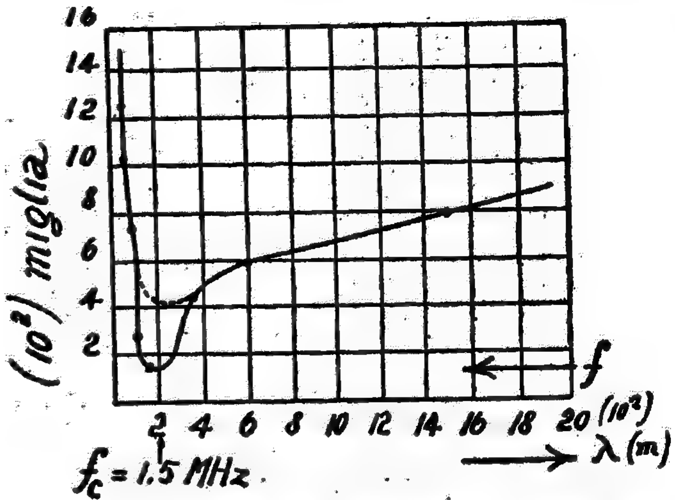


Fig. 27. — Le portate delle varie onde e l'onda critica.

La esperienza però non asseconda quest'ultima deduzione; il diagramma presenta infatti una regione in cui l'efficacia dell'onda cade bruscamente a valori più bassi di quelli previsti.

Fino dal 1922, si era stati condotti pertanto a ritenere le onde corte come inadatte a coprire distanze considerevoli, il chè, nell'avere allontanato gli studiosi dall'idea di esplorare a scopo di radiotrasmissione la banda delle più alte frequenze, ritardò notevolmente l'avvento di una tecnica fecondissima.

Dalle teorie elettro- e magnetoioniche della propagazione risulta che per ogni condizione del mezzo e per ogni valore del campo magnetico esiste una frequenza del campo elettrico, per cui si ha l'assorbimento massimo, alla quale cioè corrisponde la minima efficacia radiotelegrafica dell'onda; tale frequenza è la stessa di quella relativa ai movimenti delle particelle cariche del mezzo. Questa degradazione dell'energia radiotelegrafica utile sarebbe in altri termini dovuta ad un fenomeno di risonanza.

Ove venga messo a calcolo il valore medio del campo magnetico terrestre ($H = 0{,}5$ gauss) risulta, per la predetta frequenza, il valore $f = 9$ M Hz corrispondente nel vuoto all'onda di 214 m.

Il comportamento dei mezzi magnetoattivi nei confronti della propagazione di perturbazioni elettromagnetiche, ha trovato una brillante interpretazione nella teoria data da Nichols e Schelleng nel 1925, le cui conclusioni si riferiscono non solo all'esistenza dell'onda critica avanti menzionata, ma altresì a fenomeni di polarizzazione rotatoria e di doppia rifrazione.

Si è tentato di realizzare in laboratorio modelli sperimentali atti a riprodurre le condizioni dei fenomeni reali; taluni studiosi hanno avuto di mira essenzialmente i fenomeni di risonanza oppure la determinazione della costante dielettrica in particolari condizioni, altri si sono rivolti a chiarire il meccanismo secondo cui si verifica la esistenza di una banda singolare nell'intorno della frequenza critica di 1,5 M Hz.

Non tutti i risultati delle teorie sopracitate hanno avuto ancora conferma, sopratutto per ragioni risiedenti nelle difficoltà sperimentali.

De Pace e Todesco hanno osservato che un campo e. m. armonico a frequenza r. t. agente in un mezzo in cui si trovino elettroni liberi sotto l'influenza di un campo magnetico costante ed uniforme subisce il massimo assorbimento quando la sua frequenza coincide con quella propria del moto ciclico degli elettroni.

Il risultato, raggiunto con montaggi sperimentali diversi, con i quali si è cercato di riprodurre in piccola scala le presunte caratteristiche essenziali del fenomeno reale, sembra potersi ritenere probativo.

Fenomeni di fluttuazione ed effetto Doppler.

Il più frequente ed incomodo fra gli effetti della complessa fenomenologia della propagazione radioelettrica è quello comunemente noto col nome di «fading», consistente in una irregolare variazione nella intensità del campo di ricezione quando si è in ascolto su una determinata stazione, accompagnantesi sovente ad una deturpazione dei segnali fino a potere pregiudicare gravemente la decifrazione

dei dispacci oppure l'intellegibilità della parola e la qualità della musica nel caso di comunicazioni radiotelefoniche.

Le idee primordiali sulla origine di questi fenomeni che si facevano derivare dall'intervento degli strati atmosferici, sono venute affinandosi con l'accrescersi dei dati di osservazione.

La fluttuazione si concepisce notoriamente — e l'esperienza ha confermato l'attendibilità di queste vedute — come l'effetto della interferenza fra radiazioni superficiali e radiazioni spaziali riflesse; alle grandi distanze non è più sensibile l'azione delle radiazioni superficiali, restano però i fenomeni di interferenza fra le onde spaziali che percorrono cammini diversi.

Occorre intanto ricordare che da certe osservazioni continue, della durata da uno a due minuti, risulta che la ionosfera presenta un movimento periodico di altezza costituito da una lenta salita cui succede una rapida discesa, con velocità che hanno potuto anche essere conosciute.

Tali dati hanno un valore tutt'altro che assoluto; il moto di allontanamento sembra si verifichi con una velocità dell'ordine di 10 km/$_{1'''}$, mentre quello di avvicinamento sarebbe tre volte più rapido. Secondo le vedute di Heising, nella fase di discesa si avrebbe come un'invasione di masse elettroniche le quali appesantirebbero lo strato accrescendone le influenze sui segnali.

Altre variazioni nelle condizioni fisiche e geometriche dello strato sono state inoltre constatate durante i vari periodi dell'anno: Hulburt attribuisce in estate alla calotta un'altezza ed una densità più elevate che in inverno, ciò che giustificherebbe il fatto che in questa stagione le comunicazioni hanno miglior svolgimento che in estate.

Malgrado la grande mutevolezza delle varie proprietà della ionosfera nello spazio e nel tempo, si è in grado di distinguere — per una determinata antenna trasmettente — tre zone intorno ad essa, le quali vengono a trovarsi, rispetto alla ricezione, in condizioni sufficientemente distinte: nella prima, quella più vicina al trasmettitore, si hanno ascolti soddisfacenti tanto di giorno quanto di notte per il prevalere della radiazione superficiale su quella indiretta; allontanandosi dal trasmettitore, nelle porzioni più distanti della zona stessa, pur permanendo una soddisfacente ricezione diurna, si avverte di notte un sensibile peggioramento in riguardo alla costanza nella intensità ed alla qualità di ricezione; ciò è dovuto al fatto che i campi relativi alle due specie di radiazioni giungenti ad un medesimo punto, possono avere in determinati momenti lo stesso ordine di grandezza e poichè, come abbiamo visto, la composizione dello strato varia continuamente, il punto in cui le due specie di radiazioni interferenti raggiungono la stessa efficacia e la stessa fase si sposta conseguentemente sulla superficie della terra.

In luoghi ancora più lontani, mancando il campo dovuto alla radiazione superficiale, possono verificarsi interferenze fra raggi spaziali, le quali non pregiudicano molto la ricezione.

Accanto ai fenomeni di fluttuazione di intensità, si verificano fenomeni di fluttuazione selettiva con riguardo alle componenti le bande di trasmissione; se infatti lo strato ionizzato si mantenesse fermo e di costante composizione, le singole componenti di ricezione si potrebbero pensare ognuna risultante dalla somma di quelle di un medesimo ordine e di diverso cammino, cioè di diversa fase. Poichè questi spostamenti di fase sono in generale diversi per le varie armoniche, talune di esse risulterebbero rinforzate, altre indebolite o addirittura soppresse.

In realtà lo strato ionizzato si muove e muta la sua composizione, cosicchè la conseguente variazione nei cammini relativi alle singole armoniche produce un effetto simile a quello che si avrebbe se l'antenna trasmettente e quella ricevente variassero continuamente e rapidissimamente la loro mutua distanza; ne viene che le componenti variano, al giungere in ricezione, più o meno la loro frequenza (effetto Doppler) e tanto più fortemente quanto più elevata è nell'unità di tempo la variazione della multiplicità e della lunghezza delle vie offerte ad esse, cioè in definitiva, quanto più elevata è la velocità dello strato.

Supposta ad esempio una variazione nella lunghezza del cammino pari a 30 km al secondo, si ha una corrispondente alterazione di frequenza di 0,1 $^0/_{00}$, il chè, per un'onda di 15 m, corrisponderebbe a ben 2000 hertz: questo rappresenterebbe un caso tipico di distorsione non lineare.

Gli spostamenti di fase di cui s'è detto prima, variano altresì rispetto agli originari e con una legge non costante nel tempo, così da mutare l'entità della distorsione lineare.

A causa dell'effetto Doppler si avrebbe come una modulazione sovrapposta all'originaria, per cui ogni armonica alla ricezione sarebbe accompagnata da un certo numero di frequenze estranee.

Occorre tener presente altresì che all'effetto di fluttuazione selettiva non si sottrae l'onda portante ciò che, attraverso il processo di demodulazione, conduce ad una variazione di intensità di ricezione, mentre praticamente se l'intensità della portante scende oltre un determinato limite, si verificano gravi distorsioni non lineari che possono compromettere la ricezione.

La fluttuazione non selettiva o totale proviene verosimilmente da assorbimento variabile degli alti strati dovuto a mutamenti nella ionizzazione, cui possono conseguire variazioni nello incurvamento dei fasci di radiazioni, ecc., ecc.

I fenomeni di fluttuazione vengono nei loro effetti combattuti con antenne trasmettenti, oppure con antenne riceventi speciali o con dispositivi di regolazione automatica di amplificazione. (1)

Fenomeni di eco.

Nella tecnica delle onde corte, succeduta per i traffici transoceanici civili e commerciali alle radiocomunicazioni ad onde lunghe, notevoli e molteplici problemi hanno dovuto essere affrontati e risolti laddove l'economia di esercizio connessa alle diminuite potenze ed all'accresciuta velocità di manipolazione dei segnali, con l'elevarsi delle frequenze, imponeva lo studio ed il disciplinamento di una quantità di fenomeni che, appunto a causa delle elevatissime frequenze raggiunte, venivano ad essere esaltati, talvolta in modo sorprendente, ostacolando un soddisfacente svolgimento dei servizi.

Fra tutti questi fenomeni, non ultimi per importanza e difficoltà di essere dominati sono stati quelli relativi alla propagazione, ed in particolare i cosiddetti fenomeni di eco.

Si denominano notoriamente echi radioelettrici quelli, fra gli effetti della influenza dell'atmosfera sulla propagazione delle onde corte, per i quali, in corrispondenza ad ogni singolo impulso trasmesso, si ottiene in ricezione una molteplicità di segnali.

Per chiarire l'origine degli effetti di eco sono state fatte diverse supposizioni: Lassen e Försterling pensano che le radiazioni viaggino nelle regioni ionizzate secondo differenti cammini, Störmer li attribuisce invece a fenomeni di riflessione e rifrazione verificantisi sopra banchi di elettroni estendentisi per zone molto grandi; la terza ipotesi è dovuta al Van der Pol: la velocità di gruppo delle onde attraverso le regioni ionizzate potrebbe essere considerevolmente ridotta, dipendentemente da certe loro condizioni.

Un'altra ipotesi si riferisce principalmente agli echi corrispondenti ad intervalli di tempo da 5 a 80 millisecondi quali sono stati osservati da Taylor, Young. Hoag, Andrew, Quäk, ecc.: essi

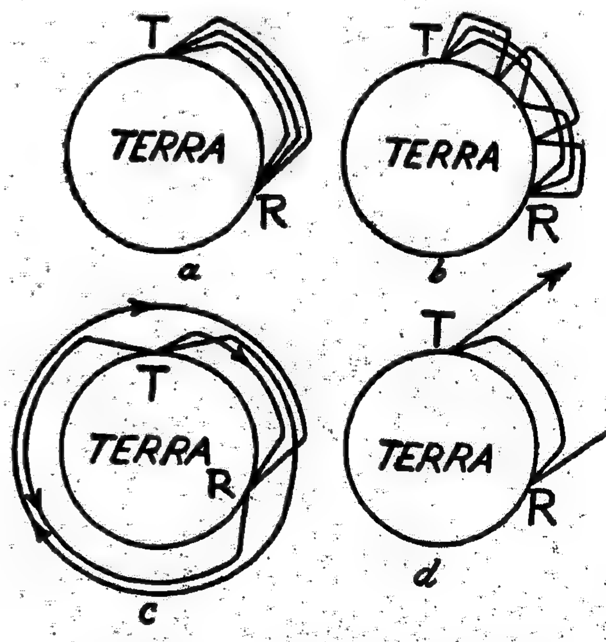


Fig. 28. — Echi semplici e multipli.

sarebbero dovuti a riflessioni su strati distanti dalla terra intorno a 1500 km, oppure sulla zona dell'aurora boreale, od anche su quella d'ombra del crepuscolo.

Se nel punto T della terra (fig. 28) vengono lanciati da un'antenna trasmittente, dei segnali, le radiazioni in arrivo al punto di ricezione generico R, avranno potuto percorrere diversi cammini: possono cioè (fig. 28 *a*) aver subìto un'unica riflessione-rifrazione nello strato, avendosi, come può dirsi, un semplice fascio di percorsi; le piccole differenze di tempo che si riscontrano in R fra i segnali re-

(1) Rutelli G.: «Sui fenomeni di affievolimento del campo di onde elettromagnetiche ed i moderni tipi di antenne antievanescenza». - Rendiconti della XXXIX Riunione Annuale dell'A.E.I. - Gardone, 1934.

lativi ai vari percorsi, sono intorno ad un millisecondo, corrispondente ad una differenza di cammino dell'ordine di 300 km: questo è il caso della cosiddetta molteplicità di prima specie.

Una molteplicità di seconda specie si ha invece (fig. 28 *b*) quando le radiazioni lanciate nello spazio giungono al luogo di ricezione dopo aver subìto varie riflessioni fra strato e terra: le differenze di tempo fra i relativi segnali sono dell'ordine di dieci millisecondi, ciò che corrisponderebbe ad una differenza, nei relativi cammini, di circa 3000 km.

La possibilità che le radiazioni arrivino al ricevitore non solo attraverso l'arco di cerchio massimo di minima lunghezza, ma pure attraverso quello ad esso esplementare, contornando cioè la terra in senso opposto a quello che segna la minima distanza fra trasmettitore e ricevitore, conduce alla cosiddetta multiplicità di terza specie rappresentata in fig. 28 *c*; le differenze di tempo fra i segnali relativi, ad un unico impulso, dell'ordine di 100 millisecondi, corrispondono a differenze di percorsi di circa 30.000 km: può darsi che le radiazioni ritornino alla terra attraverso riflessioni subìte fuori dell'atmosfera terrestre (fig. 28 *d*). Non è ancora però noto il meccanismo di tale fenomeno, nè si hanno dati precisi sulle differenze di tempo fra segnali successivi le quali sembrerebbero intorno al secondo, ciò che rappresenterebbe trovarsi la zona di riflessione ad una distanza dalla terra intorno a 150.000 km.

Nell'esercizio radiotelegrafico disturbano notevolmente i segnali multipli di terza specie (fig. 29) allorchè le loro differenze di tempo

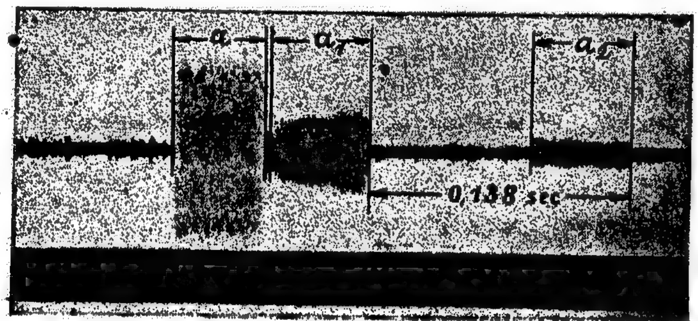


Fig. 29. — Echi multipli di terza specie: esperimenti fra Buenos Ayres e Geltow con onda di 15,3 m (Telefunken).

hanno il medesimo ordine di grandezza dell'intervallo che passa fra punti e linee; ciò ha condotto talvolta a dovere rinunciare al servizio su onda corta in determinate ore del giorno. Oggi però, con i sistemi direttivi i quali proiettano praticamente l'energia sensibilmente in un solo senso e favoriscono — se applicati in ricezione — il fascio di energia proveniente da un verso, si è potuto abolire questo grave inconveniente.

Purtroppo, per quanto riguarda i segnali multipli di seconda specie, cioè quelli che pervengono al punto di ricezione soltanto lungo il più breve tratto del cerchio massimo terrestre, non esiste ancora nessun rimedio; poichè però fortunatamente si presentano in modo raro e con ampiezze di solito modeste, non destano soverchia preoccupazione.



Fig. 30. — Echi multipli di seconda specie: esperimenti fra Nauen e Geltow con onda di 14,93 m ed antenna ricevente orizzontale (Telefunken).

Essi si avvertono nel caso in cui il trasmettitore ed il ricevitore sono non troppo distanti: in fig. 30 è appunto rappresentato questo caso.

Al fine di chiarire questo fenomeno sono state effettuate — per opera di tecnici della Telefunken — delle prove fra Nauen e Geltow i cui risultati si osservano nella detta figura: i segnali ricevuti a Geltow corrispondono a impulsi della durata di 5 ms lanciati a Nauen. Ad un impulso corrispondevano fino a 7 brevi treni di segnali. Il primo di essi — poichè il suo arrivo è stato contemporaneo a quello di un corrispondente impulso lanciato simultaneamente su filo — è senza dubbio dovuto ad un'onda superficiale ed è, per lo più, di ampiezza minore del secondo il quale verosimilmente è relativo ad un'onda spaziale che ha subìto un minore smorzamento; le ampiezze dei segnali successivi sono gradualmente decrescenti.

Nella figura si nota anche un'eco dovuta a propagazione secondo l'arco più esteso di cerchio massimo. È curioso il fatto che lo strato su cui queste onde si riflettono — date le differenze di tempo fra i successivi segnali, di 10 millisecondi circa — dovrebbe avere una distanza dalla terra di 1500 km invece di qualche centinaio, come ordinariamente si ammette per le ionostratificazioni: è qui probabile che le velocità dei treni d'onda, in corrispondenza al passaggio nello strato ionizzato, vengano fortemente diminuite accusando una maggior distanza fittizia di esso ovvero si tratta di raggi più volte riflessi fra superficie terrestre e strato. Osservazioni più lunghe mostrano inoltre che le distanze fra i segnali variano in modo notevole e rapido, ciò che comproverebbe corrispondenti mutamenti nelle condizioni della ionosfera.

La verosimiglianza di queste deduzioni è nel fatto che mentre con un'antenna orizzontale (fig. 31) i predetti segnali sono perfettamente rivelabili, non lo sono con un'antenna verticale, la quale agisce appunto escludendo solo quelli rimandati dallo strato: dalla fig. 31 si vede che l'antenna di ricezione verticale non capta altri segnali e pertanto quelli ricevuti dall'antenna orizzontale sono soltanto riflessi fra strato e terra, una o più volte.

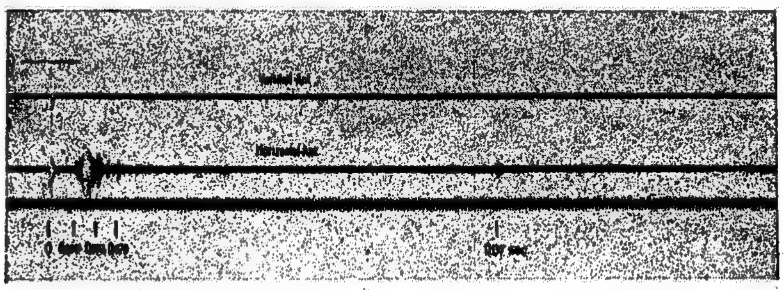


Fig. 31. — Echi multipli di seconda specie: esperimenti fra Nauen e Geltow con onda di 14,93 m; antenne riceventi orizzontale e verticale separate (Telefunken).

Gli echi di prima specie non sono stati percepiti nel traffico telegrafico ordinario, essendo la loro differenza di tempo intorno ad un millisecondo, troppo piccola; viceversa sono stati notati nella trasmissione delle immagini nella quale, a causa dei brevi impulsi, vengono avvertiti come disturbi: si è osservato dapprima che tutte le linee e le lettere trasmesse venivano dilatate nel senso dell'analisi, non appena il tempo di questa superava un determinato limite.

La Telefunken, al fine di studiare da vicino il fenomeno, esperimentò tra Buenos Aires e Berlino disponendo una sottile striscia sulla superficie del tamburo di trasmissione e parallelamente al suo asse, cioè normalmente alla direzione di analisi; si producevano corti impulsi della durata di circa 1/2 millisecondo e venivano registrati oscillograficamente al loro arrivo con durate da 3 fino a 5 millisecondi.

Si poteva ritenere che questo fosse dovuto alle costanti di tempo del trasmettitore oppure del ricevitore, ma ciò doveva essere escluso



Fig. 32. — Echi multipli di prima specie: esperimenti fatti fra Buenos Ayres e Berlino con brevi impulsi: *a*) segnali diretti dilatati; *b*) segnali trasmessi attraverso l'arco maggiore di cerchio massimo, non dilatati (Telefunken).

dal fatto che, come mostra l'oscillogramma di fig. 32, i segnali relativi agli impulsi provenienti sul più lungo arco di cerchio massimo (contrassegnati con *b*) si conservavano non dilatati.

La telegrafia delle immagini ha consentito di approfondire ulteriormente il meccanismo di questi fenomeni.

Interessanti sono state anche le ricerche di Mögel, il quale ha studiato i segnali multipli dovuti a echi, sperimentando fra Mukden e Geltow, tra Buenos Ayres e Nauen, fra Rio de Janeiro e Nauen, fra Manilla e Berlino, ecc.

Del pari sono da citare gli studi da lui condotti per le diverse direzioni e per le varie onde in dipendenza dell'ora e della stagione

e sono altresì da ricordare taluni ingegnosi metodi di misura del Gubau, il quale ha adoperato l'oscillografo catodico ed ha contribuito alla determinazione dell'altezza apparente delle varie stratificazioni della ionosfera.

Esperienze con onde smorzate sui fenomeni di eco (Gutton).

In recentissimi studi condotti dal « Laboratoire National de Radioelectricité » ad opera dei Professori Gutton, Galle Joigny, sul finire dell'anno scorso, sono stati utilizzati treni d'onda molto smorzati emessi per mezzo di sistemi con scarica a scintilla.

In questi esperimenti sono stati alternativamente lanciati segnali a onde continue e ad onde persistenti.

Il concetto informatore di queste indagini è quello di sostituire ad un fenomeno di rifrazione-riflessione, un fenomeno di semplice riflessione, o almeno di avvicinarsi a queste condizioni quanto più è possibile: ciò si effettuerebbe col mezzo di onde molto smorzate e senza periodicità ben definita le quali non si propagano nelle stesse condizioni di un segnale a onda persistente, che per quanto breve, ha, in un certo spazio di tempo, un grande numero di oscillazioni successive di periodicità ben determinata.

La teoria di Eccles lascia prevedere, per una sufficiente ionizzazione e di tanto più efficiente quanto più le onde sono corte, l'esistenza di una calotta di indice nullo. Si ammette spesso che le onde non potendosi propagare al di là di quest'ultima, in un mezzo di cui l'indice sarebbe negativo, sono da essa riflesse.

Questa ipotesi, poichè l'indice di rifrazione tendendo verso zero, la velocità di fase aumenta indefinitamente, solleva delle difficoltà; viceversa la velocità di gruppo dedotta dalla formola di Rayleigh e dalla legge di dispersione espressa dalla formola di Eccles tende a zero.

Si immagina altresì difficilmente il fenomeno (Larmor) per il quale l'energia elettromagnetica è trasformata in energia cinetica degli elettroni, i movimenti dei quali, avendo acquistato una grande ampiezza, rinvierebbero — per le perturbazioni ch'essi producono — onde riflesse.

Esistono come abbiamo visto esperienze di laboratorio sulle proprietà dielettriche dei gas ionizzati a debole pressione che hanno mostrato l'esistenza di un periodo proprio dei movimenti elettronici in un volume limitato di gas ionizzato contenuto entro un recipiente.

Se questi fatti potessero egualmente prodursi nell'atmosfera, si concepirebbe facilmente una riflessione sullo strato, portato in condizioni di risonanza, la quale, producendosi a delle altitudini elevate, in cui la pressione è molto bassa, come abbiamo già avuto occasione di osservare, condurrebbe — per urti fra elettroni e molecole gassose — ad un assai piccolo smorzamento; le risonanze sarebbero allora acute, i movimenti elettronici acquisterebbero delle grandi ampiezze e potrebbero in tal modo arrestare l'energia in arrivo, la quale pertanto verrebbe trasformata in energia cinetica degli elettroni: questi la restituirebbero, in virtù del loro movimento, emettendo delle onde riflesse.

Attraverso quanto abbiamo detto si vede come gli echi dovuti a onde persistenti e ad onde rapidamente smorzate lanciate in direzione perpendicolare alla ionosfera debbano essere diversi se sono dovuti a fenomeni di risonanza; l'esperienza ha confermato che i fenomeni di eco per le onde smorzate sono molto più deboli che per le continue. In fig. 33 si hanno a sinistra registrazioni di echi con onde persistenti ed a destra registrazioni con onde smorzate. In fig. 34 si hanno registrazioni con onde persistenti in prossimità della stazione trasmettente.

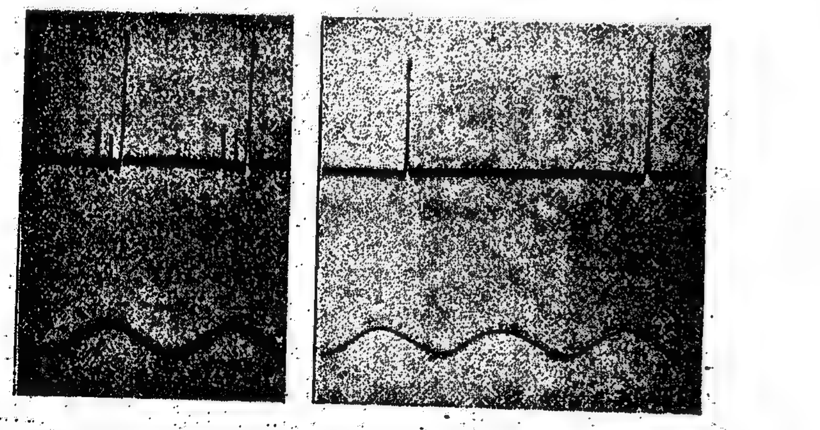


Fig. 33. — Paragone fra echi prodotti con onde smorzate (a destra) ed echi prodotti con onde persistenti (a sinistra) in recenti esperimenti del Prof. Gutton (dicembre 1934).

Come afferma il Prof. Gutton, i risultati di queste misure, seppure rendono probabile l'intervento di fenomeni di risonanza, non possono tuttavia permettere di asserire in modo certo la loro esistenza.

Occorre altresì osservare che, mentre, supposti campi sinusoidali nella ionosfera, si può dimostrare, come fa Eccles, l'esistenza di una corrente elettronica in opposizione colla corrente di spostamento, e quindi una diminuzione apparente della costante dielettrica con tutte le conclusioni che seguono, nel caso delle onde molto smorzate le variazioni d'intensità del campo non sono più sinusoidali, la corrente convettiva elettronica non è più in opposizione di fase con quella di spostamento e non si può più, dal punto di vista della propagazione, tener conto dell'ionizzazione del gas, immaginando una variazione apparente della costante dielettrica.

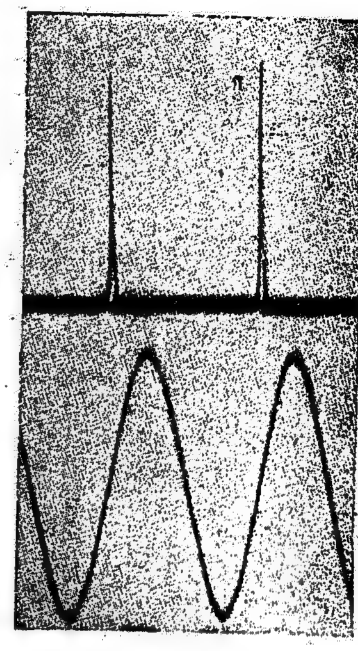


Fig. 34. — Echi prodotti per mezzo di onde persistenti in prossimità della emittente (Gutton).

Non si potrebbe inoltre più parlare di una calotta di indice nullo e solo è possibile che nelle condizioni molto complicate della propagazione di un treno d'onde smorzate, avvenga una deformazione o come uno « stiramento » di esso il quale al ritorno sarebbe male registrato dall'oscillografo.

Riassumendo le esperienze di Gutton darebbero dei risultati in accordo con la teoria delle risonanze, ma è sempre possibile di trovare un'altra spiegazione del fenomeno.

Effetti di « reazione radioatmosferica » altrimenti detti effetti di Lussemburgo e Droitwich.

Sono stati recentemente osservati dei curiosi fenomeni di interferenza delle emissioni di talune potenti stazioni a onda lunga con quelli di altre stazioni ad onda lunga e media, indipendentemente dalla selettività dei ricevitori.

Non si tratta dei soliti fatti di interferenza fra onde portanti di stazioni vicine nella gamma della radiodiffusione, in quanto che il fenomeno si presenta come la ripetizione del programma irradiato da una stazione A su l'onda portante di una stazione B; esso si osserva più agevolmente quando, irradiando la stazione A una onda modulata, la stazione *B*, sulla quale il ricevitore è accordato, o quasi accordato, manda soltanto la sua onda portante.

Si sono fin'oggi constatate le seguenti caratteristiche dell'effetto presentato dapprima dalla stazione di Lussemburgo come stazione della categoria A (150 kW, $\lambda = 1304$ m corrispondente a 230 kHz) sulle stazioni di Radio Parigi, Hilversum, Beromünster, Sottens, ecc. come stazioni della categoria B.

Van der Pol previde che quando fosse entrata in funzione la stazione inglese di Droitwich (150 kW, $\lambda = 1500$ m corrispondente a 200 kHz) si sarebbe notato il medesimo fatto: ciò si è esattamente verificato e, mentre prima si parlava soltanto di un « effetto Lussemburgo » oggi si parla anche di un « effetto Droitwich », e poichè cresce il numero di stazioni affette dal fenomeno, sarà necessario trovargli una denominazione, cosa un pò difficile per l'incertezza esistente sulla natura dei fatti.

Non si può pensare ad una forma di pura interferenza in quanto il fenomeno si nota soltanto durante la modulazione della stazione disturbatrice e non in assenza di essa e tanto più distintamente quanto più basso è il grado di modulazione della stazione disturbata, raggiungendosi per l'osservazione, condizioni ideali, quando quest'ultima non modula.

Sembra che non si sia verificato il caso di scambio fra stazione disturbatrice e stazione disturbata, nel senso cioè che la prima (A) la cui modulazione è avvertita stando in ascolto sull'onda della stazione *B*, non consente di ricevere, stando in ascolto su essa, l'altra stazione.

In vari ascolti la qualità del programma della stazione disturbatrice risultava buona, anche quando la ricezione diretta denotava fenomeni di fluttuazione semplice o selettiva. Quando invece la stazione disturbata presentava anomalie, esse si riflettevano anche sulla qualità del programma della stazione disturbatrice ricevuta accordandosi sulla disturbata.

È da escludere trattarsi di un fenomeno della cosiddetta modulazione trasversa (Kreutz-modulation) in quanto in tale caso il fenomeno dovrebbe permanere oppure accrescersi sintonizzando il

ricevitore sulle stazioni di lunghezza d'onda più vicina a quella disturbatrice.

Poichè ancora il fenomeno è stato avvertito soltanto sintonizzandosi sulla stazione disturbata (B), si può escludere l'ipotesi che la emittente disturbatrice venga ricevuta dagli stadi a media frequenza di una supereterodina poichè tali stadi sono per solito sintonizzati su frequenze dell'ordine delle stazioni disturbatrici e, per le ragioni dette avanti, se l'avvicinarsi col proprio ricevitore all'onda disturbatrice allontana la possibilità del fenomeno, dovrebbe appunto escludersi l'intervento degli stadi a media frequenza.

Sembra che il disturbo si presenti specialmente quando il ricevitore stia sull'allineamento geometrico determinato dalle due stazioni emittenti. Ciò facilita il compito da parte dell'ascoltatore di identificare la stazione disturbatrice.

Le lunghezze d'onda maggiormente suscettibili, sembra che siano, per le stazioni più disturbate, quelle comprese fra 540 e 380 metri (Lipsia, Monaco, Lione, Stoccarda, Athlone) disturbate da Droitwich); fa eccezione quella di Beromünster che è fortemente disturbata da Radio-Parigi.

Il Prof. Appleton ha detto:

« Dobbiamo riconoscere che le onde emesse da una stazione potente possono imprimere le loro caratteristiche su una particolare sezione della regione ionizzata, e ciò ad un punto tale che ogni altra onda riflessa dalla stessa regione riceva l'impronta delle suddette caratteristiche nel processo della riflessione. La regione ionizzata si comporta come se essa accumulasse il programma di una stazione potente e passasse poi una parte di questo programma alle altre onde che essa riceve e riflette ».

È in base a queste vedute di Appleton che si potrebbe forse proporre di denominare l'effetto osservato « reazione radioatmosferica ».

Comunque in alcune nazioni, come ad esempio la Germania, si stanno organizzando dei centri di osservazione e di coordinazione dei dati dell'esperienza per potere presto uscire dallo stato di incertezza nel quale attualmente ci si trova riguardo a questi nuovi fatti della radiofisica dell'alta atmosfera, fatti che potrebbero anche avere notevoli ripercussioni sui futuri orientamenti della tecnica radioelettrica.

Reazione del campo dell'antenna ricevente su quello della radiazione in arrivo, sfera di assorbimento e rendimento.

Nello spazio intorno all'antenna di ricezione è sensibile l'azione del campo dell'onda trasmessa e quello dovuto alla potenza oscillatoria nella detta antenna (campo secondario): mentre a grande distanza dal sistema trasmettente le onde in arrivo a quello ricevente possono essere considerate piane, quelle irradiate da quest'ultimo hanno una configurazione che può pensarsi sensibilmente sferica.

La potenza liberata è facilmente calcolabile risolvendo l'integrale:

$$P_{2i} = \frac{1}{4\pi c} \int_{S_2} F_2^2 \, d\, S_2 \qquad (27)$$

dove F_2 è il valore del campo secondario e $d\,S_2$ l'elemento generico di superficie sferica racchiudente il dipolo ricevente.

È facile convincersi che la distinzione in campo incidente o primario e campo secondario al punto di ricezione è artificiosa e non riveste significato fisico: in realtà il campo sensibile è uno solo, ma può esser comodo tuttavia a fini analitici mantenere questa distinzione con la dovuta circospezione.

Alla ricezione si ha una equazione di bilancio energetico:

$$P_{2t} = P_{2R} + P_{2i} \qquad (28)$$

dove gl'indici t, R ed i si riferiscono ordinatamente alla totalità della potenza disponibile, a quella che rimane nel circuito elettrico di antenna ed a quella parte della porzione captata che viene di nuovo irradiata; l'indice 2 vuole indicare che si tratta di elementi relativi al posto di ricezione, che intendiamo trovarsi a grande distanza da quello di trasmissione.

Il valore del rapporto fra il campo generato dalla corrente oscillatoria nel dipolo ricevente e quello incidente:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{120\pi}{R + R_i} \cdot \frac{h_2^2}{\lambda d_2} \qquad (29)$$

si può assumere come misura della reazione del campo secondario su quello primario.

Allorchè il campo secondario — in corrispondenza all'ipotesi astratta di resistenza di perdita nulla dell'antenna ricevente — è massimo, la reazione del campo secondario su quello in arrivo raggiunge il suo più alto valore.

In tale ipotesi puramente teorica, in cui l'antenna ricevente non farebbe che reagire sull'onda in arrivo, si avrebbe:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{3}{4\pi} \cdot \frac{\lambda}{d_2} \qquad (30)$$

Mentre a distanza d_2 di una lunghezza d'onda dall'antenna ricevente la reazione, nel caso irreale, è circa 25 %, essa scende ad 1 % soltanto a ventiquattro lunghezze d'onda; in tale intervallo geometrico si avrebbe tutta una zona in cui per dir così l'onda in arrivo sarebbe perturbata da quella di reazione.

Nel caso in cui la resistenza di radiazione e quella di perdita dell'antenna captante siano eguali — il chè corrisponde notoriamente al valore massimo della corrente di ricezione — l'azione del campo secondario su quello primario si riduce alla metà: il « disturbo » sul campo primario diventa l'1 % soltanto alla distanza di dodici lunghezze d'onda.

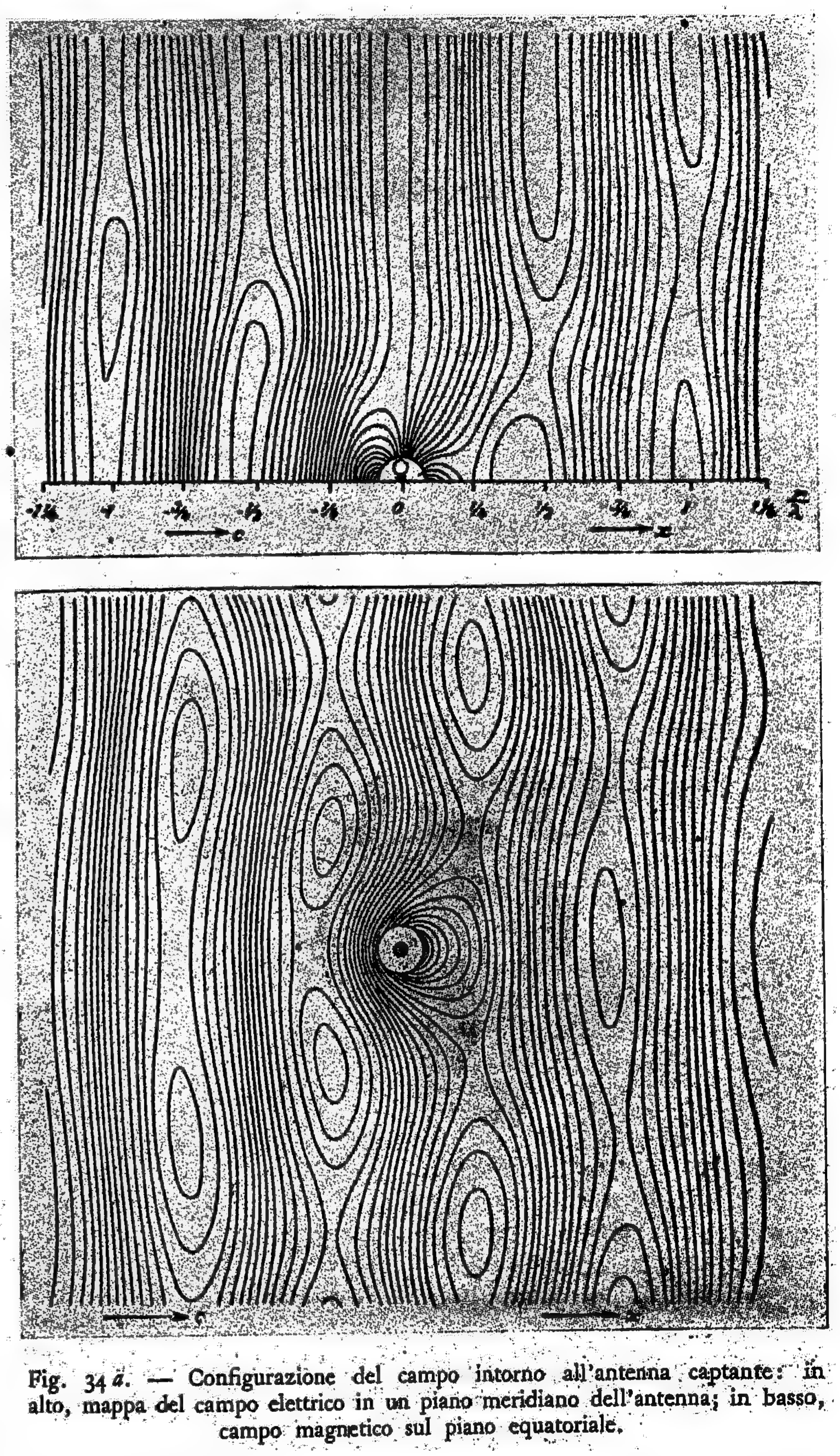


Fig. 34 *a*. — Configurazione del campo intorno all'antenna captante: in alto, mappa del campo elettrico in un piano meridiano dell'antenna; in basso, campo magnetico sul piano equatoriale.

In fig. 34 *a* sono rappresentate nella parte superiore la configurazione del campo elettrico in vicinanza di un piano meridiano dell'antenna ricevente e nella parte inferiore la mappa del campo magnetico nel piano equatoriale. L'effetto di reazione tende a manifestarsi con raddensamento delle linee di campo prima del dipolo ricevente e con rarefazione (effetto di ombra radioelettrica) dopo di esso; questi effetti sono minori nel caso in cui le due resistenze dell'antenna ricevente si eguagliano, il chè corrisponderebbe ad una minor quota parte di energia perduta.

Può essere utile di conoscere l'ordine di grandezza del rendimento del processo di captazione e a tale scopo basterà paragonare l'ammontare dell'energia realmente assorbita dall'antenna con quello

inerente al totale disponibile, detratta la parte relativa al fenomeno di reazione.

Se la resistenza utile e quella di perdita del dipolo captante sono eguali ed E indica la d.d.p. oscillatoria in esso, la potenza assorbita è:

$$P_{2R\,max} = \frac{E_2}{2} \frac{R_i}{(2 R_i)^2} \tag{31}$$

e quindi:

$$P_{2R\,max} = \frac{F_1 \lambda^2}{640 \pi^2} \tag{32}$$

La superficie della cosiddetta sfera equivalente di assorbimento è:

$$S_2 = \pi r^2 = \frac{P_{2R\,max}}{P} = \frac{3}{8\pi} \lambda^2 \tag{33}$$

avendo indicato con P il modulo del vettore di Poynting.

Il raggio della predetta superficie sferica è allora:

$$r \backsimeq \frac{\lambda}{5} \tag{34}$$

Queste deduzioni possono servire a farci un'idea quantitativa di quel tanto che dell'energia disponibile viene captata da una antenna ricevente, anche nel caso più favorevole in cui il rendimento di antenna è il 50 %: basterebbe paragonare il raggio r con quello della sfera avente centro nel punto medio del dipolo trasmettente.

Se vogliamo ottenere l'ordine di grandezza del rendimento globale massimo di una radiocomunicazione limitatamente a quanto riguarda la captazione, basterà ricordare che la potenza elettromagnetica primaria disponibile è con buona approssimazione:

$$P = \frac{F_1 d_1^2}{90} \tag{35}$$

e tenendo conto del valore di $P_{2R\,max}$ si trae:

$$\eta = \frac{9}{64 \pi^2} \frac{\lambda^2}{d_1^2} \tag{36}$$

Se per esempio $\lambda = 500$ m e $d_1 = 50$ km, si avrebbe:

$$\eta = 1{,}4 \cdot 10^{-6} ,$$

il che significa che per ogni kW irradiato dall'antenna trasmettente, soltanto 1 mW viene trattenuto nel circuito captante e di questo mW bisogna non limenticare che solo una parte passa utilmente a trasformarsi nei circuiti successivi, mentre il resto si perde in calore nel circuito di captazione.

Il valore del rendimento si può migliorare con appropriati sistemi trasmettitori e captanti, specie in corrispondenza alle più elevate frequenze di trasmissione, ma già si vede come allo stato attuale della tecnica non è agevole pensare alla possibilità di veri e propri trasporti di energia attraverso lo spazio all'infuori di quelli utilizzati per le comunicazioni.

Comportamento delle diverse onde e ripartizione delle gamme ai vari servizi.

Con l'evoluzione prodigiosa della radiotecnica sono andati estendendosi ed intensificandosi i vari servizi per radiocomunicazioni civili e commerciali continentali ed intercontinentali, per quelle militari e per la protezione della vita umana in mare.

Ciò ha condotto ad una vera saturazione dell'etere, consistente in uno stipamento delle emissioni in certe zone d'onda veramente grave, talchè i diversi Enti interessati si sono preoccupati sempre più di arricchire le gamme sfruttabili dai vari servizi con nuove zone, al fine di contenervi, come si dice, un numero maggiore di radiocanali, compatibilmente con i requisiti tecnici essenziali delle corrispondenze.

Un grande passo in questo senso è senza dubbio rappresentato dall'applicazione della banda di quelle onde che da circa 100 m scendono fino a 10 m ed oltre ed il cui limite minimo vien sempre più favorevolmente spostandosi.

Dopo la scoperta di Barkhausen e Kurz di oscillatori capaci di generare onde di lunghezza inferiore al metro ed i contributi italiani di Marconi e del Carrara, si va invadendo il campo d'onde di lunghezza dell'ordine di pochi cm con notevoli probabilità di pratiche applicazioni.

Con l'accresciuta necessità di un maggior numero di canali, non essendosi in pari tempo verificata una congrua dilatazione delle zone d'onda utilizzabili, sono venute notevolmente restringendosi le bande di frequenze assegnate a certi servizi, così in particolare quello radiofonico.

Comitati e conferenze internazionali iniziati con la Riunione di Washington del 1927, che potè fra non lievi difficoltà compilare un primo statuto della distribuzione delle radiofrequenze, si sono succeduti nell'intenzione di disciplinare questa materia così delicata ed essenziale.

Il problema è di triplice natura: studiare la più opportuna distribuzione delle bande di frequenza ai vari servizi ed assegnare le onde di lavoro alle relative stazioni, apprestare metodi e strumenti di misura per tarare nel modo più esatto gli ondametri delle stazioni al fine di controllarne continuamente anche a distanza la stabilità delle emissioni, studiare i mezzi più adatti ad ottenere una sufficiente stabilità di frequenza con scarti massimi tollerabili prestabiliti ed una sufficiente purezza delle emissioni (assenza di armoniche delle frequenze di lavoro).

Le onde lunghe adoperate nel campo radiotelegrafico (3000 metri ÷ 25.000), si propagano prevalentemente per raggi diretti o superficiali ed i fenomeni di affievolimento sono sempre meno percettibili, a misura che si va verso le lunghezze d'onda più elevate, per le quali il raggio diretto è fortissimo a paragone di quello riflesso: per $\lambda = 16.000$ m, sembra non esista differenza nel comportamento di giorno e di notte e si deduce che praticamente non esistono raggi spaziali riflessi. Tuttavia per onde di 12.000 m si è osservato che le corrispondenze, ad esempio, fra Europa ed America qualche volta sono soggette ad affievolimento, specie se la zona del crepuscolo sta fra trasmettitore e ricevitore.

Poichè l'impiego di queste onde impone grandi concentrazioni di potenza con conseguente maggior spesa di impianto e di esercizio, questa tecnica è venuta man mano cedendo il posto, per le comunicazioni a grande distanza, a quella più economica delle onde corte.

Le onde medie applicate di preferenza nel campo radiofonico, oltre che per vaste zone, nei campi navale, aeronautico, militare, (100 m ÷ 3000 m) si propagano di giorno unicamente per raggi diretti; di notte interviene in misura sensibile l'azione dello strato ionizzato, cosicchè si determinano effetti di fluttuazione.

I raggi spaziali si fanno sentire a misura che si va verso le lunghezze d'onda più piccole, ma fino ad un determinato limite di frequenza.

Le onde corte, applicate nella radiofonia e nelle radiocomunicazioni commerciali, civili e militari ($\lambda = 10 \div 100$ m) subiscono fortemente i fenomeni di affievolimento per il fatto che si propagano prevalentemente per raggi indiretti; per queste onde abbiamo visto che esistono le cosiddette zone di silenzio. Il raggio superficiale viene fortemente assorbito, una parte dell'onda spaziale può penetrare — in corrispondenza a certi valori di λ ed a determinati angoli zenitali — negli strati ed attraversarli, sfuggendo poi nello spazio; una parte pare venga riflessa, ed un'altra rifratta: a misura che diminuisce la lunghezza d'onda, la parte riflessa si affievolisce sempre più, mentre quella rifratta subisce un incurvamento verso la terra che si presenta sempre meno accentuato a misura che λ diminuisce (fig. 24).

Queste onde presentano diversità di comportamento a seconda delle ore e delle stagioni, e le relative comunicazioni sono affette, come abbiamo visto, da fenomeni di eco, i quali vengono combattuti adottando appropriati sistemi direttivi.

Poichè le comunicazioni su onda corta risentono naturalmente del grado di illuminazione delle zone attraversate e sono quindi soggette a variare con la posizione apparente del sole rispetto alla terra, Eckersley ha pensato di creare delle vere e proprie carte della distribuzione dell'illuminazione solare nei due emisferi terrestri in corrispondenza alle diverse stagioni, contenenti cioè speciali curve che danno le varie gradazioni di luce e di ombra nelle varie parti della terra, rappresentata in proiezione di Mercatore.

Con tali grafici, riportati su apposite carte trasparenti da sovrapporre a quelle planimetriche, è possibile — operando opportuni spostamenti verso ponente, in corrispondenza delle ore di un determinato meridiano, ad esempio quello di Greenwich — ottenere la distribuzione delle zone di luce, di ombra e di crepuscolo nei vari oceani e continenti.

Su questa materia sono stati fatti esperimenti anche dall'ammiraglio Byrd a Dunedin (Nuova Zelanda) in occasione della spedizione nell'Antartide, dal giugno 1929 all'Ottobre dello stesso anno, mediante ascolti sulle stazioni americane ad onda corta. Le conclusioni si riferiscono sopratutto alle influenze della illuminazione nella zona coperta dalle radiazioni elettriche sulla forza del campo di ricezione.

Condizioni di completa notte su questa zona sono le più favorevoli per l'ascolto e si ha in ogni caso vantaggio se di essa almeno una parte è in oscurità e tanto di più, a misura che diminuisce la lunghezza d'onda.

Brusche diminuzioni del campo si sono verificate per le più alte frequenze e per il percorso in piena notte ed anche se questo è in piena luce non si sono osservate condizioni di completa stabilità di ricezione; se sul luogo di trasmissione sorgeva il sole, si avvertiva un aumento temporaneo della forza dei segnali.

Sono stati presentati all'ultima conferenza del C.C.I.R. di Lisbona i grafici di eguale densità ionica massima atmosferica contrassegnati dalle lunghezze d'onda limiti equivalenti a tracciati su un mappamondo muto rappresentato in proiezione di Mercatore (Eckersley).

Poichè tali grafici rappresenterebbero le varie regioni della ionosfera vista dal sole, per tener conto del moto terrestre, essi — adagiati sulla mappa corrispondente del globo — vengono fatti opportunamente spostare di quel certo tempo che interessa, approfittando dei numeri di ore segnati sui bordi delle carte, così da aversi la condizione della ionosfera in un momento qualsiasi nel corso delle ventiquattr'ore.

Come onda più piccola, da utilizzarsi per trasmissioni in un dato percorso, è da scegliere la più elevata tra quelle corrispondenti alle curve che tagliano il percorso considerato ([2]). Tali diagrammi essendo la più semplice espressione di fenomeni assai complessi, sono da usare con grande circospezione.

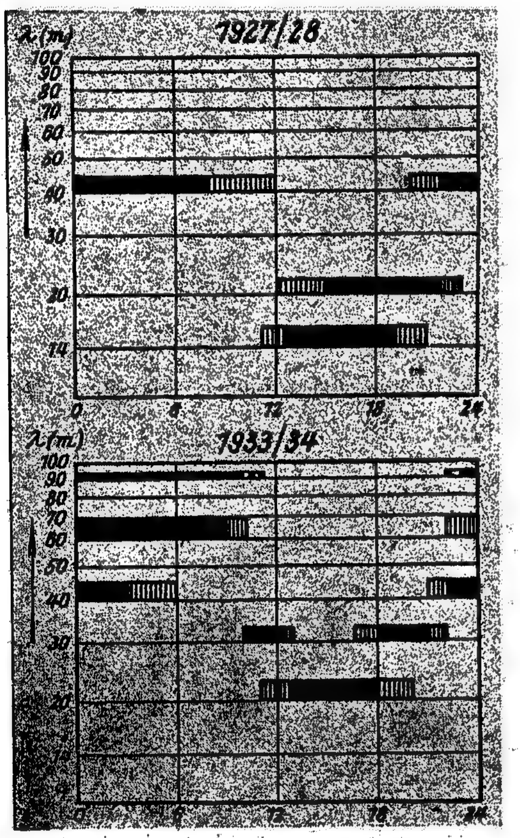


Fig. 35. — Distribuzione delle gamme nelle varie ore ai servizi invernali a onda corta nel traffico New-York-Berlino.

Il percorso delle onde può notoriamente essere in:

tutta luce
tutta oscurità
luce-oscurità
oscurità-luce
luce-oscurità-luce
oscurità-luce-oscurità.

Le bande delle onde corte vengono variamente applicate a seconda delle ore del giorno, delle stagioni e dei servizi e si dividono in diurne, crepuscolari e notturne. Il grafico di fig. 35 riporta le onde utilizzate nel traffico New York-Berlino nei mesi invernali degli anni 1927-28 e 1933-34 durante le varie ore del giorno e quello di fig. 36, diagrammi che si riferiscono ad una ripartizione delle onde proposta per i servizi americani.

Per mantenere un traffico continuo di 24 ore fra punti posti a grande distanza, occorre disporre da 3 a 4 onde, quando il trasmettitore e il ricevitore sono disposti nel senso Levante-Ponente; se i punti sono disposti nel senso Tramontana-Mezzogiorno potranno essere sufficienti due onde.

Eckersley, in cinque distinti periodi di osservazione fatti presso una stazione sperimentale della Compagnia Marconi, ha costruito delle curve di attenuazione delle varie onde a seconda delle condizioni di illuminazione nel percorso e per potenza di trasmissione di circa 10 kW.

Con questi diagrammi è possibile determinare approssimativamente quale possa essere per una data onda l'intensità del campo presso una stazione ricevente posta a determinata distanza da altre trasmettenti, quando il percorso totale per circolo massimo sia stato scomposto, a mezzo della carta di illuminazione, nei singoli tronchi in differenti condizioni di luce ed assegnare per una determinata comunicazione l'onda più adatta.

Per le onde ultracorte ($\lambda = 1 \div 10$ m) e le onde cortissime o microonde ($\lambda \leqslant 1$ m) dette anche onde quasi-ottiche, si era ritenuto che praticamente, non intervenendo alcuna riflessione atmosferica ed il raggio rifratto non tornando più alla terra, le relative comunicazioni avessero portate limitate alla zona di visibilità ottica.

Le onde dell'intervallo da 17 a 3,75 m si dimostrano utilizzabili di massima per una distanza dell'ordine del centinaio di chilometri, e su questa distanza interessanti esperimenti sono stati fatti sul comportamento dell'onda di spazio e di quella di superficie in rapporto alla frequenza, alla topografia ed allo sviluppo altimetrico della regione con riguardo al valore del campo, dell'attenuazione e dei fenomeni di diffrazione, riflessione, rifrazione, ecc., trasmettendo su mare e su terra, sia che si tratti, in quest'ultimo caso, di comunicazioni ottiche oppure non ottiche (interposizione di ostacoli).

Quando infatti la lunghezza dell'onda scende allo stesso ordine di grandezza delle irregolarità e degli ostacoli della regione attraversata dalla radiazione, occorre applicare una diversa mentalità nello

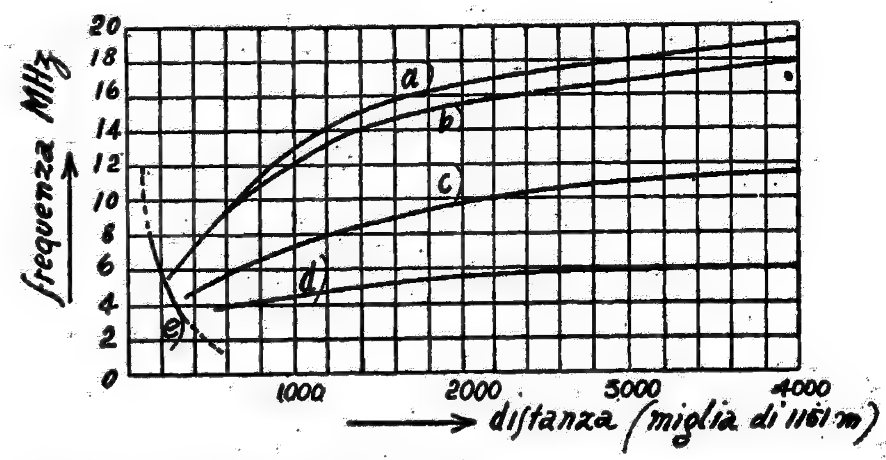


Fig. 36. — Distribuzione del traffico in servizi americani (Espenchied).
a) giorno-estate - *b*) giorno-inverno - *c*) notte-estate - *d*) notte-inverno - *e*) onda superficiale.

studio sia teorico come sperimentale dei fenomeni, rispetto a quella che si ha per le altre onde.

L'intensità di campo di queste onde sembra seguire l'allontanamento dell'antenna trasmettente più debolmente che non quanto la legge dell'inversa distanza lascerebbe prevedere; su mare il campo decresce mentre la frequenza cresce nell'intervallo da 8,7 m a 3,75 m e su terra, si ha un regime inverso; esistono valori ottimi della frequenza dipendenti sopratutto dalla topografia della regione ed a ricezioni sotto diversi angoli azimutali corrispondono punti di ottimo differenti.

Fenomeni di affievolimento sono stati osservati nel caso in cui per la distanza dal trasmettitore si verificano sensibili attenuazioni dovute ad ostacoli montagnosi, ma non in misura rilevante; talvolta si è avuto ragione di credere che un fenomeno di evanescenza diurna per queste onde sia dovuto ad un'azione riflettente delle nuvole.

Il fenomeno di riflessione su terra si verifica in modo netto anche quando la natura del terreno scabro o boscoso potrebbe lasciar prevedere il contrario, la diffrazione interviene notevolmente nel caso di trasmissione non ottica e la rifrazione in strati bassi dell'atmosfera ha luogo come se il raggio terrestre fosse circa 4/3 del suo reale valore.

Gli studi di Schelleng, Burrows, Ferrel e quelli di Englund, Crawford e Mumford in unione alle ricerche di Weyl, Strutt ed altri hanno fatto molta luce sul comportamento di queste onde che già si manifestano feconde di applicazione sopratutto alla radiotelevisione e nel campo delle comunicazioni militari.

L'Englund, insieme con altri, ha fatto esperimenti su distanze fino a 125 miglia con onde da 4,7 e 3,7 m nel caso di ostacoli fissi e mobili ed ha ricavato che la radiazione orizzontale è influenzata principalmente dalle riflessioni dell'onda provenienti da accidentalità del terreno, alle quali, si accompagnano effetti di rifrazione senza apprezzabili fenomeni di riflessione atmosferica.

Esperimenti fatti tra due colline ad esempio hanno dimostrato che esistono superfici riflettenti facilmente localizzabili e con un campo di 40 $\mu V/m$ si sono avute ottime condizioni di ricezione.

Taluni esperimenti condotti anche in Italia sembra abbiano confermato l'adattabilità di queste onde per stazioni campali (Bacchini).

Allo stato attuale della tecnica, le onde ultracorte si adoperano per televisione e radiotelefonia locale: il primo uso è dovuto al fatto che permettono di collocare le bande larghissime di frequenza occorrenti alla televisione (oggi si raggiungono quasi 500.000 Hz) con possibilità di un grande numero di unità trasmettitrici; il secondo uso, la cui possibilità è stata accertata in esperimenti fatti in America ed in Germania, deriva dall'opportunità di estendere il campo di applicazione dei trasmettitori radiofonici accrescendo il numero dei programmi locali dei grandi centri, senza probabilità di disturbi ai servizi vicini, fatti su onda media.

Un vantaggio non trascurabile di queste onde è di consentire

([2]) Vedi *Alta Frequenza* 1934, III, 6, p. 720 e segg.

comunicazioni duplex con potenze-antenna limitate e mantenendo trasmettitore e ricevitore anche molto vicini, cosa che permette tali corrispondenze agli aeroplani, alle navi e per scopi militari terrestri, fino ad aversi i due complessi trasmettente e ricevente montati insieme.

Da esperienze eseguite recentemente in Giappone poi, sembrerebbe che le onde ultracorte si comportino come ottiche se il campo è polarizzato orizzontalmente e, come quasi-ottiche se la polarizzazione è verticale (Uda).

Le ultime esperienze del Senatore Marconi pare abbiano provato che segnali trasmessi su onde cortissime siano stati ricevuti a distanze molto superiori a quelle massime prima ammesse. Essendo in corso al riguardo studi non si può che attenderne i risultati.

Le onde cortissime o microonde, per le quali nell'ultimo quindicennio sono venute intensificandosi le ricerche, oltre che essere attualmente utilizzate a scopo di studio dei fenomeni di propagazione, hanno trovato impiego per collegamenti direttivi fino a a distanze dell'ordine di alcune diecine di chilometri, che presentano singolare interesse per scopi civili e militari, fino a poter talvolta sostituire vantaggiosamente i cavi telefonici senza alcun pregiudizio per la segretezza delle comunicazioni.

*

L'assegnazione delle onde ai servizi radio, è divenuta — come avanti dicevamo — in questi ultimi tempi un problema sempre più arduo; si può citare ad esempio il lavoro svolto nell'ultima conferenza di Lucerna iniziata il 15 maggio dello scorso anno allo scopo di creare un piano in sostituzione di quello di Praga del 1929 ormai non più adeguato alla sviluppo della radiodiffusione.

È noto che a tale conferenza hanno per la prima volta partecipato ufficialmente la Russia, la Siria, la Palestina ed altri Paesi.

La regione europea presa in considerazione nel piano di Lucerna è quella definita al Nord e all'Ovest dai limiti naturali dell'Europa, all'Est dal 40.^{mo} meridiano di Greenwich ed a Sud dal 30.^{mo} parallelo Nord, in modo da comprendere la parte occidentale della Russia ed i territori delimitati dal Mediterraneo, eccettuate le parti dell'Arabia e dell'Edjaz comprese nella predetta zona.

La gamma in particolare assegnata alla radiodiffusione va notoriamente da 550 a 1500 khertz, e fino alla riunione di Madrid era stato dichiarato possibile ad alcune poche stazioni radiofoniche di uscire da essa, ove fosse imposto da ragioni tecniche inerenti ad esempio alla situazione di impianti i quali dovessero lavorare eccezionalmente entro gamme di onda spettanti ad altri servizi aerei, marittimi, ecc.

Evidentemente non lieve è stata la difficoltà di assegnare a stazioni radiocircolari, onde appartenenti ad altri servizi, sopratutto per il fatto di dover corrispondentemente mettere a disposizione onde radiofoniche.

Dal fatto che si doveva trovar posto ad un complesso di stazioni radiocircolari che superava il numero di duecento, mentre sulla base di un distanziamento di 9 khertz esse non avrebbero potuto superare il centinaio, risulta la difficoltà enorme offerta dalla risoluzione di un tale problema.

All'inizio della conferenza, il progetto presentato dalla U.I.R. riguardante le cosiddette assegnazioni di deroga, incontrò opposizione da parte dei rappresentanti dei servizi aerei, marittimi, ecc., spiegabile se si riflette che, con tale progetto, ben ventiquattro stazioni radiocircolari, venivano a trovarsi nella banda da 150 a 300 khertz (in questa gamma lavorano i servizi mobili, gli aeronautici, i radiofari), che inoltre sedici stazioni radiofoniche avrebbero dovuto trovare posto fra 300 e 500 khertz (banda appartenente ai radiofari, ai servizi aeronautici, radiogoniometrici, ecc.), ed infine altri undici trasmettitori fra 500 e 515 khertz.

Si è potuto ottenere un compromesso, riducendo il numero delle stazioni che avrebbero lavorato nella gamma 300-500 khertz ed in quella 150-300 khertz ad un totale di 31, e quelle che avrebbero lavorato fra 500 e 515 khertz ad 8.

I progetti presentati alla conferenza di Lucerna prima di pervenire al piano definitivo furono sette, e ciò basta a render conto della faticosa cura che questi lavori hanno imposto ai rappresentanti dei Paesi interessati.

Gli accordi sulle stazioni funzionanti «in deroga» consistono nel maggior possibile distanziamento geografico fra ogni stazione e ciascuna delle altre che avrebbero funzionato collo spostamento di un canale dalla frequenza della stazione stessa, nonchè nella riduzione al disotto dei 9 khertz dell'intervallo normale fra stazioni radiocircolari, provvedimento, quest'ultimo, preso a stento essendo già da molto tempo riconosciuto questo scarto come il minimo sufficiente a garantire un funzionamento «non sovrapposto» di stazioni di radiodiffusione.

Se si riflette ancora che la conferenza di Lucerna ha dovuto assegnare onde ufficiali a molte stazioni installate posteriormente al piano di Praga (1929), nonchè a 17 stazioni russe, sarà chiaro che solo facendo assegnamento sui moderni mezzi della radiotecnica (utilizzazione del parallelo fra più stazioni, uso di antenne direttive, stabilità spinta di frequenza dei trasmettitori, ecc.) nel modo più geniale sfruttati e, naturalmente sullo spirito di collaborazione dei delegati, è stato possibile uscire dal caos in cui di recente minacciava di cadere la radiofonia europea.

Il successo pratico del piano di Lucerna impone beninteso come condizione inderogabile a tutti i servizi interessati, la più scrupolosa osservanza delle norme sancite, anche e sopratutto in relazione alla precisione tecnica dei vari servizi.

Formule, diagrammi e sistemi di trasmissione.

Fin dai primordi delle radiocomunicazioni si era cercato di stabilire delle relazioni matematiche le quali, oltre che a caratterizzare i fenomeni, servissero alla predeterminazione ed al calcolo degli elementi degli svariati problemi di trasmissione; in altre parole, in queste relazioni avrebbero dovuto figurare un certo numero di grandezze elettriche e geometriche in modo da riassumere i principali casi che in pratica si prevedesse di incontrare.

Si poteva pensare — a partire da un determinato grado di familiarità coi fenomeni — che fra le predette grandezze dovessero figurare le portate di trasmissione, la potenza disponibile in antenna e la lunghezza d'onda di lavoro.

Altri elementi concernenti la forma e le dimensioni del sistema radiante ed il relativo modo di vibrare ed altresì taluni fattori traducenti le influenze terrestri ed atmosferiche sono venuti aggiungendosi ai primi a misura che l'attività di esercizio e quella di ricerca lo consentivano con il loro progredire.

Tra i primi tentativi, oltre quelli fatti da Hertz, che stabilì delle relazioni aventi importanza basilare e che tutt'oggi costituiscono il migliore strumento di indagine e di vaglio per i nuovi sistemi irradianti escogitati e da escogitare, debbono essere annoverati quelli di Marconi il quale, come è noto, enunciò, tra l'altro una legge che lega l'altezza comune delle antenne trasmettenti e riceventi, alla portata conseguibile.

I concetti di altezza efficace o equivalente e di resistenza utile o di radiazione sono stati estesi, non senza difficoltà alle antenne comunque vibranti delle quali si sono potuti predeterminare i diagrammi polari di radiazione.

La tecnica moderna delle altissime frequenze ha consentito la verifica sperimentale di problemi di trasmissione molto ardui che era stato soltanto possibile investigare per via teorica, tra cui, ad esempio quello della distribuzione del campo nella immediata prossimità delle antenne trasmettenti (Uda).

È facile intuire la grande importanza di queste ricerche le quali ci avvicinano alla conoscenza dell'intimo meccanismo non ancora perfettamente noto, secondo il quale avviene il distacco dell'energia dall'antenna trasmettitrice.

Le formule di Hertz che le esperienze di Taylor, di Duddel e di Tissot verificarono come praticamente esatte per portate fino a qualche lunghezza d'onda, non si dimostrano, come abbiamo già avuto occasione di rilevare, atte a tradurre gli effetti a più grandi distanze.

I tentativi dell'Austin, del Fuller, del Poincaré e di altri, condussero ad espressioni meglio adatte a dare risultati approssimativamente soddisfacenti.

Le misure di campo iniziate scientificamente in Italia da Vallauri hanno permesso di determinare sperimentalmente elementi difficilmente valutabili in vari casi per via teorica, come ad esempio, l'altezza efficace, non potendosi assimilare, che con molta circospezione e soltanto in qualche caso, un'antenna ad un dipolo Hertziano; tali misure hanno anche permesso di sottoporre al vaglio dell'esperienza le espressioni matematiche riguardanti la trasmissione, di determinare il modo di variare di certe grandezze in esse contenute e di rilevare sperimentalmente con metodi diretti le caratteristiche polari di emissione non soltanto orizzontali, ed alla superficie terrestre, ma anche verticali, queste ultime col mezzo di aeroplani.

Il mezzo sperimentale anche qui ha consentito alla tecnica radioelettrica inopinati sviluppi laddove lo strumento matematico, per la complessità dei problemi, non poteva essere sufficentemente sfruttato.

Per il contributo italiano ricordiamo anche l'opera del Prof. Pes-

sion che ha tra l'altro ideato un metodo elegante di determinazione dell'altezza equivalente di radiazione.

Le deduzioni analitiche di Sommerfeld, specie per quanto riguarda la propagazione superficiale sono state rese maneggevoli da Eckersley ed hanno permesso di tracciare delle curve che riescono di grande utilità in determinati problemi delle comunicazioni; esse sono state ricavate anche sulla base dell'esperienza e vi ha contribuito essenzialmente la direzione scientifica della British Broadcasting Corporation.

Le curve cosidette di giorno che presupponevano una pura propagazione superficiale dell'onda hanno avuto prima della conferenza di Lucerna una riedizione a cura di Eckersley e sono state presentate nella terza riunione del C.C.I.R. (Lisbona settembre e ottobre 1933).

Sono progrediti di pari passo gli studi sulla efficacia orizzontale e spaziale delle antenne dipendentemente dal loro modo di vibrare e da altri fattori esterni, così pure quelli relativi ai vari sistemi di antenne rispondenti a ciascuno degli svariati scopi delle radiocomunicazioni.

Uno dei difetti nell'approssimazione delle formole del campo risiede nel fatto che la terra pur essendo considerata semiconduttrice, è riguardata come piana.

Un tentativo di fare intervenire la curvatura della terra è stato fatto anche da chi scrive applicando talune deduzioni del La Porte il quale segue il Poincarè e considera la terra gobba e conduttrice e si sono altresì tracciati dei diagrammi riguardanti la radiazione spaziale con riferimento a vari casi di antenna trasmettente e ricevente fondandosi su criteri stabiliti dal Böhm e dal Gothe [3].

Uno dei mezzi ideati per esaltare l'intensità del campo secondo determinate direzioni è stato applicato dalla tecnica, sia dal lato trasmissione come da quello ricezione, e consiste in sistemi di due o più antenne situate a distanza di frazioni di lunghezza d'onda vibranti in particolari condizioni di ampiezza e fase.

Per esempio, considerando due antenne verticali geometricamente eguali, ed in opportuni rapporti, per quanto riguarda gli elementi elettrici, si possono ottenere notoriamente degli effetti di rinforzamento della radiazione secondo certe direzioni e di indebolimento secondo altre: se ad esempio le due antenne sono separate da una piccola frazione di lunghezza d'onda si può giungere ad ottenere sul piano equatoriale, radiazione sensibilmente nulla in direzione perpendicolare all'asse dell'allineamento, mentre così non sarà in tutte le altre direzioni; crescendo la distanza fra le antenne fino a mezza lunghezza d'onda la radiazione secondo l'asse dell'allineamento raggiungerà un massimo (Braun).

Nel 1901 Stone propose un simile allineamento con le due correnti però in fase, capovolgendo in tal modo gli effetti direzionali del sistema.

Nello stesso tempo il Blondel avvicinò a un quarto di lunghezza d'onda le antenne sfasando le relative correnti fino a 1/4 di periodo, ottenendo per tal modo un massimo lungo l'asse dell'allineamento ed in un solo verso, e praticamente zero nel verso opposto.

In questi concetti è già contenuto il principio del radioriflettore: perchè l'energia si propaghi soltanto nel verso secondo cui occorre concentrarla bastano due conduttori eguali e paralleli uno dei quali deve risultare alimentato rispetto all'altro con la differenza di fase che occorre perchè, in relazione con la distanza che lo separa da esso, compensi la radiazione di questo in un senso e la raddoppi in quello desiderato.

Anche in base ad altri studi del Braun, del Bellini, così pure della Radio Corporation, della Compagnia Marconi, della Italo Radio (Gori), della Telefunken (Böhm, Gothe), ecc., ecc. sono stati sviluppati modernamente tipi di sistemi direttivi le cui brillanti trattazioni matematiche consentono di svolgere i progetti con alta probabilità di successo.

La conoscenza delle proprietà direzionali dei vari sistemi che permettono concentramenti di energia in settori orizzontali o verticali o in fasci, ha dato pregevoli frutti per migliorare le corrispondenze fra punti fissi del globo e per lo studio dell'alta atmosfera.

Per l'interesse che gli studi della propagazione delle radioonde presenta non solo per gl'immediati scopi radiotecnici, è probabile che, al già ricco materiale di osservazione, si aggiungano risultati di nuove ricerche che ci auguriamo consentano dei passi decisivi nella esplorazione delle alte regioni dell'atmosfera con notevole vantaggio per il progredire di una tecnica dalla quale l'umanità può ancora attendersi grandiose conquiste.

[3] Rutelli G.: l. c.

L'IMPIANTO DI SEGNALAZIONI AUTOMATICHE PER LA VIABILITÀ CON CENTRALE DI COMANDO INSTALLATO NELLA CITTÀ DI AMSTERDAM

C. E. A. MAITLAND

Si descrive un impianto automatico per la regolazione del traffico urbano che consente, usufruendo della rete telefonica sotterranea in cavo e con l'impiego degli organi desunti dalla telefonia automatica, un comando perfettamente regolabile di tutti i semafori di una grande città. Il sistema comprende la combinazione del comando automatico con quello a pedana essendo inoltre prevista la regolazione raggruppata di parecchi crocevia onde facilitare la ripartizione del traffico. L'intera manovra e il controllo dei semafori si fanno da un posto centrale e a ciò basta l'impiego di una persona.

L'aumento continuo del traffico nelle arterie delle grandi città, particolarmente poi del traffico rapido nelle vie per lo più strette delle zone urbane centrali, impone imperiosamente la sorveglianza dei crocevia con maggior intensità di circolazione. Attualmente non è più possibile affidare la regolazione del traffico stradale agli utenti medesimi della strada, ma si deve invece farla eseguire da un regolatore imparziale; e questo non solo agli effetti di evitare nei limiti del possibile incidenti e scontri, ma anche per elevare al massimo la velocità del flusso veicolare nelle strade preferite dagli automezzi. Ecco perchè si vedono oggidì in tutte le città di una certa importanza i vigili urbani regolare il *traffico* ai crocevia più congestionati, con movimenti delle braccia.

Questo metodo di regolazione del traffico è però molto poco economico. Per di più esso presenta gli svantaggi che qui enumeriamo:

1) Il vigile urbano può bensì regolare il traffico, non ha però il tempo di abituare il pubblico a seguire particolari norme. Più volte egli si troverà in condizioni di dover scegliere se sia meglio lasciare impunita una trasgressione alle prescrizioni del traffico o interrompere per qualche minuto la regolazione del traffico al crocevia da lui sorvegliato.

2) Il vigile urbano non può curarsi che della circolazione ad un solo crocevia; deve per conseguenza abbandonare a sè stesso il traffico agli altri crocevia della medesima arteria che il più delle volte subirà interruzioni in parecchi punti. Ma tali interruzioni causeranno dei ritardi non irrilevanti nella circolazione con disagio del pubblico e riducendo anche l'efficienza dell'arteria.

Se invece la regolazione del traffico venga affidata a segnali automatici, non occorrerà più appostare ad ogni intersezione il vigile urbano. Un numero ridotto di vigili avrà il solo compito di abituare il pubblico ad attenersi alle norme prescritte intervenendo solo nel caso di trasgressioni. Ad Amsterdam ad esempio si avevano prima dell'installazione dell'impianto automatico nella Leidschestraat, che viene intersecata da ben 15 vie trasversali su di un percorso di 900 metri, 26 vigili urbani per la regolazione del traffico. Dopo la sistemazione dei segnali automatici non ne occorono che 10 per la semplice sorveglianza della circolazione.

I segnali automatici dei crocevia si potranno inoltre coordinare tra loro nel caso di una arteria a più intersezioni o in generale in una rete stradale urbana. Sarà così possibile di ridurre al massimo i conglomeramenti e di elevare la capacità di smaltimento dell'arteria segnalata. Nell'esempio di Amsterdam la regolazione del traffico ai 15 punti di intersezione è stata coordinata in modo che su tutto il percorso gli automezzi non hanno in generale da sostare che una volta sola.

Si obbietterà forse che i segnali automatici non consentono una regolazione elastica del traffico stradale. Ma l'esperienza fatta con l'impianto d'Amsterdam ha dimostrato che è stata proprio la rigidità del sistema a consentire lo smaltimento uniforme del traffico, dato che gli autisti sanno ben adattarsi alla periodicità dei segnali. Certo non si dovrà eccedere in fatto di rigidità, altrimenti la circolazione nelle arterie delle grandi città ne verrebbe seriamente compromessa.

La regolazione del traffico stradale dovrà tener sempre conto delle esigenze del momento. Sotto questo punto di vista l'adattamento ideale è consentito dal comando a pedana azionato dagli automezzi stessi che percorrono l'arteria e che regola automatica-

mente la circolazione ai crocicchi. Ma questo sistema non può venir applicato che ai crocevia isolati, mentre lo smaltimento regolare del traffico richiede invece l'interdipendenza dei regolatori di crocevia. Ora questa premessa si potrà soddisfare meglio di tutto con l'impiego di un sistema di regolazione a comando centralizzato e che sia indipendente dal funzionamento delle pedane che registrano il passaggio degli automezzi. Solo quando il complesso dei semafori sarà regolato da un solo posto centrale, ne sarà garantita l'elasticità di manovra. Da ciò risulta che il problema della regolazione del traffico urbano potrà venir risolto in maniera perfetta solo adottando un sistema che consenta la messa a punto dei semafori sistemati ai crocicchi di una grande città da un posto cen-



Incrocio con segnalazioni ad Amsterdam.

trale che si potrebbe ad esempio sistemare al Comando di Vigilanza Urbana o al Municipio e da cui dovrebbe essere possibile la messa a punto dei vari semafori così da rispondere in ogni tempo alle esigenze della viabilità.

Facciamo qui seguire la relazione tecnica di un sistema che soddisfa alle condizioni suaccennate e che si trova attualmente in esercizio nella città di Amsterdam.

Il sistema in parola prevede per ogni crocevia o per ogni gruppo di crocevia coordinati tra loro *dieci* differenti messe a punto e cioè: *sei* comandi coordinati, *tre* comandi a pedana ed *una* fase intermedia in cui tutti i semafori sull'arteria principale mostrano in una delle due direzioni costantemente il « verde ». Le regolazioni coordinate possono venir accoppiate con i comandi a pedana solo per le vie trasversali. Dalla centrale situata al Comando di Vigilanza Urbana si può inserire, disinserire e controllare il ciclo di regolazione richiesto per ogni gruppo di segnali come pure per ogni singola intersezione.

Prima di entrare nei particolari di dettaglio enumereremo qui le condizioni cui il sistema in parola deve soddisfare:

Il vigile urbano dà due comandi nettamente distinti, cioè l'« alt » e l'« avanti ». Questa manovra viene copiata dal semaforo con la luce rossa e quella verde. La prima fa arrestare il flusso stradale, la seconda lo fa avanzare. Però il vigile urbano non manca di *avvertire* il flusso in movimento di arrestarsi prima di dare il segnale di *via libera* al flusso fermo. Pochi secondi più tardi il vigile urbano cambierà il *segnale precauzionale* in quello « alt », dando nel contempo al flusso trasversale il segnale di « avanti ». Il segnale intermedio è indispensabile per due motivi: in primo luogo perchè il flusso in movimento non può arrestarsi improvvisamente; in secondo luogo perchè ci vorrà pure un po' di tempo per sgombrare il crocicchio.

Ora il semaforo funziona esattamente in base a questo schema. Il segnale precauzionale viene dato dalla luce gialla, mentre nel contempo la luce rossa, che ha fatto fermare il flusso veicolare in una determinata direzione, permane (va da sè che si potrebbe far apparire la luce gialla in ambedue le direzioni, ma il Comando di Vigilanza Urbana ad Amsterdam ha deciso altrimenti per ragioni speciali della viabilità). Ad ogni segnale sono propri due elementi di tempo variabili, cioè:

1) la durata del ciclo e

2) il ritmo che determina la divisione del ciclo in quattro periodi distinti, e cioè: verde-rosso, giallo-rosso, rosso-verde e rosso-giallo.

Se sussiste per di più la coordinazione di parecchi crocevia tra loro si avrà ancora un altro elemento, cioè:

3) lo sfasamento, vale a dire il ritardo con cui ha luogo l'inizio della fase verde ai crocevia appartenenti alla medesima arteria e che si susseguono nella medesima direzione.

Si dovranno quindi distinguere le seguenti combinazioni:

A) per i crocevia isolati:

1) solo il comando collegato,

2) solo il comando a pedana azionato dagli automezzi stessi,

3) il comando collegato per una delle due direzioni e il comando a pedana per l'altra;

B) per i crocevia raggruppati in un complesso il comando collegato, di cui ai punti 1-3 su elencati, potrà essere, per i crocevia che si susseguono in direzione del flusso stradale, di uno dei tipi seguenti:

1) sincrono — tutti i semafori dell'arteria mostrano il medesimo colore,

2) sincrono-alternato — ogni secondo semaforo mostra il medesimo colore,

3) progressivo — ogni semaforo che succede nella direzione del flusso veicolare ritarda del tempo richiesto dal flusso per procedere da un crocevia al prossimo,

4) antiprogressivo — ogni semaforo che succede nella direzione del flusso avanza del tempo richiesto dal flusso per procedere da un crocevia al prossimo. Questa condizione è derivata immediatamente da quella 3 qualora si consideri la direzione opposta al flusso stradale.

Come è stato già menzionato, ciascuno di questi comandi in direzione del flusso principale può venir combinato con un comando a pedana in direzione trasversale. Anzi nei casi 3 e 4 ciò dovrà avvenire sempre se non si vuole che il flusso in una delle due direzioni sia fortemente disuguale da quello nell'altra. Questo accadrebbe ad esempio nel caso di una strada percorsa dagli automezzi in una sola direzione. Non ci è possibile entrare in dettagli sull'applicazione pratica dei sistemi del genere nella tecnica della viabilità. Ci basterà sapere che il sistema in parola consente di realizzare una qualsiasi di queste combinazioni come pure di passare con la massima semplicità da un metodo di regolazione all'altro.

Ora, al fine di soddisfare a tutte queste condizioni, non occorre, come forse si potrebbe credere, collegare tra loro i crocevia di una strada e rispettivamente collegarli col posto di comando centrale mediante cavi, onde poterne effettuare le manovre di inserzione e di commutazione. Non occorrono neppure dei grandi armadi ermetici sistemati ai crocevia e destinati a racchiudere grandi complessi di apparecchi; chè tali sistemi sarebbero di per sè stessi proibitivi per il loro fortissimo costo. Una soluzione molto semplice e relativamente di spesa esigua si ottiene usufruendo della rete telefonica urbana. Impiegando quest'ultima si potrà, valorizzando tutte le risorse che si hanno a disposizione, creare un sistema elegantissimo di regolazione, il cui sviluppo non si può attualmente prevedere.

La Ditta Siemens e Halske di Berlino, validamente appoggiata dall'Amministratore delle Linee Telefoniche Municipali di Amsterdam, ha studiato un impianto del genere per 15 crocevia, che è stato installato ad Amsterdam, dove funziona già da un anno con perfetta soddisfazione della Vigilanza Urbana. L'impianto verrà tra breve esteso alla regolazione del traffico dell'intera città.

A seconda che si preveda l'impiego solo del comando collegato o solo di quello a pedana azionato dagli automezzi stessi, oppure si voglia utilizzare i due sistemi combinati o anche a piacere ora l'uno ed ora l'altro, si allaccierà il crocicchio segnalato alla centrale telefonica più vicina mediante una coppia di conduttori oppure mediante due coppie. Dato che la manovra dovrà essere iniziata dalla centrale telefonica principale, questa dovrà venir allacciata al Comando di Vigilanza Urbana mediante tre coppie di conduttori. La connessione delle altre centrali cui spetta solo di trasmettere i comandi ricevuti e di effettuare la sincronizzazione, è fatta invece mediante quattro coppie di conduttori. Tutta l'apparecchiatura di manovra è sistemata nelle centrali telefoniche, mentre ai crocicchi non si vedono che degli armadietti che racchiudono solo qualche relais e, se proprio si desidera, i congegni per il servizio manuale dei semafori.

Al Comando di Vigilanza Urbana (indicato in abbreviazione con VU) è sistemata un'apparecchiatura di manovra relativamente semplice con cui si possono inserire, disinserire o commutare, rispettivamente inquadrate in gruppi determinati, i semafori di tutta la città a seconda delle esigenze del traffico, e di più controllarne il funzionamento.

Come già menzionato più sopra, ogni crocevia ed ogni gruppo di crocevia consentono dieci differenti messe a punto in cui il co-

mando interdipendente e quello a pedana possono venir combinati a piacere oppure fatti anche funzionare indipendentemente l'uno dall'altro.

Le dieci differenti messe a punto sono distinte dalla maniera con cui le condutture di manovra vengono allacciate al permutatore nella centrale telefonica. Ne segue quindi che si potranno variare a piacere le messe a punto in ogni momento commutando semplicemente tra loro gli attacchi.

Anche nel caso che per una ragione qualsiasi la conduttura che porta alla Vigilanza Urbana venisse interrotta, sarebbe tuttavia possibile di comandare l'impianto direttamente dalla centrale principale oppure di far funzionare i differenti gruppi dalle sottocentrali da cui essi dipendono.

Nel caso di questo schema di sistemazione le apparecchiature dell'impianto vengono installate nelle medesime sale delle centrali telefoniche in cui si trovano le intelaiature dei vari gruppi di selettori. Si trovano quindi sotto la continua sorveglianza del personale addetto al servizio telefonico ed in ambienti, dove non si hanno da temere deteriorazioni causate dalla polvere, dall'umidità o da sbalzi di temperatura.

Si avrà inoltre la possibilità di realizzare le apparecchiature valorizzando, quali elementi costruttivi, gli organi affermatisi in lunghi anni d'esperienza nel servizio telefonico. Da ciò segue che l'impianto, benchè nuovo nella sua concezione, è già uscito dal suo stadio sperimentale. Di più si hanno a disposizione degli organi perfettissimi per compiere i differenti processi d'inserzione, di disinserzione e di commutazione dei vari circuiti, la cui sicurezza d'esercizio è nota e che essendo fabbricati in serie sono di costo ben esiguo. La manutenzione dell'apparecchiatura è pure esigua, dato che essa può venir fatta dai meccanici addetti alla centrale telefonica. Ecco come si è potuto sviluppare un sistema di regolazione del traffico stradale, a comando centralizzato, che soddisfa pienamente alle più alte esigenze d'esercizio e che non è di prezzo più elevato di quello che possano essere gli impianti meno complessi ed a comando locale.

La fig. 1 mostra lo schema semplificato del posto d'inserzione sistemato al crocevia. Qualora non si desideri la regolazione ma-

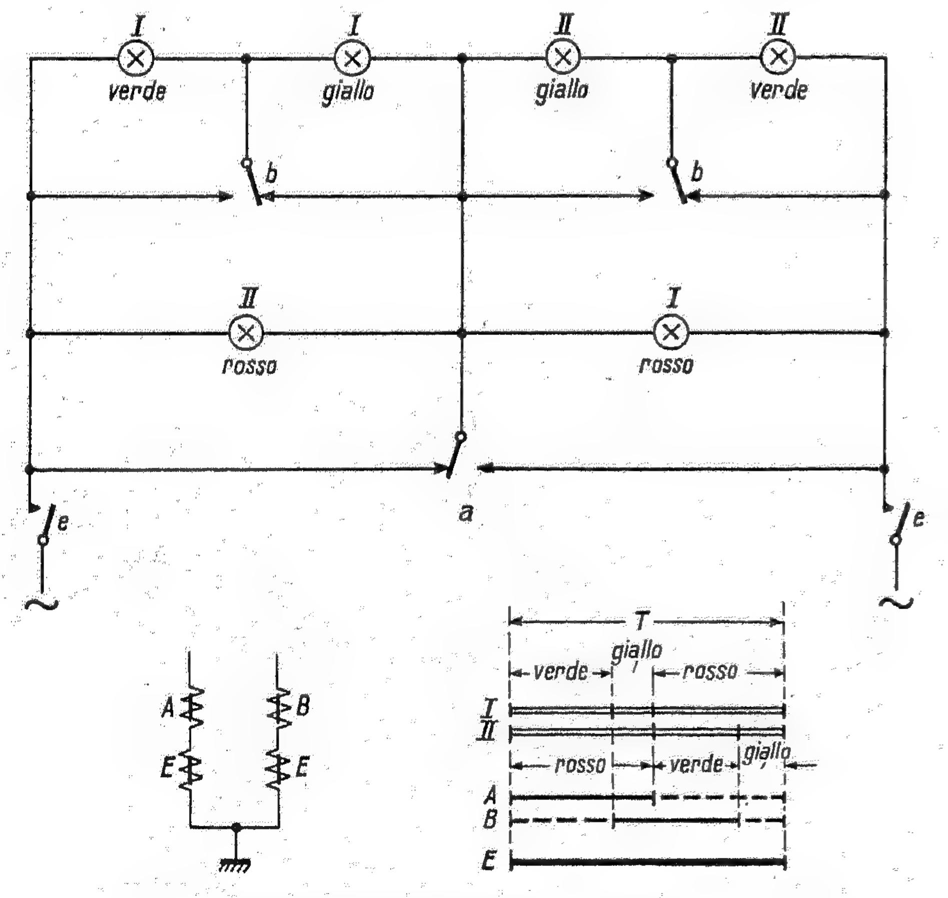


Fig. 1. — Circuito semplificato delle lampade segnalatrici.

nuale, detto posto contiene solo i tre relais E, A e B a corrente debole e i tre contattori comandati alla loro volta dai tre relais e che agiscono sui contatti *e*, *a* e *b* delle lampade segnalatrici.

Con E è indicato il relais d'inserzione che resta eccitato durante tutto il tempo di funzionamento dei semafori.

A eccitato, B diseccitato dà verde I - rosso II.

A e B tutti due eccitati dà giallo I - rosso II.

A diseccitato, B eccitato dà rosso I - verde II.

A e B tutti due diseccitati dà rosso I - giallo II.

L'armadietto contiene i tre relais sistemati in un complesso di facile intercambiabilità, poi l'eliminina-disturbi per la radiodiffusione, un commutatore, due fusibili e un contatto a spine per l'attacco di una lampada portatile.

Se si desidera il comando manuale, si collocherà una colonnina che racchiuderà allora, oltre all'apparecchiatura di cui sopra, un interruttore a mano, i cui contatti rimpiazzano i contattori del servizio automatico. I tre relais a corrente debole restano tuttavia collegati alla linea di giunzione e continuano a funzionare, però questa volta a vuoto. Così la parte a funzionamento automatico della colonnina di manovra resta in fase col sistema a comando centrale, particolare questo di grande importanza nel caso in cui il crocevia in parola sia inquadrato in un gruppo intero di crocicchi.

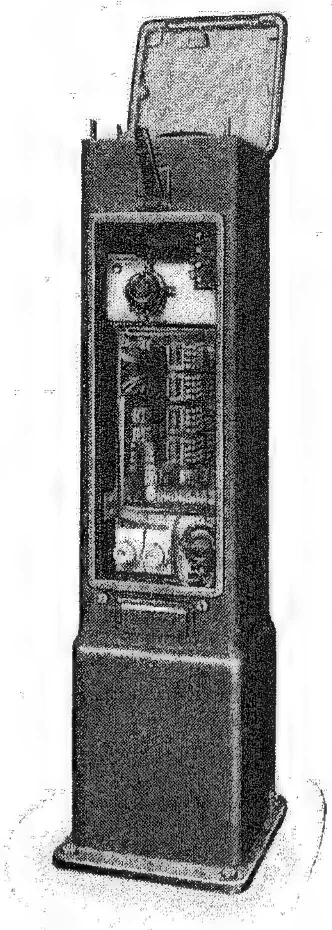


Fig. 2. — Colonnina di manovra con coperchio sollevato.

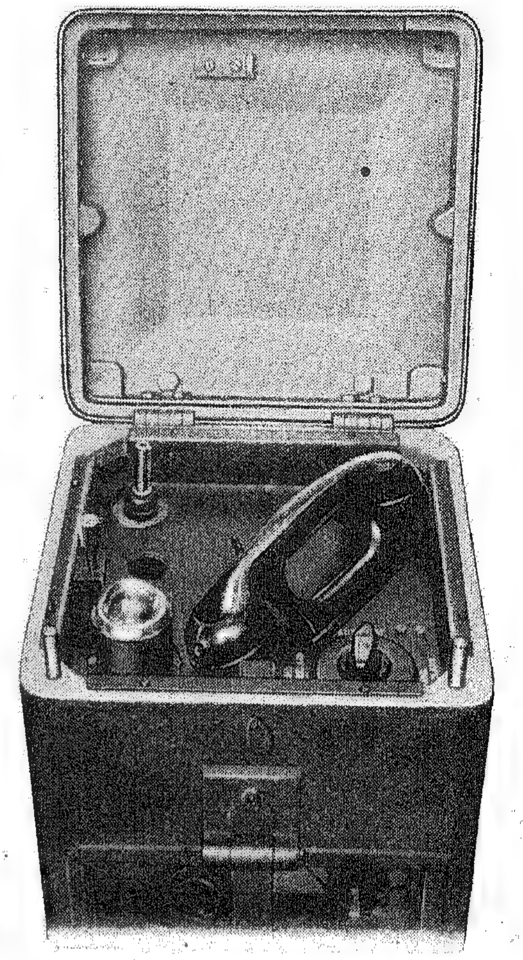


Fig. 3. — Parte superiore della colonnina con coperchio sollevato.

Qualora si volesse passare dal servizio manuale a quello automatico, si dovrà dapprima sincronizzare i semafori con la parte automatica. A questo scopo è stata qui connessa ai relais una lampadina di sincronizzazione che viene a trovarsi in parallelo con il « verde » nella direzione principale del traffico. Dato che l'interruttore di comando manuale dà nella sua posizione di riposo (o) « verde » per il flusso principale e « rosso » per quello trasversale, si potrà manovrare il comando a mano solo quando la lampadina di sincronizzazione sarà accesa.

La colonnina contiene inoltre l'apparecchio telefonico che si inserisce da solo e permette la comunicazione con il Comando di Vigilanza Urbana non appena sia stato aperto il coperchio della colonnina e sia stato inserito l'interruttore di comando manuale. Siccome nel contempo viene anche attuato un segnale al Comando di Vigilanza Urbana non ci sarà nessun pericolo che qualcuno abbia da manovrare dalla strada il comando manuale senza che la Vigilanza Urbana ne venga a sapere e si possa informare sulla ragione di tale procedimento. Va da sè che il segnale si ripete anche quando si passa dal servizio manuale a quello automatico.

Ne segue che il posto centrale è continuamente informato su quanto succede in strada, tanto più poi che il vigile urbano postato al crocevia può in ogni tempo mettersi in comunicazione con il posto di comando centrale.

La fig. 2 mostra la colonnina aperta, quella 3 la parte superiore con il coperchio sollevato.

Si noti che la conduttura a corrente debole funziona con corrente di riposo di maniera che ogni guasto viene segnalato automaticamente.

Per meglio comprendere il funzionamento dell'impianto si osservi lo schema simbolico illustrato alla fig. 4.

A mezzo di linee tratteggiate che corrono dall'alto al basso lo schema è stato ripartito in quattro campi che riproducono, andando da sinistra a destra, gli organi di manovra sistemati al Comando di Vigilanza Urbana (VU), nella Centrale Telefonica Principale (CP), nella Sottocentrale (SCT) e da ultimo al rispettivo crocevia (PI). Anche qui, come nelle reti telefoniche automatiche, ad ogni intersezione è stato assegnato un numero nel caso in parola di tre cifre e dei numeri, che chiameremo collettivi, sono

stati previsti per la selezione di quei crocicchi che sono inquadrati in determinati gruppi di due e più intersezioni. La prima delle tre cifre si riferisce sempre alla sottocentrale con cui sta collegato il rispettivo crocevia. Ora, volendo inserire, disinserire e anche semplicemente variare il sistema di regolazione ad un determinato crocicchio o ad un gruppo di più crocicchi, si sceglierà a mezzo del disco combinatore DC dell'apparecchio di manovra situato al Comando di Vigilanza Urbana (VU) — primo campo a sinistra dello schema — il numero relativo di selezione. L'oggetto di tale manovra sarà quello di mettere in azione il selettore SC nella centrale telefonica principale — secondo campo da sinistra dello schema — e il selettore SI nella sottocentrale — terzo campo dello schema — che si inseriranno così sul

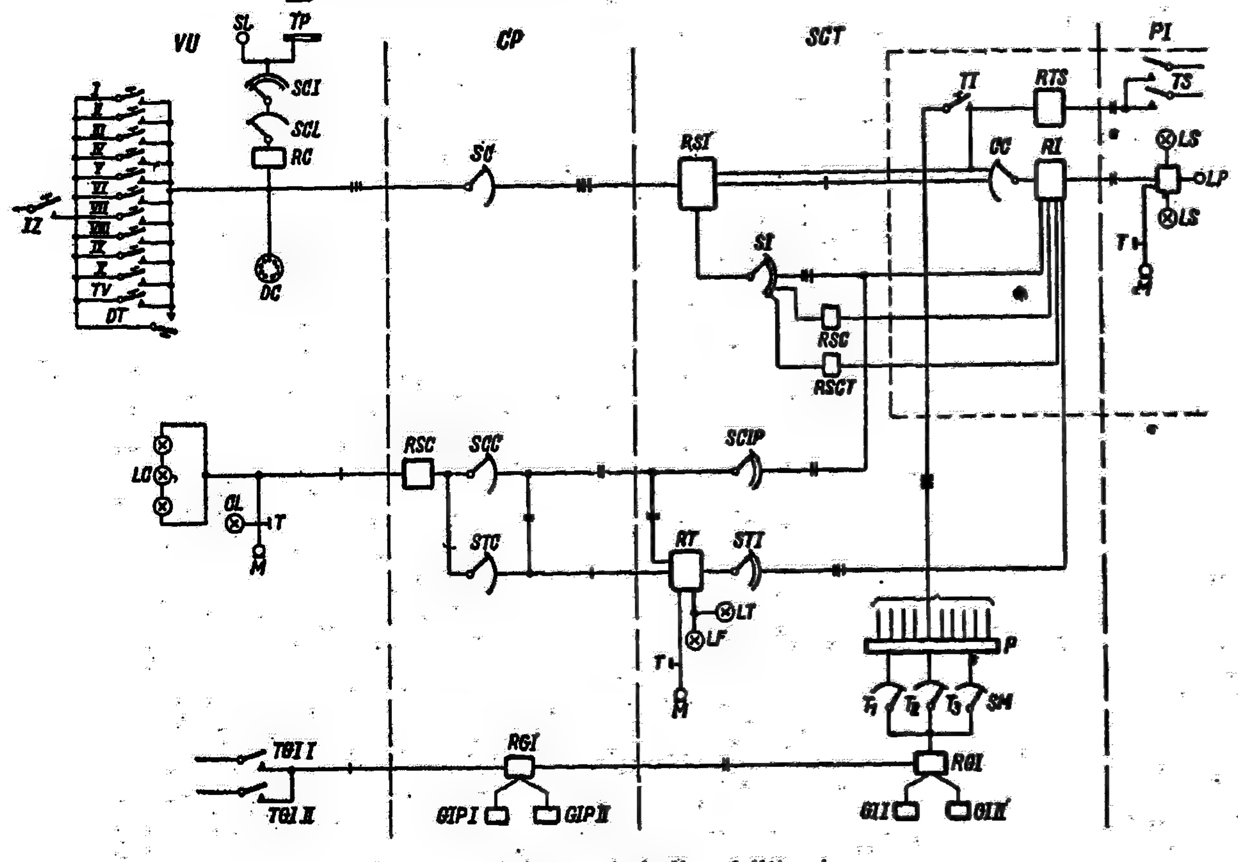


Fig. 4. — Schema simbolico dell'impianto.

complesso di relais RI dell'intersezione selezionata con la combinazione del numero. Nel caso di gruppi di crocevia da scegliersi con un numero collettivo, tutti i relais RI dei crocicchi inquadrati nello stesso numero sono inseriti tra loro in parallelo.

Il processo di selezione farà contemporaneamente entrare in funzione al Comando di Vigilanza Urbana (VU) i dispositivi isòdromi SCL e SCI che faranno apparire su di un pannello a cifre il numero che sarà stato combinato e segnaleranno inoltre sulla planimetria, con l'accendersi di una lampadina, l'intersezione selezionata. Nel caso di un numero collettivo riferentesi ad un gruppo intero di intersezioni, si accenderà sulla planimetria un corrispondente gruppo di lampadine. Ne segue dunque che il funzionario di Vigilanza Urbana incaricato di inserire le varie messe a punto non opererà alla cieca, ma potrà sempre controllare le manovre da lui eseguite.

Una volta combinato il numero del crocevia da inserirsi, si chiuderà il tasto IZ scegliendo poi con uno dei piccoli tasti I-X una delle dieci differenti messe a punto di cui si parlò più sopra. I tasti I-VI corrispondono a sei comandi interdipendenti (A), quelli VII-X a quattro vari comandi a pedana (B) e il tasto TV introduce la cosidetta « connessione sul verde » (C). La messa a punto del determinato sistema di regolazione che si vuol avere, si effettua, non appena abbassato il relativo tasto, a mezzo del complesso di relais RSI nonchè del selettore d'intersezione CC.

A) Non appena sia stato scelto uno dei sei comandi interdipendenti, il selettore CC a più braccia porterà il complesso di relais RI a mezzo di quattro conduttori e per il tramite del permutatore intermedio P in comunicazione con uno dei selettori di manovra SM. Questi ultimi vengono azionati da uno dei due sistemi di orologeria GI I o GI II per il tramite del complesso di relais RG I a seconda che si prema l'uno o l'altro dei due tasti TGI I rispett. TGI II. Siccome i detti sistemi di orologeria ruotano con velocità differenti, si potrà con una semplice manovra cambiare contemporaneamente la durata del ciclo di tutte le lampade semaforiche; manovra questa che si dovrebbe fare, ad esempio, quando le esigenze del movimento cambiano in dipendenza delle diverse condizioni meteorologiche.

I sistemi di orologeria vengono sincronizzati con l'orologeria principale RGIP sistemata alla centrale principale CP; questo si dovrà fare sempre quando, ad esempio, per ragioni tecniche inerenti all'installazione delle varie linee, si fosse costretti ad allacciare un determinato gruppo di crocevia a differenti sottocentrali. Esse possono però funzionare anche indipendenti l'una dall'altra.

Siccome per ogni ciclo di durata differente si è previsto un proprio selettore di manovra, si potranno combinare con l'aiuto dei due sistemi di orologeria precitati, cicli di durata totale svariatissima. La suddivisione del ciclo intero nelle quattro fasi, ciascuna d'altro colore, dipende dal modo come i quattro conduttori provenienti dal permutatore intermedio P vengono collegati al selettore di manovra.

B) Se all'incontro è stato scelto uno dei tre comandi a pedana, il selettore CC stabilisce a mezzo di quattro conduttori una comunicazione tra il complesso di relais RI e quello RTS coordinato alle pedane. Quest'ultimo complesso viene comandato dalle pedane TS sistemate nella carreggiata dell'intersezione e trasmette poi mediante RI i vari segnali alla colonnina di manovra piazzata in strada. A seconda che sarà stato abbassato al Comando di Vigilanza Urbana VU uno dei tasti VII, VIII o IX, si sarà stabilito a mezzo del complesso di relais delle pedane RTS uno dei seguenti sistemi di regolazione stradale:

1) *Con tempo minimo e senza tempo massimo.*

Quando non vi sia traffico oppure questo si svolga con determinati intervalli di tempo che superano già un certo valore limite di durata, le segnalazioni si susseguiranno in un determinato ritmo con ciclo di breve durata. Se dunque il flusso procede continuo in una delle due direzioni senza che si abbia a verificare l'interruzione critica le lampade semaforiche segnaleranno per quella data direzione il verde senza nessuna limitazione nel tempo. Un tale tipo di regolazione sarà però possibile solo in casi eccezionali in cui sia ammissibile lo sbarramento assoluto del traffico in direzione trasversale.

2) *Con tempo sia minimo che massimo.*

A traffico debole il funzionamento di questo tipo di regolazione è identico a quello contemplato al comma 1. Se però in una delle due direzioni abbia a formarsi un flusso ininterrotto dopo trascorso un determinato periodo massimo di tempo la segnalazione cambia e dà libera la direzione trasversale. Questo cambio di segnalazione dovrà succedere anzitutto per permettere ai pedoni di attraversare il crocicchio a *periodi regolari di tempo.*

3) *Senza tempo minimo, però con tempo massimo.*

Questo tipo di regolazione si distingue per il fatto che la segnalazione verde permane per una delle due direzioni, e cambia solo quando la pedana sistemata nella carreggiata abbia registrato un veicolo che s'avvicina al crocevia in direzione trasversale. Da questo istante incomincia a decorrere un periodo di tempo massimo, durante il quale la segnalazione verde non può essere mantenuta nella prima direzione se non espressamente richiesta dalle esigenze del traffico. Se invece subentra nel frattempo l'interruzione limite prestabilita nel flusso stradale, la segnalazione sarà tempestivamente cambiata. Il tipo di regolazione qui descritto è particolarmente adatto per il caso di traffico forte, ma disugualmente ripartito nelle due direzioni, principale e trasversale.

I tempi massimo e minimo come pure l'intervallo minimo possono venire, entro certi limiti, regolati a piacere sul complesso di relais RTS.

Abbassando il tasto X si può inoltre abbinare il comando a pedana a quello interdipendente; allora le segnalazioni si susseguiranno bensì nello stesso ritmo come nel caso del semplice comando interdipendente, con la differenza però che la lampada semaforica della direzione principale del traffico muterà la segnalazione rossa in quella verde anche durante la fase rossa, se nel flusso stradale, proveniente dalla direzione trasversale, fosse subentrata l'interruzione di durata minima, di cui si è parlato più sopra, la quale interruzione dovrebbe esser registrata dalle pedane sistemate nella carreggiata in direzione trasversale. Come si comprenderà facilmente, la direzione trasversale del traffico resterà libera solo per il tempo strettamente richiesto dalla circolazione, quantunque sia stato qui abbinato al comando a pedana quello interdipendente. Una sistemazione del genere che chiameremo « economica », ha particolare importanza nel caso in cui in parecchi crocevia, inquadrati tra loro nello stesso gruppo, le segnalazioni si susseguano con un progressivo sfasamento, dato che il tipo di segnalazione in parola dà libera al flusso veicolare la direzione opposta a quella di propagazione dell'onda semaforica solo per quanto lo permetta il flusso veicolare proveniente dalla direzione trasversale.

C) Il tasto TV al Comando di Vigilanza Urbana VU serve ad eseguire la cosidetta « inserzione sul verde », vale a dire che tutte le lampade semaforiche nella direzione principale del traffico segnaleranno permanentemente il verde. Ora, se nell'istante in cui si chiude il tasto TV le lampade fossero per caso spente, detta inserzione avverrebbe tempestivamente. Se al contrario le lampade fossero accese, la segnalazione si ferma sul verde, non appena nella direzione principale fosse intervenuta la fase verde. Azionando ora nuovamente uno dei tasti I-IX, le segnalazioni si succederanno nel ritmo caratteristico per il tasto in parola, non appena nella direzione principale del traffico sarà apparsa la luce verde. In tal modo si potrà comodamente passare, in un intero gruppo di crocicchi, da un tipo di regolazione all'altro, senza dover spegnere dapprima le lampade semaforiche.

L'interruttore DT, infine, permette di disinserire uno qualsiasi dei crocevia, il cui numero sia stato precedentemente combinato.

Scegliendo il numero 00, si potranno inserire e rispettivamente escludere tutti in una volta i crocevia collegati alla stessa sottocentrale. Esiste inoltre la possibilità di inquadrare a piacere i crocevia in determinati gruppi che si muoveranno in modo simile contemporaneamente.

Onde permettere al personale di servizio al posto centrale di manovra al Comando di Vigilanza Urbana di controllare il tipo di regolazione inserito, si è disposto in modo che in una con i selettori SC e SF anche i selettori di controllo SCC e SCFB si spostino sul numero formato. Inoltre il ritmo delle segnalazioni viene ripetuto al Comando di Vigilanza Urbana dalle lampadine di controllo LC.

In una serie di dieci lampadine corrispondenti ai tasti I-X l'accendersi di una lampadina indica in base a quale metodo di regolazione i semafori devono funzionare.

I cercatori di chiamata STC e STF stabiliscono un controllo dalla colonnina di manovra al Comando di Vigilanza Urbana e fanno qui accendersi una lampadina di chiamata LC. Come si è fatto più sopra risaltare tutte queste manovre si svolgono automaticamente non appena al crocevia si passi dal comando automatico a quello a mano.

Il cercatore di chiamata STF indica inoltre alla sottocentrale il subentrare di un guasto alla linea, venendo in tal caso a mancare la corrente di riposo.

Di più le sottocentrali hanno la possibilità di inserirsi in una comunicazione telefonica, pregio questo grandissimo quando avessero da subentrare delle perturbazioni d'esercizio.

Da ultimo faremo ancora menzione del segnale d'allarme che avvisa quando uno dei selettori di comando avesse da uscire dal sincronismo.

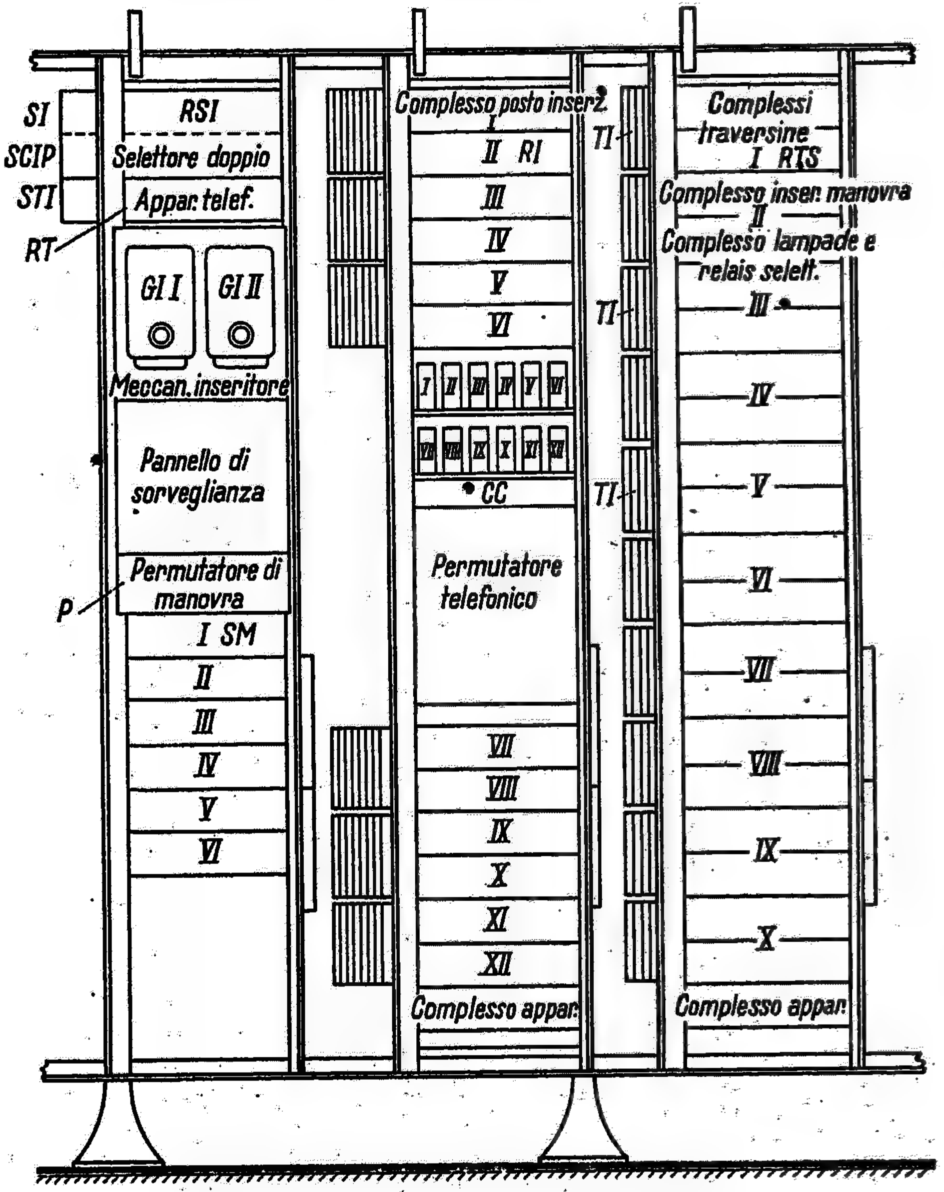


Fig. 5. — Sistemazione dell'intelaiatura in una centrale telefonica.

Quantunque il sistema sia stato a bella posta ideato al fine di ottenere la più grande elasticità di manovra, tutti i suoi elementi costruttivi sono stati largamente normalizzati.

Tutti gli organi per l'inserzione dei vari circuiti sono delle riproduzioni di quelli impiegati nella telefonia automatica. Ogni posto d'inserzione contiene tre complessi di relais intercambiabili; uno di questi complessi comprende i relais per il comando automatico, gli altri due gli organi per il comando a pedana. Su due delle solite intelaiature possono venir comodamente sistemati gli organi per i dodici comandi automatici e i dieci comandi a pedana. In ogni sottocentrale viene inoltre installata un'intelaiatura speciale per gli organi comuni.

La fig. 5 mostra l'attrezzatura in una centrale telefonica. L'impianto può inoltre venir ampliato secondo le esigenze del traffico installando il relativo numero di complessi di relais supplementari.

La fig. 6 illustra infine l'apparecchiatura di manovra al Comando di Vigilanza Urbana che in seguito a quanto detto finora è chiara abbastanza e non abbisogna di una relazione particolare.

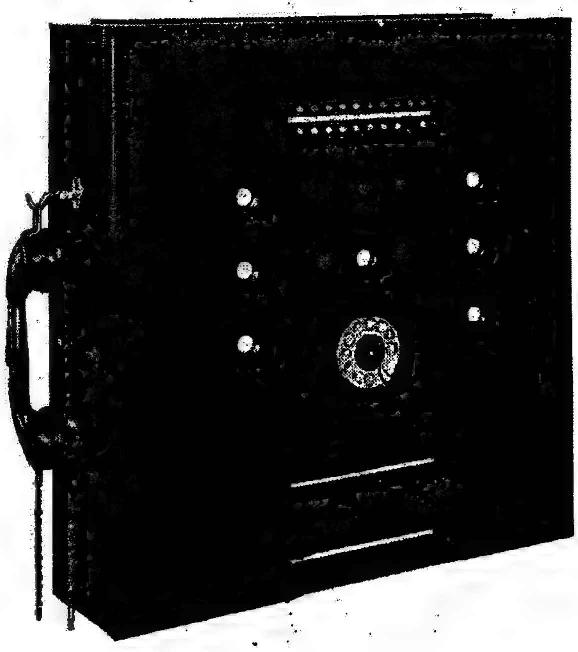


Fig. 6.
Apparecchio di manovra al Comando di Vigilanza Urbana.

L'impianto qui illustrato è stato studiato sempre tenendo conto delle esigenze speciali del traffico per la città di Amsterdam. Va però da sè che esso è anche suscettibile di cambiamenti onde renderlo idoneo alla soluzione d'altri problemi del traffico stradale, senza dover perciò rinunziare alla standardizzazione dei suoi elementi costruttivi. Il sistema qui applicato potrà quindi corrispondere alle più alte esigenze del traffico stradale grazie alla sua meravigliosa adattabilità.

Si tenga infine presente che questo sistema di regolazione consente non soltanto un comando centrale del traffico, ma nello stesso tempo permette anche di effettuarne il controllo con mezzi semplicissimi e quindi di ripartirlo convenientemente. La Vigilanza Urbana avrà così la possibilità di studiare meglio i problemi inerenti al traffico stradale e di osservare in che modo la regolazione possa influire sulla sua ripartizione.

Amsterdam.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Gli isolatori e i frombolieri.

Riceviamo:

Ecco alcune fotografie di linee telefoniche cogli isolatori praticamente distrutti dagli sbarazzini locali, giovani valentissimi frombolieri, che trovano nei nostri isolatori il più attraente bersaglio.

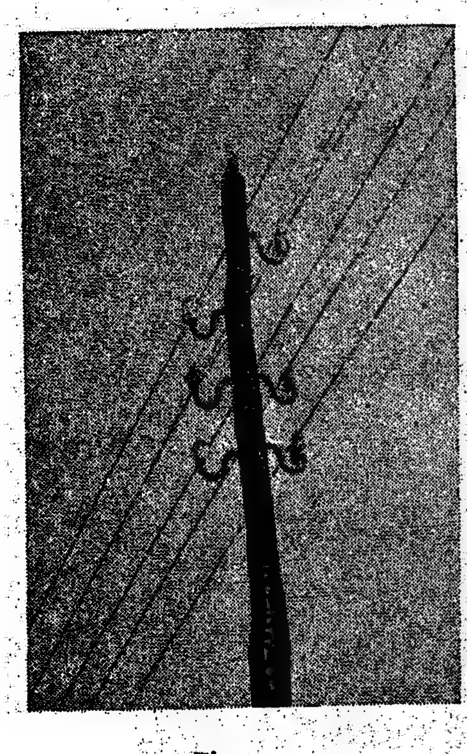


Fig. 1.

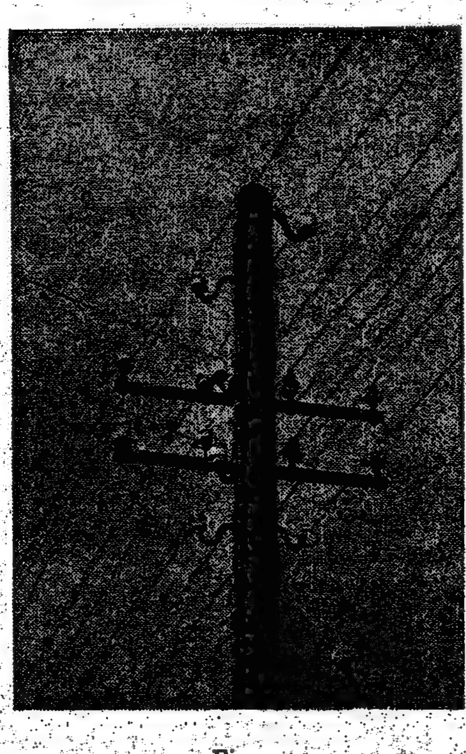


Fig. 2.

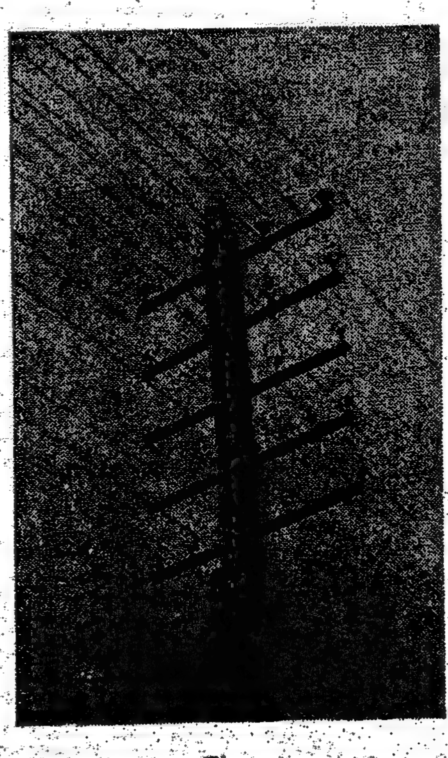


Fig. 3.

Linee in Comune di Ferrara con gli isolatori frantumati.

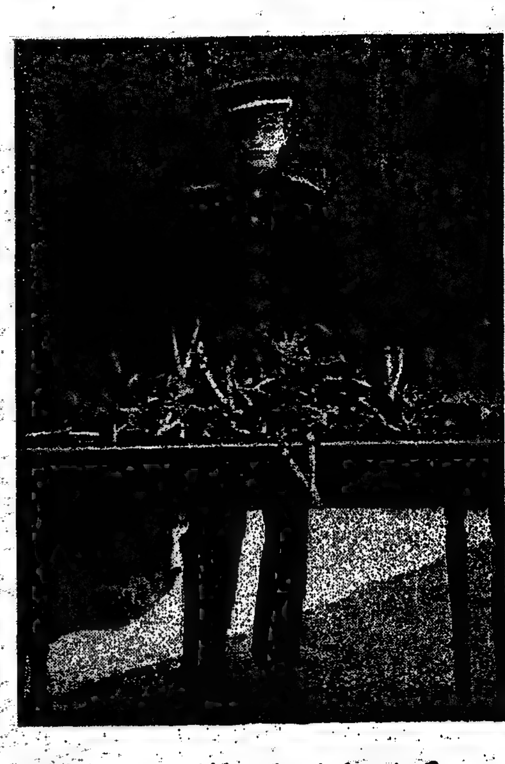


Fig. 4. — Abbondanti frutti di una energica requisizione.

Per fortuna il male è limitato a zone ben definite e di estensione non troppo grande. Nessun rimedio sembre efficace: rimproveri, ammonizioni, minaccie, sanzioni, requisizioni delle armi (si veda la fotografia). Unico provvedimento (e radicale!) è forse quello dell'eliminazione della materia prima (proiettili): da questo punto di vista sia dunque benedetta l'opera dell'A.A.S.S. che coll'asfaltatura raggiunge anche l'impensata protezione degli isolatori.

Ing. KHA.

NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE

Movimento delle Società Elettriche

BILANCI E DIVIDENDI.

Soc. Elettrica Padana — Ferrara — Capitale L. 15.000.000.
Chiude il bilancio coll'utile netto di L. 1.297.907 fissando il dividendo di L. 8 per ogni azione da L. 100.

Soc. Elettrica Litoranea Toscana — Livorno — Cap. L. 60.000.000.
Chiude il bilancio coll'utile netto di L. 3.627.999 e assegna il dividendo di L. 6 per ogni azione da L. 100.

Soc. Pinerolese Elettricità — Pinerolo — Cap. L. 2.500.000.
Chiude il bilancio coll'utile netto di L. 138.050 che permise il dividendo di L. 22,50 per ogni azione da L. 500.

Soc. Idroelettrica del Tresa — Varese — Cap. L. 10.000.000.
Chiude il bilancio coll'utile netto di L. 450.185 fissando il dividendo di L. 4 per ogni azione da L. 100.

Soc. Ital. per l'utilizzazione delle Forze Idrauliche del Veneto — Venezia — Capitale L. 150.000.000.
Chiude con l'utile netto di L. 11.607.187 che permise il dividendo di L. 18 per ogni azione da L. 250.

Soc. Elettrica Romagnola — Bologna — Cap. L. 30.000.000.
Chiude il bilancio coll'utile netto di L. 2.920.904 fissando il dividendo di L. 45 per azione da L. 500.

Soc. Idroelettrica Comacina — Como — Cap. L. 45.000.000.
Chiude il bilancio coll'utile netto di L. 3.204.610 che permise il dividendo di L. 32 per ogni azione da L. 500.

Trazione ed Imprese Elettriche — Milano — Cap. L. 11.000.000.
Si chiude il bilancio mandando a conto nuovo la perdita di L. 243.746.

Soc. An. Litoranea di Elettricità — S. Donà di Piave — Capitale L. 5.000.000.
Approva il bilancio che presenta l'utile netto di L. 482.071 col dividendo di L. 13 per ogni azione da L. 200.

Compagnia Italiana Westinghouse Freni e Segnali — Torino — Capitale L. 20.000.000.
Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 1.723.995 distribuendo il dividendo pari al 5 % come per l'esercizio precedente.

Tranvie Orientali del Verbano — Milano — Cap. L. 1.400.000.
Chiude il bilancio con il passivo di L. 51.703 che fu mandato a conto nuovo in aggiunta a quello degli esercizi precedenti.

Ente Italiano Audizioni radiofoniche E.I.A.R. — Roma — Capitale L. 10.250.000.
Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 820.940 che permette il dividendo del 7 % come nell'esercizio precedente.

Soc. Meridionale di Elettricità — Napoli — Cap. L. 750.000.000.
Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 63.867.642 assegnando alle azioni un dividendo del 6,50 %.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. Ital. Radiofonica Industrie e Commercio — Roma.
Riduce il capitale totale da L. 375.000 a zero ed emette 2500 azioni del valore nominale di L. 100 ciascuna.

Soc. An. Montaggi Esercizi Costruzioni Elettriche — Roma.
Riduce il capitale da L. 100.000 a L. 25.000 riducendo il valore delle azioni da L. 100 a L. 25.

Soc. per Ferrovie ed Imprese Elettriche — Camerino.
Reintegra il capitale sociale di L. 240.000 e lo aumenta di altre L. 60.000 portandolo così a L. 300.000.

Fongaro e C. - Conduttori Elettrici - Soc. An. — Milano.
Riduce il capitale da L. 1.500.000 e L. 750.000 riducendo il valore delle azioni da L. 100 a L. 50.

Soc. Adriatica per Costruzioni Impianti Elettrici — Venezia.
Aumenta il capitale da L. 500.000 a L. 3.000.000, emettendo 25 mila azioni da L. 100 ciascuna.

COSTITUZIONE E SCIOGLIMENTO DI SOCIETÀ.

Soc. An. Edison Bell — Milano.
Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

Soc. An. di Distribuzione Energia Elettrica — Zogno.
Si è costituita detta Società anonima col capitale di L. 20.00 in azioni da L. 1000 ciascuna.

Rassegna economica del mese di maggio.

La situazione politica europea va lentamente evolvendosi verso nuovi sviluppi che sembrano lasciar presagire una certa distensione degli spiriti ed una certa tendenza verso una maggiore tranquillità dei rapporti internazionali.

Il riarmo della Germania divenuto ormai un fatto acquisito, per quanto non cessi di preoccupare e di allarmare, comincia ad essere considerato con più fredda obbiettività ed è ormai ritenuto un elemento fra i molti che entrano nel complicato giuoco della politica europea.

La Conferenza di Stresa ha adempiuto il suo compito di ridonare temporaneamente l'equilibrio agli spiriti esacerbati dall'improvviso colpo di testa germanico e di impedire da una parte e dall'altra mosse improvvise o irriflessive che avrebbero potuto precipitare l'Europa nel caos.

Ma superato il primo momento, è innegabile che gli accordi di Stresa sono andati perdendo molto della loro forza e del loro significato. Pel fatto stesso di avere raggiunto il loro scopo di parare gli effetti immediati del colpo tedesco, essi sono ormai nel fatto, se non esplicitamente, considerati come superati. Da una parte la Germania, che ne ha capito l'importanza, ha assunto un tono più conciliante, dall'altra ognuno dei Paesi convenuti a Stresa ha ripreso gradatamente la propria strada allontanandosi, se non proprio straniandosi, da quella solidarietà europea che a Stresa si era tentato di restaurare.

Specialmente l'Inghilterra che già non aveva nascoste le sue riluttanze a Stresa, è ritornata al suo atteggiamento più o meno apertamente germanofilo, suscitando l'allarme e l'irritazione francese. A Londra non si è persa la speranza di giungere ad accordi soddisfacenti con Berlino e si ritiene decisamente che tale via sia migliore di quella dei blocchi antitedeschi; peccato che tali concetti non siano stati egualmente intesi quando, per parecchio tempo durante le interminabili discussioni sul disarmo, essi furono apertamente sostenuti da parte italiana!

L'azione internazionale francese è stata invece alquanto indebolita dal marasma parlamentare dal quale la nazione non riesce a liberarsi. Le interminabili crisi di governo, l'incapacità della Camera, le manovre estere contro il franco, il rifiuto del Paese ad affrontare i necessari sacrifici e le inevitabili restrizioni, hanno creato in Francia una situazione intollerabile che ha assorbito tutte le energie dei suoi uomini di Governo e che ne svaluta, desautorandola, l'azione internazionale. D'altra parte la Germania si è abbastanza abilmente destreggiata nel difficile momento giocando sulla divergenza di vedute anglo-francesi e cercando di eliminare quell'atmosfera di diffidenza e di allarme che le si era creata intorno e che la aveva portata ad un pericoloso isolamento.

Mentre sono in corso conversazioni anglo-tedesche intorno al riarmo navale, il discorso di Hitler è venuto a chiarire, almeno fino ad un certo punto, le direttive della politica estera della Germania che possono riassumersi nella assicurazione delle più ampie intenzioni pacifiche in occidente, accoppiate a prudenti riserve e a reticenti dichiarazioni per l'oriente.

Nel complesso il discorso di Hitler è stato abbastanza bene accolto e probabilmente non appena la situazione politica interna francese avrà trovato una sistemazione un po' stabile, esso potrà servire di base a ulteriori trattative. Si parla già di possibili accordi anche nei riguardi dell'Austria e di favorevoli disposizioni di Hitler anche verso l'oriente europeo. Il malessere generale in Europa è così pronunciato e gli animi di tutti sono così stanchi di questo perenne stato di allarme che è veramente augurabile si possa raggiungere in Europa uno stato di tranquillità almeno relativo e temporaneo.

Nel travaglio di sviluppo della attuale situazione non è stato possibile convocare alla data fissata la Conferenza danubiana che era stata stabilita a Stresa. Il problema è così complesso che sarebbe inutile convocare la Conferenza prima di avere ben preparato i lavori. Anche in questo campo si è indubbiamente fatta sentire la mancanza di continuità e di stabilità della situazione politica francese il cui intervento specialmente nei riguardi della Piccola Intesa potrebbe essere assai efficace.

Ad ogni modo le discussioni preparatorie continuano intensamente e il nostro Governo svolge un'opera molto energica di cui furono episodi l'incontro col Cancelliere Schusschnigg e il lavorio diplomatico colla Germania. Assai sintomatica è l'affermazione di Hitler che l'unico problema che divida la Germania dall'Italia è il problema austriaco, al che l'On. Mussolini ha risposto sottolineando che trattasi di un problema fondamentale.

*

La vertenza italo-etiopica ha assunto una importanza ed una asprezza inaspettate non tanto per quanto riguarda la vertenza in sè stessa di cui l'Italia conosceva perfettamente e senza illusioni le profonde radici, quanto per le ripercussioni che essa ha assunto nella politica europea e per le manovre che si è cercato di architettare nel campo internazionale per intralciare l'azione italiana.

Che tali contrasti e tali manovre provengano da un Paese che come l'Inghilterra, ha fondato la propria grandezza proprio sulla

conquista violenta dei territori altrui in tutte le parti del mondo e che si è costituita colla forza delle armi il più potente impero coloniale del mondo, è cosa che può anche non sorprendere chi conosca lo spirito inglese e le contraddizioni dello spirito umano troppo incline ad usare una misura per sè ed un'altra per gli altri. Ma che in un conflitto come quello italo-etiopico dove è in gioco la dignità non soltanto del nostro Paese ma della razza bianca nei confronti del mondo africano e coloniale, si possa apertamente parteggiare per l'Abissinia e quasi accusare l'Italia di non subire passivamente gli affronti etiopici, è cosa che non può non stupire profondamente chiunque pensi alle direttive che ovunque regolano i rapporti fra i coloni inglesi e i popoli indigeni sottomessi.

Per verità la condotta del Governo inglese è stata assai più corretta di quella della maggior parte della stampa locale ma pur tuttavia è stata improntata più che altro ad una grande freddezza. Mentre scriviamo è in elaborazione il nuovo Gabinetto inglese e sarà interessante conoscere l'atteggiamento che esso sarà per assumere.

Ben diverso è stato il comportamento francese. La comprensione delle buone ragioni italiane è stata piena e cordiale e ad eccezione di una piccola parte della stampa irrimediabilmente antifascista e antitaliana, tutte le voci sono state concordi nel sostenere il buon diritto dell'Italia a chiarire in modo definitivo e soddisfacente i suoi rapporti coll'Etiopia.

La rinnovata cordialità italo-francese ha avuto episodi significativi come la venuta in Italia di una squadra francese, l'arrivo del Comandante della Aviazione francese per stipulare accordi pel traffico aereo, ecc. In tutte le occasioni si sono avute manifestazioni di viva cordialità e cameratismo. In Francia si mostra di apprezzare moltissimo l'amicizia italiana e si dice francamente che non vale la pena di alienarsela per fare il gioco dell'Etiopia.

Anche la Germania ha assunto nella questione etiopica un atteggiamento, a quanto pare, a noi favorevole. Le voci diffuse di partenze di armi e materiale per l'Abissinia sono state autorevolmente smentite e pare che le smentite rispondano effettivamente a verità.

Nel complesso si può dire che, fatta la debita parte alla istintiva tendenza alla gelosia verso l'espansione altrui insopprimibile nella vita politica come in quella privata, l'opinione pubblica mondiale ha ben compreso le ragioni dell'Italia ed apprezzata la importanza che per essa riveste la ricerca di nuovi e fecondi campi di espansione per le proprie energie esuberanti e per la propria popolazione sempre crescente.

*

Il sistema di difesa della nostra bilancia commerciale coll'estero e quindi implicitamente anche della nostra valuta, va perfezionandosi. Mentre in un primo tempo si è fatto ricorso al sistema di congentamenti delle importazioni sulla base di percentuali dei dati relativi al 1934, si è ora giustamente considerato che non era possibile irrigidirsi su tale posizione ma che occorreva un sistema più elastico e che potesse più facilmente e più razionalmente seguire i bisogni del mercato interno.

È stata così istituita una Sovraintendenza agli scambi delle valute col preciso compito, come dice il Decreto di costituzione, di disciplinare la distribuzione delle divise in rapporto alle norme vigenti per gli scambi coll'estero, coordinare i servizi relativi alle importazioni ed esportazioni e regolare le importazioni dall'estero da farsi nell'interesse delle Amministrazioni dello Stato.

A presiedere il nuovo organo è stato chiamato il Prof. Felice Guarnieri. Parallelamente è prevista una riorganizzazone dell'Istituto dei Cambi in modo da consentire alla Sovraintendenza di nuova costituzione le regolare disponibilità delle divise per il più sollecito soddisfacimento degli impegni che giungono a scadenza nei riguardi dell'estero.

La Sovraintendenza dovrà tendere a garantire non soltanto l'acquisto delle materie prime e dei prodotti necessari al consumo interno, ma anche e specialmente l'approvvigionamento delle materie prime occorrenti alle industrie esportatrici evitando di creare in alcun modo nuovi intralci alle già tanto ostacolate correnti delle nostre esportazioni dalle quali dipende evidentemente il rifornimento delle valute necessarie ai futuri approvvigionamenti.

Sono continuate intanto le trattative con diversi Paesi per la nuova sistemazione degli scambi commerciali.

La Commissione italo-ungherese ha tenuto diverse sedute per esaminare particolari questioni specialmente in relazione alle modalità di importazione del prossimo contingente di importazione di grano ungherese. La bilancia commerciale italo-ungherese è stata anche nel primo trimestre di quest'anno favorevole all'Ungheria; le esportazioni ungheresi in Italia hanno rappresentato un valore di 13,4 milioni di pengö mentre le esportazioni dall'Italia in Ungheria sono arrivate soltanto a 8,4 milioni di pengö. Nel solo mese di marzo l'Italia ha acquistato in Ungheria 250.000 quintali di grano per un valore di oltre 4 milioni di pengö, oltre a bestiame per un altro milione di pengö.

Possono considerarsi come concluse le trattative commerciali colla Danimarca e sono pressochè ultimate quelle con la Svezia, la Norvegia e la Spagna. Le nuove pattuizioni stabiliscono un giusto equilibrio nel movimento commerciale fra questi Paesi e l'Italia.

Un accordo è intervenuto anche con la Turchia relativamente ai pagamenti riguardanti gli scambi di merci. L'accordo tende a facilitare lo scongelamento dei crediti italiani derivanti da esporta-

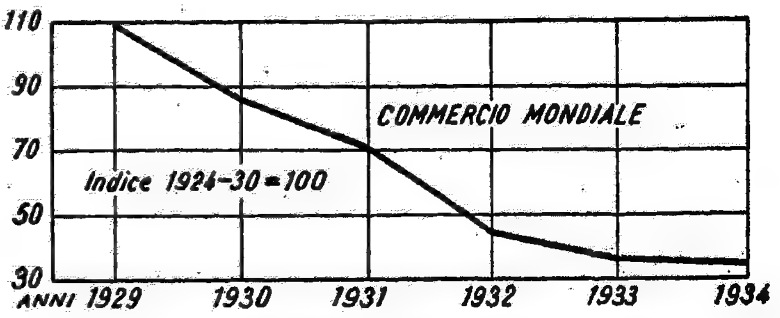


Fig. 1. — Andamento del commercio mondiale.

zioni in Turchia e rappresentati da somme non trasferite e giacenti presso la Banca Centrale di Turchia al nome degli esportatori italiani.

Una netta tendenza all'incremento presentano le correnti di scambi fra l'Italia e lo Jugoslavia. Le statistiche rivelano infatti che nello scorso anno le esportazioni iugoslave in Italia hanno raggiunto i 204 milioni di lire con un incremento di 15 milioni sull'anno precedente, mentre le importazioni in Jugoslavia dall'Italia hanno rappresentato un valore di oltre 140 milioni di lire con un incremento pure di circa 15 milioni di lire. Anche nel 1934 l'Italia si è dimostrata il miglior cliente dell'Jugoslavia; la bilancia commerciale è però sempre a nostro svantaggio. È prevedibile che in seguito ai migliorati rapporti politici fra i due Paesi anche le correnti commerciali abbiano ad incrementarsi.

In relazione alla tendenza di contrarre le importazioni e valorizzare le materie prime nazionali, è stato costituito a Roma un Ente Nazionale per la Cellulosa e per la Carta avente lo scopo di regolare le importazione e di promuovere la produzione della cellulosa in Italia. Il problema è di notevole importanza. La importazione di cellulosa da 800.000 quintali nel 1930 è arrivata a oltre due milioni e mezzo di quintali nel 1934 per un valore di circa 148 milioni di lire.

Nel mese di aprile ora decorso l'andamento della nostra bilancia commerciale coll'estero è stato leggermente migliore a quello dello stesso mese del decorso anno. Abbiamo avuto infatti nell'aprile 1935 circa 650 milioni di lire di importazione e circa 426 milioni di lire di esportazioni, con un deficit mensile di 224 milioni; nell'aprile 1934 si avevano avuti 640 milioni di importazioni e 406 milioni di esportazioni con deficit di 234 milioni di lire.

Complessivamente nei primi 4 mesi dell'anno si sono avuti 2568 milioni di importazioni e 1586 milioni di lire di esportazioni, di contro a 2647 milioni di importazioni e 1679 milioni di esportazioni nel primo quadrimestre del 1934. Il disavanzo alla fine del mese di aprile era nello scorso anno di circa 968 milioni di lire ed è salito quest'anno a circa 980 milioni di lire.

Non è certamente solo l'Italia a soffrire di questa contrazione di commercio; il diagramma dell'andamento del commercio mondiale che riproduciamo in fig. 1 è terribilmente eloquente.

*

Il Conto del Tesoro durante il mese di aprile ha registrato entrate effettive per 1578 milioni di lire contro a un complesso di impegni di spese di 2001 milioni di lire. Si è quindi avuto un deficit mensile di 423 milioni di lire. Nell'aprile 1934 avevamo avuto 1437 milioni di entrate e 1746 milioni di spese con un deficit di 309 milioni di lire.

Complessivamente nei primi 10 mesi dell'esercizio finanziario che ormai sta per finire, si è accumulato un deficit di 2195 milioni

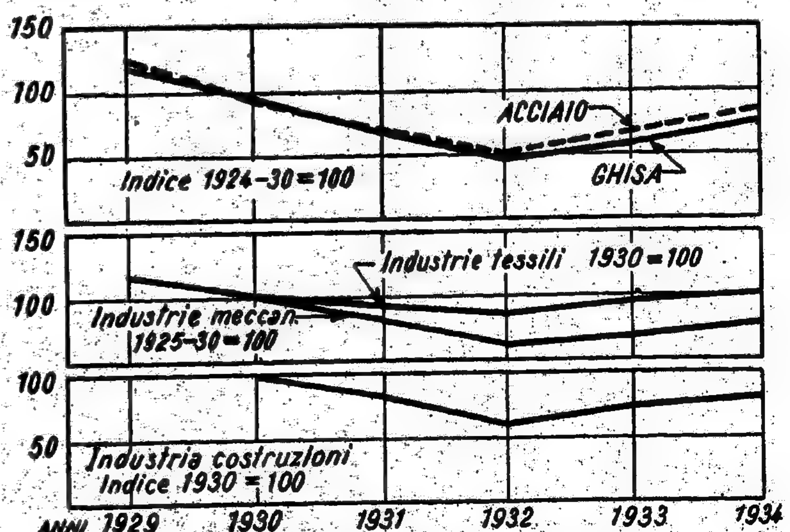


Fig. 2. — Indici mondiali della produzione.

di lire, che scenderebbe a 1575 milioni depurandolo delle spese per l'Africa orientale. Alla stessa data dell'esercizio precedente cioè alla fine aprile 1934 il disavanzo era di ben 3531 milioni di lire.

Il movimento dei capitali porta a sua volta una eccedenza passiva di 85 milioni di lire in ragione del quale il disavanzo complessivo di bilancio alla fine del decimo mese, ammonta a 2280 milioni di lire. Questo disavanzo si riduce a uno squilibrio finanziario di 505 milioni se si tiene conto della eccedenza attiva di 1690 milioni che presenta il capitolo movimento capitali quando si considerino le conseguenze della nota emissione di Buoni novennali.

La situazione di cassa alla fine di aprile presentava una disponibilità liquida di 1460 milioni di lire di cui 1297 in conto corrente presso la Banca d'Italia. Il totale dei debiti pubblici ammontava a 105.125 milioni di lire e la circolazione cartacea a 12.890 milioni di lire.

L'indice generale della produzione compilato secondo le note norme dal Ministero delle Corporazioni ha superato anche nell'aprile il valore 100. Nella fig. 2 sono rappresentati gli indici delle principali industrie per tutto il mondo civile. Come si vede il fondo della crisi sembra essere stato toccato nel 1932.

È continuata intanto la riduzione nel numero dei disoccupati che da 853.159 alla fine del mese di marzo sono scesi a 803.054 alla fine del mese di aprile; il loro numero è dunque diminuito di circa 50.000 unità durante il mese. Alla fine di aprile del 1934 si contavano ancora 995.548 disoccupati cioè circa 192.500 di più di

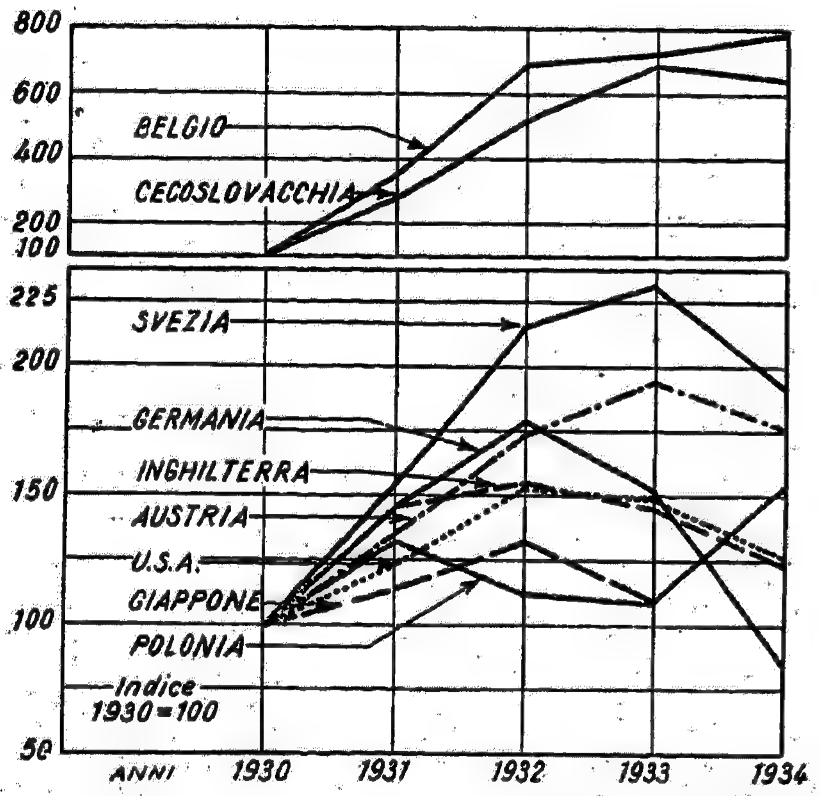


Fig. 3. — Indice della disoccupazione nei principali Paesi del mondo.

quest'anno. Quanto il fenomeno della disoccupazione sia ancora angoscioso nel mondo si può rilevare dal diagramma che abbiamo tracciato, basandoci su autorevole fonte (*World Survey*, aprile 1935).

Il traffico ferroviario è stato, anche nel mese di aprile come già in quello di marzo, un poco superiore a quello dello scorso anno. Infatti nell'aprile 1935 le merci caricate per conto di privati sulle Ferrovie dello Stato sono arrivate a 2.717.931 tonnellate di contro a 2.454.524 tonnellate nell'aprile 1934. Complessivamente le merci caricate nei primi 4 mesi dell'anno risultano di 10.688.104 tonnellate pel 1935 e di 10.584.873 tonnellate nel 1934.

Anche il traffico nei porti si mantiene sensibilmente superiore a quello del 1934.

Nell'aprile di quest'anno il movimento totale delle merci caricate e scaricate nei nostri porti è stato di 3.646.656 tonnellate con un au-

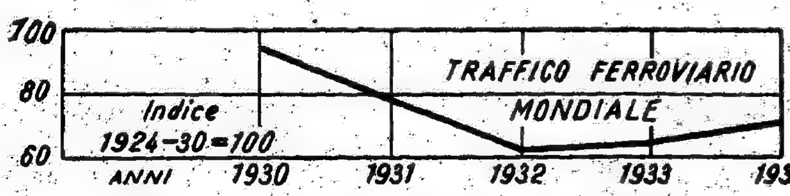


Fig. 4. — Indice del traffico ferroviario mondiale.

mento di quasi 634.000 tonnellate rispetto al traffico dell'aprile 1934 (circa 3.012.716 tonnellate). Nel primo quadrimestre di quest'anno il traffico totale è stato di 12.967.543 tonnellate di conto a 11.687.379 tonnellate nel 1934.

*

Abbastanza vario è stato l'atteggiamento del nostro mercato borsistico durante il mese di aprile. Ad una apertura veramente brillante per quotazioni e per volume di affari è poi subentrato un periodo di raccoglimento e di sosta che poi ha ceduto a sua volta ad una nuova ripresa di attività e di ottimismo.

La fisionomia del mercato è nettamente caratterizzata dalla forte ripresa di simpatia del risparmio verso gli investimenti a reddito variabile, a cui fa riscontro naturalmente un progressivo disinteressamento nei riguardi dei titoli a reddito fisso. Così si spiega come i titoli di Stato e quelli obbligazionari seguano con una certa riluttanza il brillante andamento di titoli azionari.

Renato San Nicolò.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di maggio.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	600	773,50	763,50	773,50
Lombarda	400	401,—	395,—	398,—
Bresciana	200	266,—	262,—	262,—
Gen. Elettrica Cisalpina priv.	125	141,50	143,—	146,—
» » » ord.	125	88,75	85,—	85,—
Unione Esercizi Elettrici	10	12,05	11,30	11,90
Elettricità Alta Italia	100	115,—	112,—	112,—
Adriatica	100	166,75	116,50	171,75
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	200	285,50	284,—	285,—
Officine Elettriche Genovesi	250	318,—	314,—	316,—
Generale Elettrica della Sicilia	100	82,75	81,—	81,25
Soc. Elettrica Piacentina	150	191,—	188,—	190,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	394,50	394,—	401,—
Forze Idrauliche Crespi	375	410,—	402,—	409,—
Elettriche Valdarno	100	164,—	162,—	160,50
Tirso	250	102,—	100,50	99,50
Terni	200	259,50	234,—	240,—
Meridionali d'Elettricità	250	276,75	275,50	276,—
Idroelettriche Piemontesi	50	52,—	52,25	52,25
Dinamo	200	293,—	299,—	296,50
Soc. Romana d'Elettricità	280	358,—	357,50	360,50

*

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di maggio.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:						
Cardiff primario	L.	162,—	a	L.	164,—	alla tonn.
Americano	»	—,—	»	»	—,—	»
Slesia	»	140,—	»	»	142,—	»
Sarre	»	134,—	»	»	136,—	»
Antraciti:						
Inglese primaria (in pezzatura)	»	195,—	»	»	225,—	»
Tedesca (in pezzatura)	»	178,—	»	»	211,—	»
Coke:						
Coke da gas nazionale	»	160,—	»	»	180,—	»
» » » inglese	»	—,—	»	»	—,—	»
» metallurgico nazionale	»	165,—	»	»	169,—	»
Petrolio	»	175,35	»	»	—,—	al Q.le
Nafta:						
Per Diesel	»	540,—	»	»	555,—	alla tonn.
Per caldaie	»	210,—	»	»	235,—	»
Benzina in fusti	»	252,60	»	»	292,60	al Q.le

METALLI

Ghisa:						
Engliton N. 1	L.	410,—	a	L.	440,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	»	365,—	»	»	400,—	»
Ematite	»	380,—	»	»	420,—	»
Lussemburgo-Lorena	»	345,—	»	»	370,—	»
Ferro:						
Laminato omogeneo	»	76,50	»	»	80,50	al Q.le
Poutrelles	»	74,50	»	»	—,—	»
Lamiere da 44 mm. in più	»	91,50	»	»	—,—	»
Acciaio:						
Rapido per utensili	»	400,—	»	»	3200,—	al Q.le
Martin Resist. 50-70	»	90,—	»	»	135,—	»
Tubi trafilati	»	250,—	»	»	—,—	»
Rame elettrolitico	»	390,—	»	»	440,—	»
» in fogli comuni	»	700,—	»	»	730,—	»
» in barre tonde e quadre	»	675,—	»	»	700,—	»
Stagno in pani	»	2200,—	»	»	2450,—	»
Zinco in pani la fusione	»	200,—	»	»	240,—	»
Piombo in pani la fusione	»	170,—	»	»	185,—	»
Antimonio	»	700,—	»	»	770,—	»
Ottone in barre	»	550,—	»	»	580,—	»
Alluminio in pani	»	880,—	»	»	940,—	»

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Il III Congresso Nazionale degli Ingegneri. — Dal 30 maggio al 3 giugno u. s. fu tenuto a Trieste il III Congresso nazionale degli ingegneri italiani promosso dal Sindacato Nazionale Fascista Ingegneri.

Il Congresso, per il numero e l'autorità dei partecipanti e per l'importanza dei lavori svolti, riuscì una manifestazione veramente solenne e imponente, in tutto degna della importanza che l'ingegneria ha assunto nella moderna vita del Paese.

Oltre un migliaio di ingegneri era convenuto a Trieste da ogni parte d'Italia, e quasi tutti i più importanti Enti tecnici o scientifici nel campo della ingegneria e i più importanti organismi industriali erano autorevolmente rappresentati.

Per la A.E.I. partecipavano al Congresso, il Segretario Generale Prof. A. Barbagelata, il Vice Segretario Generale Prof. E. Pugno Vanoni, il Vice Direttore dell'Ufficio Centrale Ing. Radaelli e il Redattore Capo Ing. R. San Nicolò; erano pure presenti numerosi Soci delle diverse Sezioni.

La accurata preparazione, la inappuntabile organizzazione del Comitato costituitosi a Trieste e la cordiale accoglienza simpaticamente offerta ai Congressisti sia dalla popolazione in genere, sia da tutte le Autorità locali, hanno efficacemente contribuito a facilitare il buon successo della manifestazione e il soddisfacente svolgimento dei lavori e delle gite turistiche.

Dal lato tecnico l'importanza del Congresso è stata chiaramente dimostrata dal numero veramente ingente delle relazioni presentate e dalla ampiezza e dalla vivacità che hanno assunto in più occasioni le discussioni su l'uno o l'altro degli argomenti. Si trattava infatti di oltre 200 fra relazioni e memorie riguardanti i più svariati argomenti della tecnica moderna sia nel campo della ingegneria civile sia in quello dell'ingegneria industriale od elettrica.

Non si poteva naturalmente pensare a leggere e discutere tutta questa massa di contributi nel tempo, necessariamente ristretto, che era a disposizione per le sedute tecniche del Congresso. Si fece quindi ricorso opportunamente al sistema della divisione del lavoro in sezioni, ottenendo così la scopo di una maggiore omogeneità di ambiente e di un notevole guadagno di tempo. Alle sedute generali si riservò la trattazione degli argomenti di indole sindacale, e di alcune relazioni di interesse generale, e la discussione e approvazione degli ordini del giorno e dei voti emessi dalle singole Sezioni sui diversi temi considerati.

❋

La inaugurazione del Congresso assunse il carattere di una cerimonia veramente solenne sia per l'intervento di altissime Autorità dello Stato sia per le manifestazioni di carattere tutto singolare che la accompagnarono.

Nelle prime ore del mattino del giorno 30 maggio i congressisti, secondo il programma prestabilito, presenziarono a un rito militare e patriottico che si inquadrava particolarmente nelle vicende dei tempi e dei luoghi in cui si svolgeva. Alla Caserma del V Reggimento Genio, alla presenza di S. A. R. il Duca d'Aosta, di S. E. Cobolli Gigli, Sottosegretario ai LL. PP. e di moltissime altre Autorità, si procedette alla cerimonia della consegna delle drappelle offerte al reggimento dall'Associazione dell'Arma del Genio e dal Sindacato Fascista Ingegneri.

Subito dopo alle 9 e 30 ebbe luogo nel Teatro Verdi la cerimonia di inaugurazione del Congresso. La platea e i palchi del Teatro erano stipati di congressisti, mentre sul palcoscenico, riccamente addobbato, prendevano posto le Autorità e fra esse S. A. R. il Duca d'Aosta.

Dopo che il Podestà di Trieste ebbe porto il saluto della città, parlarono il Presidente dell'Unione Provinciale dei Professionisti e degli Artisti a nome del Presidente della Confederazione, e l'On. Duca Caffarelli, Segretario Nazionale del Sindacato Ingegneri, tutti applauditissimi. Calorosa accoglienza fu riservata al discorso di S. E. Cobolli Gigli, Sottosegretario ai LL. PP., che concluse dichiarando aperto il Congresso nel nome augusto del Re e per ordine del Capo del Governo.

Il discorso inaugurale fu tenuto dal Prof. Francesco Marzolo che riassunse in rapida sintesi le maggiori affermazioni dell'ingegneria nazionale realizzate sotto l'impulso e la sorveglianza del regime.

Ultimata la cerimonia inaugurale, i congressisti si recarono a fare atto di omaggio ai Caduti di guerra, ai Caduti fascisti e alla memoria di Guglielmo Oberdan e parteciparono poi al signorile ricevimento offerto dal Podestà di Trieste.

❋

Il pomeriggio della prima giornata fu dedicato ad una visita ai Campi di battaglia. Per quanto avversata dal maltempo la escursione permise di visitare, nel commosso raccoglimento generale, il cimitero di Redipuglia, l'ossario monumentale in costruzione ad Oslavia, il San Michele e tanti altri luoghi sacri alla memoria e alla venerazione degli italiani.

A Gorizia i congressisti furono ospiti del Podestà che offrì con squisita cortesia un ricevimento nel palazzo municipale.

La laboriosa giornata si concluse, a sera, colla prima seduta del Congresso a Sezioni unite.

La seduta, alla quale presenziarono anche S. E. Cobolli Gigli e l'On. Duca Caffarelli, fu dedicata allo studio di questioni sindacali di alta importanza per la pratica professionale. Furono esposte parecchie relazioni, sulla tutela del titolo, sugli Uffici di direzione dei Consorzi di Bonifica, sull'assicurazione obbligatoria degli ingegneri, sulla regolamentazione dei concorsi, ecc.; tutte formarono oggetto di vaste e animate discussioni.

❋

Il venerdì 31 maggio fu interamente dedicato ai lavori del Congresso.

Nella mattinata, nelle aule della R. Università, si tennero le sedute delle Sezioni separate. È naturalmente impossibile dare qui notizia partitamente dei lavori svolti nelle singole Sezioni che erano in numero di sette: tecnica e corporazioni, sezione elettrotecnica, sezione di meccanica: macchine e miniere; sezione di idraulica e costruzioni idrauliche; sezione di architettura, edilizia e urbanistica; trasporti, strade e ferrovie.

In tutte furono discussi argomenti di grande importanza e di viva attualità e furono formulati conclusioni e voti da portare poi davanti all'assemblea nelle successive sedute a sezioni riunite.

La sezione di elettrotecnica era presieduta dal Prof. Barbagelata. La seduta si aperse con una relazione dell'Ing. De Fassi sulla generazione di microonde mediante sistemi a controllo magnetico; seguì poi una relazione dell'Ing. R. Cantoni sulla sostituzione dell'elettricità al carbone mediante termocompressori, dando luogo a qualche discussione specialmente nei riguardi dell'estensione delle applicazioni elettriche negli zuccherifici.

Assai vivace si accese la discussione intorno al problema dell'impiego dell'alluminio nelle costruzioni del macchinario e delle linee elettriche. Erano state in proposito presentate relazioni dell'Ing. R. Di Stefano, dell'Ing. Pessano e dell'Ing. Prof. A. Dalla Verde.

Il contrasto delle opinioni fra i sostenitori dell'alluminio e gli avversari di esso si rivelò dapprima sotto forma assai decisa ed aperta. La vasta discussione che ne seguì e alla quale presero parte parecchi dei presenti fra cui l'Ing. Müller, l'Ing. Cantoni, l'Ing. Montagna, l'Ing. Manfredini, l'Ing. Romagnoli, l'Ing. Pramaggiore, l'Ing. Benedetto ed altri, valse tuttavia a chiarire in gran parte la situazione. A poco a poco nel travaglio della discussione emersero anche gli elementi di carattere prevalentemente economico che intervenivano ad influire sulle considerazioni che si andavano esponendo. Individuati questi elementi fu più facile sceverare l'elemento più propriamente tecnico e formarsi quindi un quadro abbastanza fedele dello stato attuale della questione.

Fu così possibile conciliare tutte le opinioni, che apparivano dapprima irrimediabilmente opposte, sul testo delle conclusioni predisposte dall'Ing. Dalla Verde per il suo rapporto sulle questioni destinate alla seduta plenaria del pomeriggio.

Riportiamo qui il testo di tali conclusioni:

« Si è visto che — dal punto di vista tecnico — nel confronto col « rame, l'alluminio presenta un peso specifico più basso. Questa preziosa « proprietà, integrata da accorgimenti intesi a migliorarne le caratteristiche « meccaniche giustifica gli sforzi intesi a diffonderne le applicazioni in molti « rami dell'industria elettrica.

« Si presentano degni di considerazione i seguenti campi di impiego: « conduttori nudi per connessioni, per linee di trasmissione ed anche per « linee di distribuzione oltre ad una certa sezione; cavi sottopiombo a ten- « sioni inferiori ai 30.000 volt e per sezioni non troppo piccole; condut- « tori nudi per linee telefoniche aeree, nonchè varie applicazioni diverse. « Con maggiore riserbo va invece considerato l'impiego negli avvolgimenti « del macchinario.

« Sotto il punto di vista economico, la sostituzione dell'alluminio al « rame, porta generalmente pei consumatori, nelle condizioni attuali di prezzo « (marzo-aprile 1935), un certo aggravio, la cui entità è stata esaminata « e discussa caso per caso e che varia, a seconda delle applicazioni, dal 3 % « al 30 %, essendo maggiore per quegli usi, nei quali la funzione del con- « duttore è strettamente dipendente anche da altri materiali.

« Qui interviene la considerazione che l'alluminio è prodotto prevalen- « temente italiano, mentre il rame è importato. Nel 1934 l'Italia consumò « circa 61.500 tonnellate di rame, di cui circa 27.000 impiegate pel solfato di « rame ed il resto per uso metallurgico ed elettrico. Se si pensa però che il « prezzo medio dei lingotti di rame fu di circa L. 1.85 al kg. si può avere « chiara l'idea della non grande incidenza, sulla bilancia commerciale, di « questo metallo a scopi elettrici, quantunque un estendersi dell'applicazione « dell'alluminio possa, anche a questo riguardo, offrire qualche vantaggio. « In ogni modo, per tale conteggio bisogna tener presente che l'impiego del- « l'alluminio importa in generale, come si è visto, un aumento degli altri « materiali impiegati nelle varie costruzioni; materiali che a loro volta si « devono per lo più importare dall'estero. Il vantaggio per la bilancia com-

« merciale va dunque computato sulla differenza tra maggiore importazione « di altre materie, e minor importazione di rame. D'altra parte bisogna dare « anche il dovuto valore al potenziamento dell'industria italiana, che si ri« percuote fra l'altro nella maggiore occupazione operaia.

« L'estendersi dell'uso dell'alluminio sarà certo facilitato dalle condi« zioni attuali dei traffici internazionali e dei regimi di licenze e di contin« gentamenti di importazione che tendono a limitare gli approvvigionamenti « dall'estero e sopratutto da una oculata politica dei prezzi di vendita da « parte dei fabbricanti: sulla quale lo Stato Corporativo potrebbe facilmente vi« gilare.

« Ad evitare insuccessi tecnici, si dovrebbero poi preparare e diffondere « e rendere obbligatorie le norme indicanti i requisiti ai quali deve soddi« sfare l'alluminio per scopi elettrici, nonchè le modalità pel suo impiego.

« Su questa strada il primo passo è stato compiuto dal Comitato Elettro« tecnico Italiano con le sue Norme pei conduttori nudi in alluminio ».

*

Nel pomeriggio si ripresero i lavori a sezioni riunite. La seduta pomeridiana si aperse con un discorso dell'On. Pavolini, Presidente della Confederazione Fascista Professionisti e Artisti, che illustrò l'azione della Confederazione e lumeggiò la figura del tecnico nello Stato fascista.

Vennero poi svolte numerose altre relazioni su argomenti di interesse generale; ricordiamo quelle dell'Ing. Caccese sulla tecnica nelle corporazioni, del Sen. Ing. Tournon sulla bonifica montana, dell'Ing. Giovannini su strade e trasporti, del Generale Ing. A. Fiore sui perfezionamenti conseguiti e conseguibili dall'aeronautica italiana, dell'Ing. Alonzo sulla protezione antiaerea, dell'Ing. Dalla Verde sull'applicazione dell'alluminio nell'industria elettrica, dell'Ing. Sacerdoti sull'industria navale, dell'Ing. Suppani sulle comunicazioni dell'Alto Adriatico coll'Europa Centrale.

Tutte le relazioni furono seguite con grande attenzione dall'assemblea, assai numerosa.

Alla sera i congressisti visitarono la Mostra del Mare e parteciparono assai volentieri al concerto del Quartetto Triestino al quale erano stati invitati con squisita cortesia del Comitato del « Giugno Triestino ».

Alcuni dei più autorevoli soci dell'A.E.I. intervenuti al Congresso si raccolsero invece a banchetto coi colleghi della Sezione di Trieste che vollero, con signorile cordialità e gentile atto di cameratismo, averli come propri ospiti.

*

La mattinata del sabato 1º giugno fu dedicata alla visita ai lavori dell'Acquedotto Istriano.

Di buon mattino una lunga carovana di autovetture partiva da Trieste e snodandosi per le belle strade istriane portava i congressisti agli impianti di presa delle sorgenti e di filtratura e depurazione dell'acqua, presso il pittoresco villaggio di San Giovanni di Pinguente. La visita, assai interessante, si protrasse abbastanza a lungo dando modo di rendersi ragione del complesso di opere che permette, attraverso precipitazione, decantazione, filtraggio e ozonizzazione, di ricavare dalle limacciose acque del Quieto un'acqua perfettamente limpida, potabile e gustosa.

Venne poi visitata la centrale di sollevamento a Santo Stefano dove i gitanti consumarono anche allegramente una colazione al cestino sul piazzale della centrale.

Sulla via del ritorno a Trieste, nel pomeriggio, si visitarono anche le opere dell'Acquedotto del Risano.

*

Appena arrivati a Trieste i congressisti si raccolsero per la seduta di chiusura.

Vennero attentamente ascoltate la relazione dell'Accademico d'Italia, Ing. G. Giovannoni, sul movimento dell'architettura contemporanea, e quella del Generale Fiore sulla robustezza dei velivoli in relazione all'aumento di velocità.

Successivamente vennero approvati numerosi Ordini del giorno elaborati dalle singole Sezioni e presentati dai rispettivi Presidenti.

La seduta si chiuse con un discorso di S. E. Calletti, Presidente del Consiglio Superiore dei LL. PP., che portò a nome del Ministro dei LL. PP. S. E. Razza l'assicurazione che i voti e i lavori del Congresso sarebbero stati tenuti in attenta considerazione.

Prima di chiudere i lavori venne letto fra la più raccolta attenzione dei presenti un telegramma di risposta da parte di S. M. il Re a quello di omaggio precedentemente inviato dal Congresso.

L'assemblea di sciolse dopo avere rivolto un caloroso plauso agli organizzatori del Congresso e specialmente all'Ing. Famularo, Segretario del Sindacato Provinciale Fascista Ingegneri di Trieste che si era in ogni modo prodigato per la buona riuscita della grande manifestazione dei tecnici italiani.

La laboriosa giornata si chiuse col così detto rancio sociale, che raccolse i congressisti nelle sale dell'Hôtel Savoia in una atmosfera di signorile e simpatica cordialità.

*

Le ultime due giornate del programma costituirono una gradita appendice tecnico-turistica al Congresso.

Domenica 2 giugno vennero effettuate due diverse gite. Una parte dei congressisti visitarono la centrale della fognatura di Trieste e successivamente passarono a Monfalcone per la visita di quei cantieri; il pomeriggio fu dedicato alla visita alla bonifica della Vittoria (Grado) e agli scavi di Aquileia.

Una più numerosa carovana si recò invece a Fiume, sostando prima a Postumia per la visita alle grotte famose. Il Podestà di Fiume accolse signorilmente i gitanti nel Palazzo del Comune, al loro arrivo in città. La colazione fu consumata ad Abbazia, dove il maltempo ebbe una sosta che permise di ammirare gli incantevoli dintorni. Ritornati a Fiume e fatto omaggio alla Cripta dei Caduti per la causa Fiumana, i congressisti passarono a visitare il Silurificio Whitehead dove assistettero anche all'interessante esperimento del lancio di un siluro. Già calava la sera quando la comitiva rientrava in Trieste.

Lunedì con uno dei primi treni i congressisti si trasferirono a Venezia dove era pronta ad attenderli una carovana di autovetture che li portò a un rapido giro nella zona industriale di Marghera. Si poterono così osservare, sia pure rapidamente, i servizi e le attrezzature del Porto e furono visitati alcuni degli impianti più interessanti: il cantiere dei grossi blocchi di calcestruzzo per opere marittime, la centrale termoelettrica, lo stabilimento della vetreria per lastre della Vetro Coke.

Gli ingegneri veneziani vollero offrire con grande signorilità la colazione agli ospiti nelle belle sale del Teatro La Fenice.

Il pomeriggio fu dedicato alla visita dei lavori di conservazione della Basilica di San Marco, sotto la guida autorevole ed appassionata del Comm. Marangoni, Proto della Basilica. I congressisti non vollero poi lasciare Venezia senza recarsi anche alla Mostra del Tiziano.

A sera la comitiva di sciolse lasciando in tutti il più lieto ricordo delle belle giornate trascorse in simpatico cameratismo.

* *

Un autorevole giudizio estero sul volume dei Rendiconti della Riunione di Gardone. — Crediamo interessante riportare qui quanto ebbe a scrivere in questi giorni il Prof. K. W. Wagner, Direttore dell'Istituto Enrico Hertz, a proposito dei Rendiconti della XXXIX Riunione, all'Ufficio Centrale dell'A.E.I.

« ... i Rendiconti del Vostro ultimo congresso sono di un interesse tutto particolare. Essi contengono una lunga serie di studi eccezionalmente accurati (ausserordentlich sorgfältigen Bearbeitungen) su tutti i numerosi problemi che si collegano alla produzione e al trasporto dell'energia elettrica e alle perturbazioni relative...

« ... La Vostra Associazione può considerare quest'opera con orgoglio e con compiacimento ».

Questo autorevole riconoscimento che viene dall'estero conferma quanto già ebbimo a scrivere più volte su queste colonne circa il volume dei Rendiconti recentemente pubblicato.

* *

Il VI Congresso Internazionale di Organizzazione Scientifica del Lavoro avrà luogo a Londra del 15 al 20 luglio 1935. I lavori saranno divisi in diverse Sezioni: Produzione; Distribuzione; Diffusione e Propaganda; Agricoltura; Insegnamento e formazione professionale; Economia domestica; Temi liberi.

La partecipazione italiana al Congresso è stata preparata dall'E.N.I.O.S. che ha potuto organizzare la presentazione di 40 rapporti di autori italiani.

In occasione del Congresso saranno anche organizzate visite e gite nei dintorni di Londra e nei centri industriali.

Per ulteriori informazioni e per le schede di iscrizione, rivolgersi a l'Ente Nazionale Italiano per l'Organizzazione Scientifica del Lavoro - E.N.I.O.S. (Roma, via Nazionale, 89).

* *

La morte del fondatore della World Power Conference. — Il giorno 30 maggio u. s. è morto, D. N. Dunlop, fondatore della World Power Conference, e attualmente Presidente del Consiglio Esecutivo Internazionale e del Comitato Nazionale Inglese.

Era nato in Scozia nel 1868 ed aveva cominciato la sua carriera presso la Westinghouse, prima in America e poi in Inghilterra; nel 1911 passò alla B.E.A.M.A. divenendone Direttore nel 1917 e rimanendovi fino alla morte.

Alla sua iniziativa, appoggiata dalla B.E.A.M.A., si deve la costituzione della World Power Conference, che tenne la sua prima riunione il 30 giugno 1924. Sotto la direzione di Dunlop la nuova organizzazione continuò poi il suo cammino che la portò allo sviluppo attuale.

Recentemente aveva anche fondato un periodico « World Survey » che, pur non essendo organo ufficiale della W. P. C., ne avrebbe dovuto fiancheggiare e sostenere l'azione.

La scomparsa di D. N. Dunlop genererà largo cordoglio nell'ambiente elettrotecnico internazionale.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

D. E. Ravalico. — *Prodigi e misteri delle radioonde.* — V. Bompiani, Milano, 1935. — Un volume di 325 pagine, con 60 figure. — Prezzo L. 12.

L'opera ha per intento precipuo l'esposizione, in forma piana ed attraente, di quanto costituisce attualità in materia di radioonde. Prese le mosse dagli inizi di questa pur giovane scienza, vengono passati in rassegna gli eventi più salienti, che ne segnarono, nel campo teorico ed in quello sperimentale, le pietre miliari.

Con una esposizione dei vari argomenti intercalata di frequente da paralleli e da confronti intesi ad agevolarne la comprensione da parte dei profani, si descrivono le svariate proprietà delle radioonde, il loro complesso comportamento, e le ipotesi che questo dovrebbero giustificare, ed infine gli effetti ed i fenomeni che ne derivano. La trattazione mette in evidenza l'insieme delle conquiste gradualmente raggiunte dalla tecnica della radio e lo straordinario sviluppo oggi conseguito nel campo delle loro pratiche applicazioni.

Talvolta l'A. si indugia forse un po' troppo su minuti particolari di applicazioni tecniche, col risultato di appesantire alquanto una trattazione che vuol essere a carattere divulgativo ed esige perciò speciali doti di semplicità e di chiarezza.

Trattando della rapida e continua evoluzione della radiotecnica, il libro vuol consentire al lettore di gettare uno sguardo nel misterioso mondo del futuro e fargli intravedere qualche singolare aspetto della vita dell'umanità nelle epoche in cui la radio avrà raggiunto ulteriori gradi di perfezione. In questa esplorazione del futuro si rileva come l'amore e l'entusiasmo per la materia trattata portino il pensiero dell'A. nel mondo della pura fantasia; riesce pertanto difficile, se non impossibile, una valutazione delle sue previsioni arditissime. *E. Ci.*

*

G. Oberdorfer. — *Die Ortskurventheorie der Wechseltromtechnik.* R. Oldenbourg, München u. Berlin, 1934. — Un volume di 88 pagine, con 52 figure. — Prezzo R. M. 4,50.

Nello studio di numerosi problemi riguardanti le correnti alternate e più in generale nello studio di fenomeni periodici qualsiansi, accade assai spesso di dover determinare la variazione di una grandezza, rappresentabile con un vettore, in funzione di un dato parametro. Ricorrendo alla prappresentazione grafica di tale grandezza, cioè portando i vettori corrispondenti a partire da un'origine fissa, avviene che l'estremo del vettore si sposti con continuità al variare del parametro, descrivendo una linea che ne è il luogo geometrico rappresentativo: su questo luogo si può segnare una graduazione portante l'indicazione dei valori del parametro variabile.

Tale rappresentazione ha il vantaggio essenziale di una grande evidenza, prestandosi a sintetizzare il fenomeno e a mostrare, con una chiarezza superiore a quella che generalmente sarebbe data dall'equazione, la relazione di dipendenza funzionale. Inoltre tale forma di rappresentazione, senza molto complicarsi, può venire efficacemente completata, quando occorra studiare l'influenza contemporanea di due parametri: assegnando valori determinati ad uno di essi e facendo variare l'altro con continuità, si ottiene una schiera di curve quotate.

Nel libro dell'Oberdorfer, dopo un'introduzione che spiega il calcolo con i numeri complessi e la relativa rappresentazione grafica, si studiano i diagrammi nei casi più semplici in cui essi si riducono a rette o a cerchi, a fasci di rette o di cerchi. Si analizzano inoltre le trasformazioni mediante le quali da un diagramma si passa ad un altro. Prescindendo dal caso semplicissimo dell'aggiunta o della sottrazione di un vettore costante (il che non fa altro che spostare il diagramma senza alterarne nè forma nè grandezza), esse sono essenzialmente due: il prodotto per un operatore complesso (*Drehstreckung* lo chiama l'A., ed il vocabolo molto espressivo indica che ognuno dei vettori originari viene variato nella sua grandezza e rotato di un determinato angolo), e l'inversione (*Inversion*, operazione con cui si sostituisce ad ogni vettore il vettore inverso). Quest'ultimo procedimento, che trova la sua più ovvia applicazione nel passaggio da diagrammi di impedenza a diagrammi di ammettenza, è il più interessante in quanto che trasforma le rette in altre rette o in cerchi e viceversa.

Per ogni costruzione l'A. ha riassunto vicino alla figura le operazioni necessarie, cosicchè il libro si presta anche ad una rapida consultazione che permette l'applicazione immediata senza la necessità di richiamare la teoria.

L'ultima parte dell'opera tratta vari esempi riferentesi alla tecnica delle correnti alternate (linee elettriche, trasformatori, circuiti con elementi variabili, motori asincroni), dai quali si possono rilevare in forma concreta i vantaggi del metodo grafico. *P. G.*

R. Winzheimer. — *Uebertragungstechnik.* — Oldenburg, 1929. — Un volume di 235 pagine con 207 illustrazioni, rilegato in tela. — R. M. 10,80.

Il contributo apportato giorno per giorno alla tecnica delle telecomunicazioni fa rapidamente invecchiare ogni trattato sull'argomento. L'A. dà però una impostazione teorica allo studio e per questo riguardo si può affermare che il libro abbia un valore specifico durevole poichè, se il pubblico dei tecnici trova manchevole e ormai incompleta la parte descrittiva, quello degli studiosi vi vede raccolta e sintetizza l'essenza dell'argomento con una trattazione matematica che non ricorre a eccessive complicazioni di calcolo.

L'A. riassume in un denso capitolo la teoria generale della trasmissione telefonica dopo di avere esaminato i dati elettroacustici del problema.

Nei successivi capitoli sono trattati gli amplificatori, le misure ad essi inerenti e le trasmissioni in cavo. La parte descrittiva, strettamente connessa alla teorica è ridotta a pochi schemi essenziali.

Con speciali evidenza infine è impostato il problema delle trasmissioni telefoniche per scopi radiofonici la cui diffusione è andata rapidamente crescendo. Naturalmente questa parte in una ulteriore edizione dovrebbe essere ampliata e in parte rimaneggiata: peraltro è da segnalarsi la chiarezza con cui sono indicati i punti di partenza per ogni soluzione tecnica del problema.

Ottima la presentazione tipografica.

SUNTI E SOMMARI (*)

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

W. Schilling — **Regolazione per mezzo di raddrizzatori sul primario di trasformatori monofasi per piccoli carichi.** (Archiv f. Elektr., gennaio 1935, pag. 33-40, con 9 fig.). **3 c**

L'A. considera il caso di un raddrizzatore di corrente monoanodico inserito nel primario di un trasformatore monofase che alimenti sul secondario un carico ohmico e studia analiticamente il comportamento della corrente in un simile circuito partendo dalla considerazione del circuito equivalente costituito da una sorgente sinusoidale di tensione monofase in serie col raddrizzatore e che alimenta una resistenza (carico) in parallelo con una induttanza (trasformatore). La proprietà del raddrizzatore di lasciar passare al massimo una sola mezza onda di corrente e di potere, per mezzo della griglia, comandare il momento di innesco cioè l'inizio del passaggio della corrente a un istante qualunque del semiperiodo, dà luogo, in unione colla reazione dell'induttanza del trasformatore, a caratteristiche particolari che l'A. analizza col calcolo e illustra con parecchi oscillogrammi. Si può per tale via realizzare con dispositivo di regolazione il cui impiego pratico è però limitato al caso di piccoli carichi in causa di fenomeni di magnetizzazione a corrente continua che si manifestano nel nucleo del trasformatore. Il dispositivo può trovare applicazioni ad esempio in apparecchi di regolazione della temperatura per piccoli forni elettrici, o per alimentare piccole macchine da saldatura nel qual caso si può, per mezzo del raddrizzatore inserito sul primario del trasformatore, regolare il tempo di saldatura. *N.*

O. Mayr — **Interruttori senz'olio per forti capacità di rottura.** (E. T. Z., N. 31, del 2 agosto 1934, pag. 757-760; N. 32, del 9 agosto 1934, pag. 791-794; N. 34, del 23 agosto 1934, pag. 837-840, con 41 fig.). **3 b**

Da cinque anni si è iniziata sporadicamente qua e là la costruzione di interruttori senz'olio per forti capacità di rottura. Questi tentativi furono accompagnati da studi sui fenomeni che si verificano allo spegnimento di un arco ad alta tensione: si è constatato che il problema dello spegnimento dell'arco è un problema di raffreddamento e che con questo mezzo si può ottenere la deionizzazione dello spazio in cui l'arco deve venire interrotto. In questo campo l'interruttore a gas compresso è stato sviluppato fino a 200 kV e fino a capacità di rottura di 400.000 kVA a 30 kV in un tipo per montaggio a parete che si è rivelato molto pratico ed economico. Da prove eseguite si è visto che la velocità di rottura assai elevata, che viene raggiunta in questi interruttori, non causa sovratensioni pericolose. Nell'articolo vengono poi descritti diversi tipi di interruttori di questo genere costruiti in Germania specialmente da parte dell'A.E.G. e vengono enumerate le difficoltà che sono state superate per portare questi apparecchi al grado di efficienza attuale. *Tt.*

P. W. Sayles — **Resistenze di scarica in tirite.** (Gen. Elec. Rev., dicembre 1934, pag. 573-575). **3 b**

L'interruzione di un circuito induttivo a corrente continua dà luogo, come è noto, ad un'elevata sovratensione. Una resistenza,

(*) Per i titoli delle Riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

connessa in parallelo col circuito da interrompere, riduce l'entità della sovratensione, poichè l'energia immagazzinata nel circuito si scarica attraverso di essa. La tirite si presta egregiamente come materiale atto a realizzare tali resistenze di scarico. Essa infatti ha la proprietà di avere una basso valore di resistenza a tensione elevata, mentre sotto tensione minore la sua resistenza aumenta. Essa soddisfa così al doppio scopo di offrire una via di bassa resistenza alla sovratensione di apertura, mentre a tensione normale la corrente che l'attraversa è piccolissima e dà luogo perciò ad una perdita minima. Le resistenze di scarico in tirite sono costruite in due tipi, a seconda della tensione e della corrente normale di esercizio. Un tipo è adatto per tensioni da 110 a 275 volt e 7,5 ampere, l'altro da 500 a 650 volt e 1,5 ampere. Esse sono proporzionate in modo da limitare la sovratensione d'apertura al valore massimo consentito dalle prove di isolamento. *C. G. E.* (*)

APPLICAZIONI TERMICHE.

M. AKESON — **Qualche considerazione sulla saldatura all'arco elettrico e sulla scelta degli elettrodi.** (Asea, gennaio e marzo 1935, pag. 5-17, con 19 figure). **5 c**

Prima di procedere ad una saldatura bisogna decidere fra l'impiego di elettrodi nudi o rivestiti. Se ci si accontenta di una saldatura avente eguale resistenza ma allungamento inferiore al metallo di apporto, si possono usare elettrodi nudi, ma se si vuole una saldatura dura e tenace insieme, bisogna ricorrere ad elettrodi rivestiti. Per lavori importanti conviene ricorrere per la scelta a prove preliminari di confronto, per determinare: il consumo di elettrodi per unità di peso di saldatura, la durata del lavoro per unità di saldatura, la resistenza meccanica e le proprietà generali dell'elettrodo. L'A. illustra con molti dettagli come si debba procedere per eseguire queste prove e per preparare i provini relativi. Notevole importanza sul consumo degli elettrodi ha lo spessore del rivestimento e la sua uniformità. Numerose curve sperimentali sono riportate ad illustrare tale effetto. Per evitare gli effetti di sollecitazioni dovute al ritiro bisogna prendere opportune precauzioni già in sede di progetto in modo che i pezzi siano così studiati da permettere l'esecuzione della saldatura partendo da un punto centrale o da una estremità; ciò allo scopo di rendere gli elementi da saldare fra loro abbastanza indipendenti perchè il lavoro non sia influenzato da un prematuro collegamento dei pezzi stessi. Quando si tratti di saldature importanti è bene ricorrere alle cosidette saldature a doppia faccia, cioè eseguite simultaneamente da 2 operatori disposti da una parte e dall'altra del pezzo. Per grosse saldature è bene ricorrere a squadre di operatori, per mantenere il metallo a temperatura abbastanza uniforme; si cercherà anche di interrompere il meno possibile il lavoro. Nel caso che si manifestassero dopo saldatura deformazioni derivanti da tensioni interne, bisogna ricorrere a rettificazioni con trattamento termico, riscaldando rapidamente con una fiamma a gas la parte da correggere. Per le parti di macchina bisogna anche spesso ricorrere ad una vera ricottura. La verifica delle saldature può effettuarsi opportunamente con prove magnetiche, magnetizzando il pezzo e cospargendolo di fine limatura di ferro, la quale si accumula sui bordi di ogni eventuale fessura mettendola in evidenza. *Ri.*

F. D. PARKER — **Problemi relativi al riscaldamento ad acqua.** (The Elec., 28 settembre 1934, pag. 387, con 1 fig.). **5 d**

Viene preso in considerazione il problema della trasformazione degli impianti di riscaldamento domestici ad acqua calda e caldaie a combustibile in un impianto in cui il riscaldamento dell'acqua viene effettuato elettricamente. La sostituzione non presenta di solito difficoltà quando si tratti di un impianto destinato soltanto a produzione di acqua calda per i bagni o per le cucine o simili servizi, mentre sorgono interessanti problemi quando nello stesso circuito di acqua calda siano compresi l'impianto di riscaldamento o servizi di asciugamento, ecc. Il grande sviluppo delle tubazioni connesso a impianti di tal genere rende meno opportuna la loro diretta trasformazione mediante semplice installazione di una caldaia elettrica. Spesso conviene distaccare dalla tubazione principale i singoli radiatori trasformandoli in unità autonome a riscaldamento elettrico localizzato. È poi sempre opportuno installare serbatoi di riserva di acqua calda. Naturalmente grande importanza assume per questi impianti il tipo di tariffa che le società distributrici offrono agli utenti; è opportuno che tali tariffe facciano distinzione fra l'energia consumata per produrre l'acqua calda per i servizi domestici e quella usata per il riscaldamento propriamente detto. La installazione di circuiti elettrici distinti riesce in generale onerosa e va considerata attentamente caso per caso. Una ragione che turba il mercato delle applicazioni termoelettriche è anche quello della continua creazione di tipi nuovi di cucine e di apparecchi che inducono a continue modificazioni negli impianti quando si debba provvedere alla sostituzione od al ricambio di parti. Questioni economiche rendono difficile la diffusione delle applicazioni termoelettriche nelle campagne; l'A. ritiene tuttavia che a questo riguardo non si siano ancora studiate ed utilizzate tutte le possibilità che sono offerte dai sistemi di accumulazione del calore. *Ri.*

E. WESTMAN — **Gli aspetti fisici della saldatura all'arco elettrico.** (Asea, gennaio-marzo 1935, pag. 1-5, con 7 fig.). **5 c**

La temperatura dell'arco è, come è noto, elevatissima; l'anodo che è bombardato dagli elettroni proiettati con grandissima velocità si trova ad una temperatura un poco maggiore di quella del catodo che è colpito dai pesanti ioni positivi. Si è per lungo tempo ritenuto che la temperatura fosse di circa 3600° all'anodo e di circa 2700° al catodo; misure recentemente eseguite sulla fiamma stessa dell'arco hanno dimostrato che la temperatura è dell'ordine di 5000°. La tensione necessaria per mantenere l'arco è molto debole e dipende dal materiale degli elettrodi, dalla lunghezza dell'arco e dalla intensità di corrente. Quest'ultima varia col diametro dell'elettrodo e per elettrodi di ferro, nudi comuni, varia in generale da 40 a 280 A per elettrodi da 2 a 8 mm di diametro. La tensione di adescamento varia pure colla qualità dell'elettrodo e si aggira su 35 a 40 V. Nella saldatura si prende di solito come elettrodo mobile il catodo allo scopo di poter dirigere più facilmente l'arco il quale segue la macchia catodica. Tuttavia in qualche caso, quando l'elettrodo fonde più lentamente del metallo da saldare, è preferibile assumere il pezzo da saldare come catodo. Nel caso di elettrodi rivestiti la polarità da darsi a quello mobile dipende fra l'altro dalla composizione chimica del rivestimento. Nel caso della saldatura a corrente alternata alle frequenze ordinarie, per assicurare la stabilità dell'arco bisogna impiegare elettrodi rivestiti. Uno studio accurato delle proprietà dell'arco dimostra che, affinchè esso sia stabile, bisogna che la tensione applicata all'elettrodo diminuisca quando la corrente aumenta, e tale diminuzione deve essere più rapida di quella della differenza di potenziale dell'arco, cosicchè la curva della tensione applicata $E = f(I)$ abbia un punto di intersezione con la curva corrispondente dell'arco. D'altra parte, quando l'arco è messo in corto circuito, la corrente non deve essere troppo elevata. Grande importanza hanno poi le caratteristiche dinamiche delle generatrici di saldatura nei riguardi delle rapide variazioni di corrente, che si verificano in seguito agli inevitabili cambiamenti della lunghezza dell'arco. *Ri.*

APPLICAZIONI VARIE.

F. G. DAVIS — **Servomotore elettroidraulico applicato al comando del freno di una teleferica.** ((Gen. Elec. Rev., dic. 1934, pag. 576-577). **6 c**

Durante la costruzione dell'impianto idroelettrico di Boulder Dam le varie parti del macchinario e della condotta, alcune aventi un peso fino a 185 tonn., dovevano essere, dall'alto dei bordi del vallone, fatti scendere con una teleferica per circa 150 m fino alla centrale. Dopo studi e prove fu deciso l'impiego di un servomotore elettroidraulico, capace di uno sforzo di 1450 kg e di uno spostamento di 25 cm per il comando di un freno di sicurezza del tipo a nastro disposto attorno al tamburo avente un diametro di circa quattro metri. Quando venga a mancare la tensione di alimentazione o quando, per qualsiasi altra ragione, il freno di sicurezza debba agire, il dispositivo elettroidraulico si abbassa chiudendo il freno. Grazie ad un'azione ammortizzatrice regolabile, la chiusura avviene dolcemente, così da evitare eccessive sollecitazioni alle funi ed agli organi meccanici. La dolcezza di manovra non impedisce al freno di funzionare rapidamente in meno di tre secondi, come è richiesto dalle norme di sicurezza: il tempo di chiusura può però, se necessario, essere prolungato fino a 30 secondi. L'efficacia della frenatura è indipendente dalle condizioni di usura del freno: questa poi resta molto ridotta grazie al funzionamento graduale. Dopo un anno di funzionamento continuo, il servomotore elettroidraulico, che si presenta come un complesso unico e compatto e non richiede alcuna manutenzione, ha corrisposto pienamente a tutte le esigenze. *C. G. E.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi tempi. L'elettrochimica. (E. T. Z., N. 26, del 28 giugno 1934, pag. 651-653,). **13 a**

Nell'elettrometallurgia i processi elettrolitici sono stati sviluppati parte coll'ausilio di soluzioni acquose, parte coll'impiego di bagni di sale come elettrolito. Vicino ad Amburgo è stato eseguito un impianto capace di produrre 50 tonn. di rame al giorno. Per la metallurgia dello zinco nel 1932 è stato costruito vicino a Magdeburgo un grande impianto per l'elettrolisi dello zinco. Anche gli sforzi di molti paesi per sviluppare una propria industria di produzione dell'alluminio sono stati coronati da successo. Nel campo della galvanotecnica si sono sviluppati particolarmente i processi di cadmiatura e di cromatura dei metalli ed è stato perfezionato il processo di nichelatura. È stato poi sviluppato il procedimento della ossidazione elettrolitica dell'alluminio e delle sue leghe: il vantaggio con questo sistema consiste nel fatto che sulla superficie non viene apportato un nuovo materiale, ma si ha una combinazione chimica dell'alluminio stesso. Per ciò che riguarda gli accumulatori, il loro

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

campo di applicazione si è sempre più esteso. Nelle automobili le batterie di avviamento sono diventate un accessorio ormai indispensabile. Un certo risveglio si è verificato nel campo della trazione con veicoli ad accumulatori su rotaia.

Qualche miglioramento è da registrare nella costruzione degli accumulatori di tipo stazionario, in particolare per ciò che riguarda il materiale di cui sono costituiti i recipienti. *Tt.*

E. W. Washburn, E. R. Smith, F. A. Smith — **Frazionamento degli isotopi dell'idrogeno e dell'ossigeno in un elettrolizzatore industriale.** (Bur. St. Journ. Res., novembre 1934, pag. 599-608, con 2 fig.). **13 b**

Numerosi studi sono stati fatti sull'impiego del metodo elettrolitico per la concentrazione del deuterio e per la fabbricazione della così detta acqua pesante. Alcune ricerche hanno anche fatto ritenere probabile che con tale metodo si produca anche una concentrazione di isotopo O^{18} dell'ossigeno. Gli AA. hanno studiato il procedimento di frazionamento degli isotopi dell'idrogeno e dell'ossigeno in condizioni che si verificano in una cellula elettrolitica di tipo industriale, fino al momento in cui si raggiunge l'equilibrio, cioè un contenuto massimo di isotopi pesanti dell'idrogeno e dell'ossigeno. La cellula adoperata era un piccolo elettrolizzatore del tipo a filtro-pressa con 56 cellule in serie e della capacità di 16 litri. L'elettrolita era costituito da una soluzione di idrato sodico al 18 %; con 115 volt applicati si aveva una corrente di 12 a 15 A. I gas che si svolgono durante l'operazione vengono raccolti, disseccati e filtrati e adoperati per ricomporre acqua che viene raccolta in modo continuo. Si raccoglieva all'incirca un litro d'acqua ogni 6 ore. La densità dell'acqua raccolta in tempi successivi ha dimostrato una progressiva variazione nella densità; l'equilibrio è stato ottenuto dopo raggiunta una densità superiore per il 60 per mille a quella dell'acqua normale. Di questo aumento di densità una parte era data da idrogeno pesante. È stata messa anche in evidenza la formazione in quantità sensibile dell'isotopo dell'ossigeno, il quale anzi, inizialmente è presente in proporzione 10 volte più grande dell'isotopo dell'idrogeno. *Ri.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

R. L. Sanford — **Variazione della permeabilità magnetica alle basse induzioni dopo demagnetizzazione.** (Bur. Stand. Journ. Res., settembre 1934, pag. 371-377, con 4 fig.). **14 h**

Le norme della Società Americana per la prova di materiali prescrivono due metodi per la determinazione della permeabilità e delle perdite magnetiche del ferro e dell'acciaio a piccoli valori della induzione. Uno dei due metodi è del tipo a ponte e l'altro è il cosidetto metodo potenziometrico. In entrambi i metodi i provini vengono prima sottoposti ad un processo di demagnetizzazione con corrente alternata a 60 per/sec. Ora l'esperienza ha dimostrato che i due metodi possono dare risultati sensibilmente discordanti e nelle ricerche per determinare la causa di tale fatto si dovette concludere che essa anzichè nella tecnica dei metodi doveva risiedere nel materiale stesso. Esperienze appositamente condotte con induzioni da 10 a 100 gauss su campioni di acciaio al silicio e di hipernik misero in evidenza i valori della permeabilità sono funzione del tempo trascorso dopo la demagnetizzazione. Il cambiamento di permeabilità è più rapido immediatamente dopo la demagnetizzazione e continua poi sempre più lentamente col passare del tempo. Le leghe ferro-nichel, a cui appartiene l'hipernik, hanno una decisa tendenza ad essere magneticamente meno stabili delle leghe ferro-silicio. Il fenomeno è completamente diverso dalla viscosità magnetica e non può essere riportato nemmeno a fenomeni di invecchiamento o a influenze di temperatura. Una spiegazione teorica del fenomeno non è stata ancora trovata.

La variazione totale nella permeabilità può arrivare al 10 % o 15 %. Se però si lascia passare un tempo sufficiente, dell'ordine di 18 a 24 ore, dopo la magnetizzazione, il fenomeno perturbatore scompare e le misure di permeabilità divengono praticamente attendibili entro i limiti dell'uno a due per cento. *Ri.*

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi tempi. L'elettrofisica. (E.T.Z., N. 26, del 28 giugno 1934, pag. 659-660). **14 a**

Nel campo dell'elettrofisica si sono avute applicazioni delle irradiazioni elettroniche nei tubi di Braun, negli oscillografi a raggi catodici e nel microscopio elettronico, col quale si possono ottenere ingrandimenti di oltre 10.000 volte. Si è sviluppata l'applicazione dei raggi X, grazie anche alla realizzazione di apparecchi sicuri contro le alte tensioni e le irradiazioni dei raggi stessi. Per scopi terapeutici hanno trovato impiego apparecchi a onde corte con potenze fino a oltre 1 kW e con lunghezze d'onda fra 3 e 30 m. Nell'elettroacustica si sono concentrati gli studi a migliorare microfoni e altoparlanti in modo da accrescerne il rendimento. Per combattere i rumori si sono sviluppati adatti strumenti di misura, del tipo sia soggettivo come quello di Barkhausen, sia oggettivo come quello della Siemens. Si sono poi fatti tentativi per realizzare materiali magnetici adatti ad essere impiegati negli apparecchi telefonici e in elettroacustica; tali materiali devono presentare una permeabilità iniziale per quanto possibile costante, pur avendo un elevato potere coercitivo. Queste qualità, si sono riscontrate in alto grado nel ferro « carbonil ». Nel campo dei magneti permanenti si sono ottenuti gli acciai Mishima (ferro, nickel e alluminio) e Köster (ferro, cobalto, tungsteno e molibdeno) che presentano ottime caratteristiche magnetiche anche ad elevate temperature e sono apprezzati per la maggior leggerezza dei magneti che vengono con essi costruiti. *Tt.*

E. Brücke — **I fondamenti dell'ottica geometrica degli elettroni.** (Archiv. f. Elek., febbraio 1935, pag. 79-107, con 40 fig.). **14 b**

In questo articolo l'A. riassume le nozioni fondamentali che riguardano il movimento dei corpuscoli elettrizzati in un campo elettrico o magnetico, cominciando dalla considerazione di un elettrone che attraversi un doppio strato di potenziale confrontandolo coi fenomeni di rifrazione di un raggio luminoso; passa poi a considerare l'effetto delle « lenti elettriche » svolgendone la teoria sempre in confronto con quello delle lenti ottiche, e dimostrando come si possano anche realizzare dispositivi che possono considerarsi gli analoghi degli obbiettivi ottici a immersione. Successivamente sono esaminati i dispositivi che possono considerarsi analoghi ai sistemi di prismi. Vengono poi esposte in una tabella le formule fondamentali ricavate per l'ottica elettronica rispettivamente per l'uso di campi elettrici o magnetici. Nelle formule finali di tipo elettrico non entra il rapporto e/m ciò che significa che tutte le particelle le quali devono, partendo dalla quiete, attraversare una data caduta di potenziale percorrono la stessa strada. Nelle formule magnetiche entra invece il valore e/m, vale a dire che coi dispositivi magnetici è possibile separare le particelle aventi diversa carica specifica; come è noto è questo il fondamento dell'analisi spettrografica di massa. In ultimo è studiata l'applicazione dei dispositivi precedentemente analizzati ai tubi di Braun, e la costruzione dei microscopi elettronici dei quali sono illustrate alcune applicazioni. Con questi dispositivi si sono già potuti superare i limiti di ingrandimento raggiunti coi microscopi ottici; sono riportate micrografie ottenute con ingrandimento di oltre 5000 diametri e si prevede di poter raggiungere i 10.000 diametri. *N.*

G. D. Heye — **Scarica d'impulso per isolatori a sospensione e spinterometri a sbarra.** (Gen. Elec. Rev., dicembre 1935, pag. 548-550). **14 b**

La maggior parte delle scariche del fulmine osservate in questi ultimi anni hanno rivelato di essere dovute a cariche negative. I valori di dette scariche per isolatori a sospensione e per spinterometri a sbarra, precedentemente resi noti, devono però essere riveduti a cagione della variazione nella taratura dello spinterometro a sfere quando vengano fatte prove con onde negative. Sono stati presi in considerazione oscillogrammi con onde 1×5 e 1,5×40 microsecondi. Vengono descritti i metodi di prova e l'apparecchiatura per la prova: sono da notare particolarmente i coefficenti di correzione dei dati ottenuti, proposti dall'A., in relazione al contenuto di vapore acqueo dell'aria. L'A. riporta tre diagrammi per tensioni di scarica d'impulso negativa di spinterometri a sbarra e di catene di isolatori a sospensione ed un diagramma per tensione di scarica ad impulso positiva pure di spinterometri a sbarra, quest'ultimo a titolo di confronto. Confrontando poi in un diagramma combinato le curve di scarica positive e negative ad impulso per spinterometri a sbarra con quelle a 60 per/sec, si osserva che per onde corte la negativa supera la positiva del 6 % circa, mentre per onde lunghe la negativa è del 15 % circa superiore alla positiva. Un altro diagramma combinato riporta i dati corrispondenti per le catene di isolatori. Così, in base ai risultati di questi esperimenti, si può conchiudere che i dati che si avevano precedentemente a disposizione debbono essere riveduti con variazione dei valori prima indicati fino al 15 %. *G. G. E.*

O. M. Corbino — **Verso lo zero assoluto delle temperature.** (L'En. Elettr., febbraio 1935, pag. 81-84). **14 b**

Come è noto, mentre è possibile industrialmente arrivare a temperature di circa 4000° e sono note temperature molto più elevate di queste, il limite inferiore delle temperature possibili è soltanto di 273° al disotto della zero centigrado. Vi sono attualmente nel mondo 3 soli laboratori attrezzati per raggiungere le più basse temperature possibili. Il più noto è quello di Leida, dove per la prima volta nel 1908 si riuscì ad ottenere liquido l'elio, l'ultimo gas che avesse fino allora resistito alla liquefazione. Per ebollizione dell'elio liquido a pressione ordinaria si raggiunge la temperatura di — 269°, cioè 4 gradi assoluti. Facendo bollire l'elio a pressione inferiore all'atmosferica mediante aspirazione continua di pompe si riuscì ad arrivare ad una temperatura di 0,82° assoluti; sottoponendo l'elio liquido a conveniente pressione si riuscì anche a solidificarlo. Fra i più importanti fenomeni delle bassissime temperature è quello della sopraconduttività, che si verifica per il mercurio a 4°,19 assoluti, per il piombo a 7°,2, per lo stagno a 3°,74, per l'indio a 3°,41, per il tallio a 2°,47, per l'alluminio a 1°,14, per lo zinco a 0°,79 e per il cadmio a 0°,6 assoluti. La sopraconduttività non ha trovato ancora una soddisfacente spiegazione teorica. Se una corrente è creata in un anello sopraconduttore, essa vi persiste indefinitamente; se però si eccita intorno al metallo in sopraconduzione un campo magnetico abbastanza intenso, la sopraconduttività sparisce istanta-

neamente; ciò avviene anche per effetto del campo proprio generato dalla corrente nel sopraconduttore, cosicchè essa non può superare un certo valore.

Nel 1933 si è scoperto un nuovo fenomeno: se si sottopone un metallo a un campo magnetico a temperatura poco superiore a quella di sopraconduttività e poi lo si raffredda ulteriormente, all'atto in cui si manifesta la sopraconduzione il campo magnetico si addensa tutto fuori del metallo e si annulla dentro di esso realizzandosi così uno spazio, quello del metallo, dotato di permeabilità magnetica zero. Anche questo fenomeno non ha trovato spiegazione teorica. Recentissimamente si è riusciti ad ottenere temperature ancora più basse utilizzando il fenomeno di raffreddamento che si verifica all'atto della smagnetizzazione di alcuni corpi, come il fluoruro di cerio e l'allume di cromo e di potassio. Così nell'ottobre 1934 si arrivò alla temperatura di 0,018° gradi assoluti, cioè a — 2 centesimi di grado dallo zero assoluto. *Ri.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

F. K. HARRIS — **Disposizione di bobine per produrre un campo magnetico uniforme.** (Bur. Stand. Journ. Res., settembre 1934, pag. 391-410, con 12 figure). **15 b**

L'impiego sempre più frequente di fasci elettronici negli istrumenti di misura pone spesso il problema di correggere la deviazione che sarebbe impressa al fascetto dal campo magnetico terrestre; per far ciò occorre generare un campo magnetico quanto più possibile uniforme in grandezza e direzione lungo tutto il cilindro che comprende il percorso del fascio elettronico. Una soluzione approssimata si può avere mediante un paio di bobine piane rettangolari, col lato maggiore parallelo alla traiettoria del fascio, e un poco più lunghe del tratto nel quale si vuole operare la compensazione. Soluzioni più esatte sono state proposte e l'A. esamina dettagliatamente in via analitica il campo generato da un certo numero di forme diverse di bobine che essenzialmente differiscono fra loro per la forma assunta dalle loro parti estreme terminali. Fra questi tipi sono specialmente analizzati quello cosidetto a testa tronca, cioè con bobine rettangolari o a forma di parallelogrammo, quello a testata circolare e un tipo speciale a testata deformata nel piano normale a quello della bobina stessa. Per ciascuno di questi tipi vengono elaborate le formule per il calcolo del valore del campo prodotto. Per le bobine a testata circolare viene svolta una analisi particolare, studiando esattamente la forma trasversale e longitudinale del campo nonchè le variazioni dalla uniformità del campo stesso. Viene così messa in evidenza quale sia la forma più adatta di bobina da sciegliere per risolvere il particolare problema postosi dall'Autore. Le considerazioni esposte possono però giovare anche per lo studio di altri problemi analoghi. *Ri.*

C. P. NACHOD — **Nomogrammi per il calcolo di bobine a corrente continua** (Gen. Elec. Rev., dicembre 1934, pag. 563-565). **15 c**

L'A. ha fatto lo studio di un tipo di nomogramma adatto per il calcolo rapido di bobine a corrente continua, nelle quali l'isolamento nel senso radiale e longitudinale aumenta in proporzione diversa; si tratta cioè di bobine con isolamento fra strati, che possono essere facilmente calcolate per mezzo di un nomogramma a undici scale rettilinee e parallele tracciando progressivamente cinque trasversali. Le scale sono a graduazione logaritmica.

Una volta che si conoscano le dimensioni della bobina e siano noti il diametro del conduttore e lo spessore dell'isolamento fra strati, il nomogramma permette di calcolare progressivamente la resistenza della spira media, il numero degli strati, le spire per strati, le spire totali e infine la resistenza ohmica della bobina.

Per il caso assai più frequente in cui, data una bobina di determinate dimensioni ed essendo fissata la sua resistenza ohmica, si debba trovare il diametro del conduttore, invece di applicare lo stesso nomogramma precedente per successive approssimazioni, l'A. ne fornisce a complemento un secondo, il quale permette di individuare tale diametro con un unico tentativo. L'A. fornisce infine un nomogramma che traduce graficamente la relazione fra resistenza ohmica, perdita in watt, tensione in volt, numero di spire e amperspire. *C. G. E.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi tempi. La tecnica dell'illuminazione. (E. T. Z., N. 26, del 28 giugno 1934, pag. 649-651, con 2 fig.). **19 a**

La tecnica dell'illuminazione si è specialmente dedicata in questi ultimi anni allo sviluppo delle sorgenti fredde di luce: nello stesso tempo si è cercato di migliorare le lampade ad incandescenza. Fra le lampade a luminescenza si sono affermate quella a vapore di sodio e quella a vapore di mercurio: entrambe emettono un flusso luminoso notevolmente superiore a quello delle lampade a incandescenza a parità di energia assorbita. Nel campo delle lampade a incandescenza si è migliorata la qualità della produzione: si sono sviluppate lampade speciali per determinati usi. Per ciò che riguarda le misure, è stato particolarmente sviluppato il processo di misura obbiettivo, grazie all'aumento della sensibilità delle cellule fotoelettriche. Nel campo dell'applicazione delle radiazioni luminose, notevole diffusione hanno raggiunto le lampade per raggi ultravioletti; una caratteristica applicazione è quella dell'illuminazione di fiori e ortaggi per provocarne la crescita. Notevoli progressi sono poi da registrare nel campo dell'illuminazione all'aperto con proiettori e in questi ultimi tempi con lampade al sodio. *Tt.*

W. C. BROWN — **L'anno di progresso in illuminazione.** (Tr. Ill. Eng. S., novembre 1934, pag. 755-778, con 13 fig.). **19 v**

In questa consueta rassegna annuale dei progressi verificatisi nel campo illuminotecnico sono da rilevare, fra l'altro, i perfezionamenti apportati alle lampade a vapori metallici e lo sviluppo preso dalle loro applicazioni, l'introduzione nella pratica delle lampade ad incandescenza con filamento a doppia spiralizzazione, alcune innovazioni apportate alle lampade ad arco, vari miglioramenti nella preparazione dei materiali per illuminazione, e diverse novità nella fabbricazione degli apparecchi d'illuminazione e nel campo degli strumenti di misura fotometrici. *G. Co.*

H. L. LOGAN — **L'influenza dell'impiego degli elementi luminosi incorporati nella struttura muraria sui metodi d'illuminazione diretta.** (Tr. Ill. Eng. S., settembre 1934, pag. 686-696, con 8 fig. e 1 tab.). **19 b**

Gli elementi luminosi che si usa incorporare nel soffitto o nelle pareti degli interni in sostituzione degli apparecchi d'illuminazione possono essere costituiti: o da una grande superficie di basso splendore, o da sorgenti di luce accoppiate con elementi diottrici che danno luogo ad una predeterminata distribuzione di flusso luminoso, o da una combinazione di queste due forme. L'A. descrive alcune installazioni realizzate secondo ciascuno di questi tre metodi, per porre in rilievo le condizioni da soddisfare per la razionale applicazione di un tale sistema d'illuminazione ed i vantaggi che esso offre, sotto certi aspetti, nei confronti degli ordinari metodi d'illuminazione. *G. Co.*

M. LUCKIESH e F. K. MOSS — **La nuova scienza dell'illuminazione.** (Tr. Ill. Eng. S., settembre 1934, pag. 641-674, con 3 fig.). **19 a**

Gli AA. riassumono i risultati più importanti delle ricerche fatte sulle variazioni dei riflessi psicologici della visione in funzione delle condizioni d'illuminazione (ricerche che sono state di volta in volta descritte sulla stessa rivista) per rilevare che la somma delle conoscenze così acquisite può essere utilizzata per costituire una delle basi (l'altra appartiene al campo della fisica tecnica) sulle quali poggia la nuova scienza dell'illuminazione. *G. Co.*

J. ROGER — **Effetti fisiologici delle nuove sorgenti di radiazioni ultraviolette.** (Lux, dicembre 1934, pag. 153-154, con 1 tab.). **19 a**

Per confrontare le capacità che le diverse sorgenti artificiali di radiazioni ultraviolette hanno a produrre determinati effetti fisiologici sono stati proposti diversi metodi due dei quali sono riassunti nell'articolo. Il primo di essi consiste nella misura delle frazioni d'energia convogliate da ciascuna delle radiazioni emesse dalle sorgenti in esame e nel tracciamento di curve le cui ordinate stanno a rappresentare, in una certa scala, il prodotto dei risultati ottenuti nella detta misura per i valori delle corrispondenti ordinate della curva dell'effetto eritemico: tali curve saranno quindi caratteristiche per ciascuna sorgente di radiazioni ultraviolette, almeno ai fini dell'effetto eritemico. Tale metodo può essere di molto semplificato utilizzando qualcuna di quelle celle fotoelettriche aventi una curva di sensibilità con andamento assai prossimo a quello della curva dell'effetto eritemico. L'altro metodo è basato sulla misura delle illuminazioni fornite dalle sorgenti poste a raffronto e sull'utilizzazione di una tabella che contiene i valori dei lux-minuti necessari per l'ottenimento di un principio d'eritema. Infine, l'A. accenna al sistema di unità di misura proposto per le radiazioni ultraviolette, sistema che presenta una perfetta anologia con quello fotometrico. *G. Co.*

A. MONNIER e M. MOUTON — **L'illuminazione delle automobili.** (Lux, luglio-agosto, settembre, ottobre, novembre e dicembre 1934, pag. 83-86, 99-107, 116-120, 129-133 e 144-149, con 35 fig.). **19 b**

Dopo alcuni cenni storici sullo sviluppo dei proiettori d'automobile e dopo avere riassunto il regolamento vigente in Francia in materia d'illuminazione delle automobili, gli AA. fanno uno studio teorico dei riflettori parabolici (che sono quelli generalmente usati nei proiettori d'automobile) a cui fanno seguire la descrizione dei metodi di verifica della forma di questi riflettori e la descrizione dei principali tipi di proiettori e del relativo procedimento di fabbricazione. Passano quindi a trattare della fabbricazione delle lampade che, a seconda sono destinate ai proiettori della classe A (normali) o B (antiabbaglianti) o A-B (che adempiono a volontà all'ufficio dei proiettori delle due classi precedenti), devono soddisfare a quelle determinate caratteristiche elettriche, fotometriche e meccaniche che sono precisate nell'articolo. Vengono poi esposte le disposizioni adottate per ottenere la razionale diffusione della luce dei proiettori d'automobile, con particolare riferimento ai vantaggi inerenti all'impiego delle lampade con palloncino diffondente molato, e, infine, è ampiamente di-

scusso il difficile problema dell'abbagliamento e l'altro della visibilità in caso di nebbia. Sotto questo riguardo, gli AA. mostrano l'utilità d'impiego delle luci colorate composte prevalentemente di radiazioni di grande lunghezza d'onda e, come soluzione pratica, consigliano l'uso delle lampade con palloncino di vetro selettivo, capace di assorbire, con spessore minimo, le radiazioni che vanno dall'azzurro al violetto, e rilevano i vantaggi che offrono queste lampade anche nei confronti dei proiettori provvisti di schermi colorati. *G. Co.*

H. Schober — **L'efficienza delle lampade a luminescenza.** (Lichttech., 23 dicembre 1934, pag. 35-37). **19 d**

L'A. sostiene che, a parità di altre condizioni, in base al solo valore dell'efficienza non si può, come nel caso delle lampade ad incandescenza, avere un indice della qualità della luce prodotta dalle lampade a luminescenza; all'uopo occorrerebbe invece conoscere, assieme all'efficienza, il valore di una speciale grandezza, il « rapporto di qualità della luce », che sarebbe il rapporto fra l'efficienza della sorgente luminosa reale e l'efficienza di quella sorgente luminosa ideale che irradiasse, esclusivamente sotto forma di luce e in corrispondenza alle medesime lunghezze d'onda della sorgente reale, tutta l'energia assorbita. Dopo avere esposto queste considerazioni, l'A. esamina le diverse specie di lampade a luminescenza, rilevando anche le loro possibilità di impiego a scopo d'illuminazione. *G. Co.*

J. Ondracek — **Grandezze fotometriche, loro misura e significato.** (Lichttech., 23 dicembre 1934, pag. 33-35, con 2 fig.). **19 a**

L'A. definisce il « quoziente d'illuminazione », che sarebbe un indice dell'intensità delle ombre in un punto determinato, ed il « quoziente di adattamento », rapporto delle illuminazioni nelle posizioni verticale ed orizzontale della pupilla e che starebbe ad indicare il grado di adattamento dell'occhio in un determinato ambiente illuminato in modo determinato. La misura di queste due speciali grandezze fotometriche — che, secondo l'A., è essenziale ai fini della definizione delle condizioni d'illuminazione che si hanno nei locali di lavoro — può essere comodamente effettuata nel modo indicato dall'A. che, inoltre, riporta e commenta i risultati delle misure fatte in casi particolari *G. Co.*

F. Pozza — **Il filamento spiralizzato nelle lampade ad incandescenza. Spiralizzazione semplice e doppia.** (Ill. R., gennaio 1935, pag. 5-8, con 4 fig. e 1 tab.). **19 d**

Passando dalle lampade elettriche a filamento diritto nel vuoto alle lampade elettriche a filamento spiralizzato nel gas si sono ottenuti notevoli vantaggi; in particolare, si è potuto, lasciando inalterata la durata media, migliorare considerevolmente l'efficienza. Un altro importante passo in avanti sulla via del progresso è stato compiuto recentemente con l'introduzione delle lampade con filamento a doppia spiralizzazione: in effetti, la superficie esterna di questo filamento è appena il 50 % circa di quella del filamento a semplice spiralizzazione di una lampada della stessa potenza, e ciò si traduce in una diminuzione considerevole delle perdite per conduzione nel gas e, conseguentemente, in un ulteriore miglioramento dell'efficienza, di portata tale da consentire economie non indifferenti nel bilancio dei consumatori di luce. *G. Co.*

G. Consiglio — **Costituzione e funzionamento delle lampade a vapori di mercurio ad alta pressione.** (Ill. R., gennaio 1935, pag. 9-12, con 5 figure e 4 tabelle). **19 d**

Le lampade a vapori di mercurio ad alta pressione di cui si tratta nell'articolo sono i tipi HgH 1000, HgH 2000 e HgH 5000, e cioè da 1000, 2000 e 5000 decalum Hefner (il valore del rapporto lumen internazionali/lumen Hefner è, in questo caso, uguale ad 1, 17) che la Osram fabbrica per la tensione di 220 V, corrente alternata. Queste lampade assorbono, rispettivamente, 250, 500 e 1000 W, oltre il consumo proprio (pari al 10 % di quello delle corrispondenti lampade) dei reattori coi quali sono collegate in serie e che servono da impedenza stabilizzatrice. Sono quindi lampade di grande efficienza, pur avendo una durata media (2000 h i tipi HgH 1000 e HgH 2000, 1000 h il tipo HgH 1000) anche doppia di quella delle lampade ad incandescenza; inoltre, nei confronti di queste ultime, hanno l'ulteriore vantaggio di essere assai meno abbaglianti perchè di splendore considerevolmente più piccolo. I due tipi di minor potenza sono costituiti da un'ampolla tubolare di vetro che contiene, oltre il mercurio, argon alla pressione di alcuni mm di Hg e nella quale sono i due elettrodi principali ed un terzo elettrodo, detto di accensione perchè interviene all'inizio della scarica; questa ampolla è disposta concentricamente ad un'altra anch'essa tubolare, nell'intercapedine è stato fatto il vuoto allo scopo di abbreviare il periodo di avviamento. Contrariamente a queste lampade, che sono provviste di attacco Edison Golia, la lampada tipo HgH 5000 ha un doppio attacco speciale e, inoltre, manca dell'ampolla esterna ed è dotata di schermi di protezione degli elettrodi. Peraltro, il funzionamento dei tre tipi di lampada è perfettamente identico: l'innesco e l'immediata susseguente scarica avvengono in atmosfera d'argon, poi, col calore che si produce, il mercurio comincia ad evaporare finchè, dopo una diecina di minuti, si raggiunge il periodo di regime e si forma un sottile cordone di luce biancazzurra; subito dopo spente, le lampade non possono essere riaccese, perchè la tensione di accensione (che è una funzione della pressione di vapore del mercurio) è superiore alla tensione di funzionamento, e, all'uopo, bisogna aspettare per un tempo circa eguale a quello di avviamento. *G. Co.*

H. Sick — **L'introduzione delle lampade a vapori metallici nella pratica.** (L. u. L., 11 ottobre 1934, pag. 499-501, con 6 fig. e 3 tab.). **19 d**

Le lampade a vapori di sodio sono largamente impiegate per l'illuminazione delle autostrade, delle strade di grande comunicazione, ecc., e, assieme alle lampade a vapori di mercurio ad alta pressione, nel campo della pubblicità luminosa. Le lampade a vapori di mercurio ad alta pressione possono essere utilizzate anche a scopo d'illuminazione pubblica (strade e piazze alberate) perchè danno risalto al verde delle foglie degli alberi e delle aiuole e perchè, se accoppiate con le lampade ad incandescenza in adatti rapporti, possono fornire una luce di caratteristiche cromatiche assai simili a quelle della luce del giorno. Dopo aver indicato alcuni esempi di queste applicazioni, l'A. descrive succintamente le caratteristiche elettriche e fotometriche delle lampade a vapori metallici fabbricate dalla Osram. (La prima delle tabelle nelle quali sono riassunte queste caratteristiche contiene dati errati. (N. d. R.) *G. Co.*

IMPIANTI.

T. Rich — **Centrali idroelettriche. Nuovi orientamenti sulla loro funzione.** (The Elec., 14 settembre 1934, pag. 332-333). **20 a**

L'A. mette in evidenza le difficoltà economiche relative alla costruzione degli impianti idroelettrici specialmente nei riguardi della loro completa utilizzazione e della loro massima valorizzazione. Tutto ciò implica una oculata politica di propaganda dei consumi e di attrezzamento di riserva. Nella Svizzera, in cui molti impianti sono ad acque fluenti senza serbatoi, si è fatta una larga propaganda per l'impiego di riscaldatori d'acqua domestici ad accumulazione che permettono di utilizzare l'energia nelle ore di basso carico. Il problema delle riserve e del servizio dei carichi di punta è stato affrontato per diverse vie, ad esempio mediante impianti a vapore con accumulatori Ruth; più recentemente ci si è rivolti con favore agli impianti ausiliari con motori Diesel. L'introduzione del sistema di impianti ad accumulazione idraulica ha permesso agli impianti idroelettrici di affrontare coi loro propri mezzi la questione dei carichi di punta. Molto utile può essere una razionale coordinazione dei diversi impianti di una regione, in modo che essi vengano utilizzati secondo i diagrammi più razionali. Recentemente si è cominciato anche in Europa ad utilizzare impianti a bassissima caduta nelle zone inferiori dei corsi d'acqua; le variazioni di regime idraulico sono anche maggiori in questi casi. Viene citato il caso della centrale di Eguzon in Francia, la quale in certe stagioni è praticamente fuori servizio in certe ore del giorno, mentre in altre ore deve lavorare a pieno carico, alterando gravemente il regime del corso d'acqua a valle. In questi casi si possono considerare 2 soluzioni per eliminare tale inconveniente: lasciar correre perennemente una certa portata anche a vuoto oppure costruire un serbatoio a valle della centrale per regolare la portata del fiume. Entrambi le soluzioni sono economicamente assai onerose. *Ri.*

MATERIALI.

E. Scheu — **L'influenza delle tensioni d'impulso sulla rigidità dielettrica degli oli da trasformatori.** (Archiv f. Elek., marzo 1935, pagine 192-207, con 18 fig.). **26 f**

La pratica ha, come è ben noto, dimostrato che trattando gli oli isolanti meccanicamente o termicamente si può notevolmente migliorare le loro proprietà coll'eliminare le impurità e l'umidità. Più recentemente si è riconosciuto che anche il trattamento elettrico degli oli può essere applicato per aumentare la depurazione e quindi la rigidità dielettrica degli oli; il miglioramento della qualità è dimostrato anche dal fatto che i risultati di misure di tensione di scarica in oli così trattati sono assai più concordanti fra loro mentre con oli normali si ottengono di solito valori distribuiti abbastanza largamente intorno a un valore medio. Meno noto è il trattamento degli oli con onde di tensione a fronte ripido e di durata brevissima anche nella coda. Esperienze hanno dimostrato che si può così realizzare una buona depurazione dell'olio dalle impurità contenute. Il trattamento con onde di tensione di impulso presenta parecchi vantaggi: la possibilità di usare campi più intensi senza che si manifesti la scarica; uniformità della durata dell'applicazione della tensione che dipende dalle caratteristiche del circuito e rimane costante; nessun pericolo di decomposizione elettrolitica dell'olio, data la brevità del tempo di applicazione della tensione; nessuno o limitatissimo bruciamento dell'olio in caso di scarica, ecc. Tutte queste considerazioni sono esaminate e confermate dall'A. con una serie di ricerche sperimentali di cui viene descritta la tecnica e vengono riportati i ri-

sultati. In seguito a tale studio vengono anche esposte alcune considerazioni circa la tecnica delle misure della tensione di scarica degli oli e ne viene dedotta la necessità di introdurre in proposito modificazioni alle vigenti Norme del V D E sulle prove degli oli. *N.*

Cere sintetiche. (The Elec., 14 settembre 1934, pag. 325-327, con 1 fig.). **26 f**

L'industria elettrica usa cere raffinate specialmente per processi di impregnazione; si richiedono però speciali caratteristiche elettriche ed inoltre caratteristiche chimiche e fisiche che in molti processi di lavorazione assumono grandissima importanza. In altri casi occorrono cere fusibili a temperatura relativamente elevata ed aventi buone proprietà elettriche, nonchè buona resistenza agli effetti chimici e inalterabilità sotto l'azione di campi elettrici. Le cere naturali, di cui ci si è serviti fino a questi ultimi anni, presentano qualche inconveniente e perciò vanno acquistando importanza le cere sintetiche ottenute per azione del cloro sulla naftalina. Vengono attualmente prodotti parecchi tipi di cloro-naftaline aventi punti di fusione variabili fra 60° e 125°. Le cere naturali hanno invece generalmente punti di fusione assai più bassi. Le cere sintetiche hanno proprietà in tutto simili a quelle naturali, salvo che non sono infiammabili e fondono a temperature più elevate. Esse fondono rapidamente dando un liquido mobile, senza decomporsi, e sono molto stabili sotto l'aspetto chimico. L'aumento di acidità che in esse si verifica con l'uso non è affatto superiore a quello che si verifica nelle cere di paraffina. Non attaccano affatto il rame o l'alluminio anche alle massime temperature (120° a 130°) che si usano ordinariamente nei processi di impregnazione. Le cere artificiali sono senz'altro da preferirsi nella costruzione dei condensatori fissi in ragione della loro elevata costante dielettrica, che consente di ridurre notevolmente le dimensioni dei condensatori. Esse poi si prestano particolarmente in tutti quei casi nei quali possono verificarsi temperature un po' elevate sia per il clima sia per ragioni di servizio. *Ri.*

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi tempi. Prova dei materiali isolanti pressati. (E. T. Z., N. 26, del 28 giugno 1934, pag. 646-547, con 1 fig.). **26 f**

L'ufficio germanico statale di Berlino-Dahlen per la prova dei materiali ha adottato un processo per la prova diretta delle proprietà dei materiali isolanti pressati sui pezzi già finiti. Per la prova di piegatura è stato ideato un apparecchio detto « Dynstat » che l'A. descrive minutamente nell'articolo. Una proprietà particolarmente importante dei materiali isolanti pressati è la resistenza al calore: la prova secondo il processo Martens si eseguisce o provocando una impronta di profondità costante (per es. 2 mm) e determinando la temperatura alla quale essa può essere ottenuta, oppure determinando la temperatura di prova (ad es. 100° ÷ 150°) fino alla quale quella data profondità di impronta non può essere superata. Questo secondo sistema è più comodo e consente di eseguire contemporaneamente un maggior numero di prove. *Tt.*

H. Warren — **Isolanti.** (The Elec., 12 ottobre 1934, pag. 464-466, con 2 fig.). **26f**

Vengono brevemente passati in rivista i principali progressi compiuti nel campo dei materiali isolanti elettrici. Notevole è stata la elaborazione di metodi normali di prova da parte della B.E.A.I.R.A. di modo che si può ritenere che nel futuro si potrà disporre di termini di confronto ben precisi fra i diversi materiali e fra i diversi lavori sperimentali. Si è studiata la possibilità di ottenere fogli continui di mica mediante trattamenti a caldo all'arco elettrico e sotto fortissime pressioni; ma non si è ancora raggiunto un risultato pratico. Nel campo dei prodotti derivati dall'amianto è notevole la creazione di un impasto a base di cemento e di sostanze bituminose in sostituzione del marmo e di altri materiali per costruzione dei quadri, ecc. Si producono attualmente fogli e tessuti di amianto assai più sottili che per il passato. I tentativi fatti per eliminare l'inconveniente dell'assorbimento dell'umidità da parte dei composti di amianto mediante impregnazioni o verniciature non hanno dato finora risultati molto soddisfacenti. Si sono prodotti materiali ceramici di grande resistenza ai bruschi cambiamenti di temperatura, ed altri aventi piccole perdite alle alte frequenze ed adatti per radiotecnica. Fra i prodotti sintetici sono da ricordare alcune resine del gruppo fenolo-formaldeide aventi un minor contenuto di sostante volatili, maggiore adesività e minori perdite elettriche. Altri materiali nuovi importanti di questo gruppo sono le vernici oleoresinose sintetiche. Miglioramenti si sono ottenuti nella qualità delle carte isolanti. Nei materiali fibrosi verniciati sono possibili ulteriori progressi, sostituendo alle vernici ad olio le vernici bituminose, di migliori caratteristiche specialmente nei riguardi delle vicende metereologiche. Si è introdotto l'uso di fogli e nastri trasparenti di derivati della cellulosa, a base di acetato di cellulosa e di altri prodotti analoghi. Fra gli oli isolanti il nuovo prodotto detto permitol, è assai interessante come impregnante per condensatori in carta ed altre applicazioni; esso non è infiammabile, ha una elevata costante dielettrica e relativamente piccole perdite anche alle elevate temperature. Fra le cere sono notevoli i prodotti naftalenici alogenati ad alto punto di fusione e con migliori proprietà elettriche delle cere comuni. *Ri.*

MISURE.

A. H. M. Arnold — **Una resistenza campione a 4 elettrodi a raffreddamento naturale in aria per c. a. fino a 2000 ampere.** (J. I. E. E. Londra, LXXVI, 457, gennaio 1935, pag. 95-100, con 7 fig.). **28 c**

Lo shunt ha una resistenza di 0,001 ohm e può dare a carico continuo una differenza di potenziale di 2 volt con una costante di tempo di $0{,}1 \times 10^{-6}$; la costantana è stata preferita alla manganina perchè più facilmente saldabile e più resistente alla corrosione (66 % di rame e 34 % di nichel). Lo shunt si compone di 96 elementi riuniti in una cassetta di 90 cm di lato per 50 di altezza; ogni elemento è composto di due strisce di costantana dello spessore di 0,25 mm per 37,5 mm di larghezza separate da uno spessore isolante di 0,1 mm. La resistenza è risultata costante con l'approssimazione di 1/100.000 per le frequenze industriali, fino a 100 per/sec; tenuto conto della variazione di resistenza prodotta dalla temperatura, delle coppie termoelettriche e dei campi magnetici circostanti si può ritenere che l'approssimazione sia certamente maggiore di 2/10.000 anche dopo un anno dalla costruzione. *I. L.*

W. Geiger — **Spostamento della posizione di zero negli istrumenti a doppia bobina.** (Archiv f. Elek., febbraio 1935, pag. 134-139, con 5 fig.). **28c**

Gli istrumenti di questo tipo possiedono, come è noto, un equipaggio mobile che porta due bobine coassiali; l'equipaggio è mobile entro un nucleo laminato sul quale sta un avvolgimento induttore tale che nell'intraferro si genera un campo magnetico radiale proporzionale alla tensione applicata cosicchè si genera un momento orientatore proporzionale al quadrato della tensione stessa che tende ad orientare l'equipaggio mobile con una forza che cresce coll'aumentare dell'angolo di spostamento dalla posizione mediana. La seconda bobina è percorsa da una corrente proporzionale alla grandezza da misurare, la quale genera col campo un momento che tende a spostare l'equipaggio dalla sua posizione mediana. L'indice si porterà quindi in una posizione di equilibrio analogamente a quanto avviene negli istrumenti a molla di contrasto. Gli apparecchi di questo tipo hanno lo zero a metà della scala e sono perciò adatti per gli schemi di misura nei quali la corrente proporzionale alla quantità da misurare può variare da un valore negativo ad un valore positivo. Ma vi sono certi casi specialmente in schemi di trasmissione di misure a distanza in cui ciò non succede e la corrente di misura varia soltanto fra lo zero e un valore positivo. Nasce allora il problema di modificare l'istrumento in modo che esso venga ad avere lo zero non più alla metà ma all'inizio della scala.

L'A. indica in proposito un artificio col quale si sovrappone alla corrente principale una corrente ausiliaria introdotta in via induttiva, la quale è appunto proporzionata in modo che l'indice dell'istrumento si porta all'inizio della scala se la corrente proporzionale alla grandezza da misurare assume un valore nullo. Col dispositivo descritto è anzi possibile fare in modo che lo zero venga ad occupare, sulla scala, una posizione qualsiasi qualora il circuito di misura nel quale l'istrumento va inserito renda ciò opportuno. *N.*

P. Deserno — **Deviazione e allargamento del fascio elettronico nei tubi di Braun.** (Archiv. f. Elek., febbraio 1935, pag. 139-148, con 24 fig.). **28 c**

Negli oscillografi a raggi catodici usati a scopo di misure si fa uso di solito di piccoli angoli di deviazione del fascio elettronico (al massimo circa 10°); nel caso di deviazioni elettrostatiche si usano, ad esempio, tensioni di deviazione limitate, e si è sicuri di ottenere uno spostamento proporzionale alla tensione applicata e un fascio ben concentrato che dà una macchia piccola e netta sullo schermo. Quando si impiegano tubi di Braun si ricorre di solito a deviazioni molto più forti per ottenere immagini grandi e ben visibili senza aumentare troppo le dimensioni degli apparecchi. L'A. ha studiato analiticamente e sperimentalmente le cause di errore che possono intervenire quando si realizzino deviazioni notevoli del fascio. Nel caso della deviazione elettrostatica una causa di errore è data dalla alterazione del campo ai margini delle piastre deviatrici dove il campo stesso non è più omogeneo; viene alterata la sensibilità dello strumento e la proporzionalità fra deviazione e tensione applicata; gli errori però sono piccoli. Anche il fatto che lo schermo luminoso non è di solito piano ma sferico introduce un errore nell'apprezzamento della deviazione reale. Per una buona proporzionalità fra tensione applicata e deviazione è poi necessario che le due piastre siano collegate in modo da avere rispettivamente una tensione $+U/2$ e $-U/2$ rispetto all'anodo. Nel caso della deviazione magnetica viene dimostrata l'opportunità di sagomare in modo adatto le bobine per mantenere una buona proporzionalità perchè con bobine rettangolari, siccome la traiettoria del fascio diviene curvilinea, il percorso reale del fascio entro il campo e quindi la deviazione totale risulterebbe aumentata. Con spostamenti notevoli si manifesta poi un allargamento del fascio elettronico e ne deriva una minore precisione dell'immagine perchè la macchia luminosa diventa più o meno sfumata; per ridurre l'inconveniente sono indicati parecchi accorgimenti: scelta della posizione opportuna per lo schermo, dispositivo di riconcentrazione del fascio, ecc. Parecchie belle registrazioni illustrano gli effetti dei dispositivi indicati. *N.*

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi tempi. Progressi nel campo delle misure elettriche. (E. T. Z., N. 26, del 28 giugno 1934, pag. 647-649, con 3 figure). **28 a**

Nel campo degli strumenti di misura c'è la tendenza ad abbandonare le grandi dimensioni, riservandole solo per scopi di grande precisione e di laboratorio. Gli strumenti a ferro rotante sono rimasti costruttivamente inalterati: gli strumenti elettrodinamici sono stati frequentemente impiegati specialmente per misure di precisione. Nei processi di misura ha esercitato notevole influenza l'impiego dei raddrizzatori; è necessario però in questo caso evitare aumenti di temperatura, poichè già a 60° si ha un errore permanente. Ancora più importante è l'impiego dei vibratori nella tecnica delle misure di corrente alternata. Viene anche maggiormente impiegata l'amplificazione con tubi elettronici, specialmente negli oscillografi. Nello studio delle proprietà dei materiali hanno trovato utile impiego i raggi Röntgen. Per le misure di pressione è stato introdotto il proceso magneto-elastico. Per la determinazione delle proprietà dei lamierini magnetici si sono introdotti due nuovi dispositivi di misura, che consentono di eseguire le prove, anche quelle delle perdite, con provini di assai piccole dimensioni: l'uno è un apparecchio di prova dei lamierini, che lavora a corrente continua, il secondo « ferrometro » lavora in connessione con un raddrizzatore che consente di magnetizzare i provini con corrente alternata e di dedurre quindi le proprietà del ferro sotto la corrente alternata. Nel campo dei riduttori di corrente e di tensione non vi sono novità da registrare; notevole è la costruzione di riduttori a secco anche nel campo dei riduttori di tensione, il che fino a qualche tempo fa aveva presentato notevole difficoltà. Sembra che in questo campo si vada sempre più affermando il cosiddetto riduttore di tensione capacitivo, nel quale è impiegato un condensatore per la misura delle alte tensioni. *Tt.*

E. W. Golding — **L'uso del flussometro di Grassot nella misura delle quantità di elettricità: sua applicazione alla misura del momento di inerzia del rotore di una macchina a corrente continua.** (J. I. E. E. Londra, LXXVI, 457, gennaio 1935, pag. 113-117, con 3 fig.). **28 b**

Il flussometro si presta per misurare delle quantità di elettricità quando la durata complessiva del flusso di elettricità è troppo grande per l'uso del galvanometro balistico e troppo breve per un amperometro a rotazione. La bobina mobile viene shuntata su una piccola resistenza necessaria per garantire lo smorzamento massimo al flussometro; il valore dello shunt viene scelto in relazione con la corrente massima che si vuol misurare. L'A. ha eseguito una serie di misure su un flussometro avente una sensibilità di 15.000 Maxwell-divisione (misurata con una bobina di prova di 1 spira); la costante dello strumento si mantiene invariata purchè la durata complessiva dell'impulso di corrente sia minore di 200 secondi. Un'applicazione interessante del flussometro è stata fatta per determinare il momento d'inerzia di un motore a c. c. a 220 volt e 3,7 kW; si varia la velocità del motore applicando successivamente due tensioni diverse e si regola la resistenza del circuito del rotore in modo da ottenere la stessa variazione di velocità applicando successivamente le due tensioni alla macchina; si misurano le quantità di elettricità assorbite durante il periodo di accelerazione e di rallentamento del rotore. Il momento d'inerzia misurato con questo metodo e poi col metodo di Kapp e per via diretta è risultato rispettivamente di 0,159, 0,1589, 0,1598 kgm². Per l'applicazione di questo metodo bisogna conoscere con precisione il fattore di flusso della macchina cioè i volt generati per una velocità di 1 giro/sec. *I. L.*

R. C. Schmid — **Misura fotoelettrica del diametro di fili sottili.** (E. T. Z., N. 32, del 9 agosto 1934, pag. 785-786, con 2 fig.). **28 f**

Il metodo di misura descritto nell'articolo è basato sulla proiezione dell'ombra del filo da misurare su di una finestra, dietro la quale è collocata una cellula fotoelettrica connessa con un galvanometro: lo spostamento dal galvanometro, quando sulla finestra non si proietta l'ombra di alcun filo, è equilibrato da un'altra cellula fotoelettrica, di guisa che quando l'ombra si verifica, lo spostamento è proporzionale al diametro del filo. Questo metodo consente la misura anche quando il filo è soggetto a vibrazioni od oscillazioni, come avviene in pratica quando il filo si svolge da una matassa. *Tt.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

F. Heller — **Momenti parassiti nell'avviamento dei motori a gabbia.** (Archiv f. Elek., marzo 1935, pag. 173-192, con 16 fig.). **29 c**

Nell'intraferro di un motore asincrono esistono innumerevoli campi spaziali che dipendono parte dagli effetti dei canali e dei denti e parte dalla distribuzione degli avvolgimenti; e poichè tutti questi campi possono reagire sul rotore essi si traducono in altrettanti momenti secondari o parassiti. Il momento totale che si manifesta in corrispondenza di una certa velocità di rotazione del rotore è in realtà la somma algebrica di tutti i momenti prodotti dai singoli campi. Studiando analiticamente il comportamente di un motore asincrono in generale, l'A. mette in evidenza come esso possa considerarsi come risultante di una infinità di macchine sincrone e asincrone disposte tutte sul medesimo asse. Viene poi dimostrato come i campi secondari o parassiti abbiano speciale importanza nel caso dei motori a gabbia, e che l'influenza dei campi di armoniche superiori del rotor sugli avvolgimenti dello statore è trascurabile. Per lo studio della questione particolare dell'avviamento dei motori a gabbia, viene considerato il problema della composizione dei diversi momenti che si generano nelle diverse possibili condizioni. Tali momenti sono in parte di tipo sincrono e altri asincroni e l'analisi dei loro effetti permette di spiegare alcune anomalie di funzionamento prima d'ora non ben chiarite. Vengono anche indicati gli accorgimenti costruttivi che si possono adottare per combattere la formazione dei campi secondari e ridurne la influenza, discutendo la loro opportunità e la loro efficacia relativa. *N.*

RADIOTECNICA.

S. Rosani — **Piano di organizzazione dei radiofari marittimi in Italia.** (A. F., N. 2, dell'aprile 1935, pag. 138-153, con 10 fig.). **34 c**

Una commissione internazionale, riunitasi a Bordeaux nell'aprile dello scorso anno, ha concretato un piano di accordo per l'organizzazione del servizio di segnalazione delle coste con radiofari, nelle zone del Mediterraneo occidentale e dell'Atlantico centro-orientale. Resi noti i principi di massima che sono stati seguiti nel progettare la nuova rete di stazioni, si descrive quella parte del lavoro che riguarda le coste italiane. Si forniscono inoltre alcuni dati sui primi impianti che sono attualmente in corso di esecuzione e che fra breve entreranno in servizio in località dell'alto e medio Adriatico.

G. Vallauri — **Radiotecnica e radioindustria in Italia.** (A. F., N. 2, dell'aprile 1935, pag. 161-164). **34 v**

Nel breve messaggio, che fu diretto ai radioascoltatori americani il 20 febbraio 1935 e di cui si riporta la versione italiana, vengono passati in sommaria rassegna alcuni aspetti dello sviluppo e dello stato attuale delle applicazioni radio in Italia.

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi anni. Comunicazioni elettriche: la radio. (E. T. Z., N. 26, del 28 giugno 1934, pag. 656-657). **34 a**

Lo sviluppo della radio è stato in questi ultimi tempi caratterizzato dall'adozione delle onde corte nei servizi telegrafici commerciali, dalla realizzazione della telefonia transoceanica via radio e dal grande impulso avuto dalla radiodiffusione. Il primo trasmettitore a onda corta in Germania fu messo in servizio a Nauen nel 1924 per il collegamento coll'Argentina, con una potenza di 2 kW; fu subito notato che conveniva adottare diverse lunghezze d'onda per il giorno e per la notte. Nel campo della radiodiffusione, i primi grandi trasmettitori da 60 kW furono installati in Germania nel 1930; era stato previsto però l'accrescimento della loro potenza a 100 kW, come fu fatto in seguito. Solo il grande trasmettitore di Lipsia fu subito costruito per tale potenza. Grandi progessi furono fatti anche nella costruzione dei tubi trasmittenti di grande potenza; così la Telefunken era già arrivata nel 1932 a costruire tubi da 150 kW e attualmente la stessa Casa è giunta a costruire tubi a riscaldamento da 300 kW. L'adozione poi dei raddrizzatori per la generazione della tensione anodica ha fatto fare un altro passo avanti alla tecnica delle stazioni radio.

La Telefunken e la Lorenz hanno poi studiato antenne speciali che attenuano l'irradiazione verso l'alto in modo da ottenere un maggior rendimento. In Germania è stato notevolmente sviluppato il servizio della radio iso-onda, riservato a centri di media importanza che non possono essere serviti dai grandi trasmettitori. Nel campo delle onde ultra-corte nel 1932 è stato installato un trasmettitore da 4 kW della Telefunken che irradia dalla Funkturm di Berlino e che serve per esperienze di radiotrasmissione e radiotelevisione. Prossimamente entrerà in servizio in Germania un altro trasmettitore a onda ultra corta da 4 kW pure della Telefunken per trasmissione di film cinematografici sonori. *Tt.*

STATISTICA.

L'elettricità nelle industrie. (The Elec., 19 ottobre 1934, pag. 497). **36**

Le statistiche delle vendite di energia in Inghilterra dànno per il 1931-32, 183.000.000 kWh per illuminazione pubblica, 811.000.000 kWh per trazione, 3.071.000.000 kWh per usi domestici e 5.435.000.000 kWh per applicazioni industriali. Gli impianti di produzione di energia nell'industria sono ancora per circa un terzo non elettrici. Quando un'industria richieda insieme vapore per i servizi ed energia elettrica, si presenta sempre il problema della produzione dell'energia come sotto prodotto: tali impianti permettono in generale di ottenere l'energia elettrica con un consumo assai limitato di energia termica. Questa possibilità dovrebbe essere tenuta presente anche nella costruzione delle nuove centrali termoelettriche, che dovrebbero essere coordinate oportunamente con gruppi di industrie; si dovrebbe anche considerare la possibilità di vendere come acqua calda l'acqua di circolazione dei condensatori. La tendenza moderna è quella di comandare ogni macchina con un motore distinto, il che porta ad una maggiore spesa di impianto, ma permette economie

sensibili nelle riserve di motori e permette un servizio assai più elastico ed un funzionamento più razionale di ciascun motore. In certi casi, come nei gruppi complessi di apparecchi di trasporto, è necessario assicurare una regolare successione del funzionamento dei singoli motori mediante sistemi di blocco elettrico e di regolazione automatica. Il comando automatico è anche opportuno per macchine che debbano subire frequenti arresti ed avviamenti. Per quanto riguarda l'illuminazione la differenza di spesa per passare da una illuminazione difettosa ad una illuminazione ben soddisfacente è in generale relativamente assai piccola e viene di solito largamente ricuperata con l'aumento di produzione e col miglioramento dei prodotti che ne consegue. Vengono in proposito forniti alcuni elementi numerici. *Ri.*

V. Veijola — **L'elettrificazione in Finlandia.** (E. T. Z., N. 30, del 26 luglio 1934, pag. 745-747, con 5 fig.). **36**

L'A. espone, in base a dati statistici, la situazione dell'elettrificazione in Finlandia nel corso degli ultimi anni dal 1930 al 1932. La potenza complessiva installata era alla fine del 1932 di oltre 500 mila kW. La produzione di energia fu in tale anno di circa 1,5 miliardi di kWh, di cui più di un miliardo prodotto da centrali idrauliche. L'articolo è chiuso con un'esposizione delle tariffe in Finlandia. *Tt.*

R. Schneider — **La produzione di energia elettrica da parte di enti pubblici in Assia.** (E. T. Z., N. 31 del 2 agosto 1934, pag. 763-765, con 3 fig.). **36**

Lo Stato dell'Assia in Germania è eminentemente agricolo: la industria vi è poco sviluppata: esso dispone di scarse risorse idrauliche e di carbone: importa perciò quasi la metà del suo fabbisogno di energia elettrica. Il consumo di essa è pertanto notevolmente minore di quello che si verifica in altre parti della Germania. Una possibilità di maggior sviluppo dell'utilizzazione di energia elettrica in questo paese si ritiene riposta nel riscaldamento elettrico domestico. *Tt.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

Decima riunione plenaria del Comitato consultivo internazionale telefonico (C.C.I.F.). (A. F., N. 2, dell'aprile 1935, pag. 165-179, con 7 figure). **38 a**

Vengono riassunte le principali decisioni prese dal C. C. I. F. nella sua decima riunione plenaria a Budapest, in merito alle protezioni delle linee, alla trasmissione telefonica, alle unità ed ai metodi di misura.

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi tempi. Comunicazioni elettriche. Influsso delle condutture di energia sugli impianti di comunicazioni elettriche. (E. T. Z., N. 26, del 28 giugno 1934, pag. 657, 658 e 659). **38 c**

L'influsso fra le diverse condutture elettriche dipende al massimo grado dalla loro simmetria: le condutture asimmetriche con ritorno per la terra sono quelle soggette a essere maggiormente influenzate dalle linee di energia. Sull'influenza della frequenza fondamentale delle linee di energia sulle linee di elettrocomunicazioni finora non sono state fatte molte prove: in avvenire in Germania verranno perciò intensificate le ricerche in questo campo, prendendo specialmente occasione dalla elettrificazione della ferrovia della Höllenthal, alimentata a 20 kV, 50 per/sec e sulla quale funzioneranno dei locomotori con raddrizzatori a bordo. Oggi invece le ricerche sono specialmente rivolte a individuare gli effetti sulle linee telefoniche delle armoniche superiori, da parte delle linee d'energia. La misura è resa difficile dal fatto che il disturbo dipende dalla frequenza e perciò non basta misurare la tensione, ma bisogna anche determinare la frequenza ricorrendo alla generazione di un ronzio prodotto da una forza elettromotrice a 800 per/sec e paragonando il rumore dell'effetto disturbante da misurare con quello della frequenza paragone. Si fa così una misura soggettiva; si potrebbe anche fare una misura oggettiva, ma vi sono ancora notevoli difficoltà da superare che si spera possano venire eliminate in un prossimo avvenire. *Tt.*

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi tempi. Comunicazioni elettriche: telegrafia. (E. T. Z., N. 26, del 28 giugno 1934, pag. 654-655). **38 a**

Mentre negli anni scorsi il progresso negli apparati telegrafici era rivolto a ottenere grandi velocità di trasmissione (fino a 2500 lettere al minuto), oggi si tende a realizzare invece apparecchi meno veloci (fino a 360 lettere al minuto) ma più semplici, di guisa che possano essere adoperati direttamente anche dall'utente come una macchina da scrivere. Per poter applicare apparecchi di questo genere è però necessario realizzare un notevole numero di circuiti; ciò è possibile là dove esistono reti di cavi telefonici applicando il sistema di telegrafia multipla a corrente alternata: in Germania si è giunti con questo processo a trasmettere contemporaneamente con 18 frequenze. In Germania è stato dato grande impulso anche al servizio di telescrittura per mezzo del telegrafo: esso ha particolare importanza per le grandi aziende, banche, ecc., nonchè per i servizi meteorologici: tutti questi Enti possono così ricevere direttamente dispacci circolari aventi particolare interesse per il loro esercizio. Tra Amburgo e Berlino funziona poi un servizio di telescrittura pubblico che è sempre più utilizzato. *Tt.*

Lo sviluppo dell'elettrotecnica negli ultimi tempi. Comunicazioni elettriche. Telefonia. (E. T. Z., N. 26, del 28 giugno 1934, pag. 653-654). **38 a**

Le distanze, che nel servizio telefonico possono ormai venire superate in cavo, vanno sempre aumentando. Mediante l'impiego di alcune leghe di ferro-nickel (Isoperm e Siemaperm) per i nuclei delle bobine di Pupin si sono ottenuti dei miglioramenti nelle loro proprietà. Si sono studiati miglioramenti da introdurre negli amplificatori intermedi delle lunghe linee telefoniche in cavo, e ciò grazie anche all'adozione di nuovi tipi di valvola con consumo ridotto di corrente per l'accensione.

In Germania nel 1933 fu aumentato il numero delle condutture a quattro fili rispetto al 1932, portando il loro quantitativo a oltre 500. Nei servizi transoceanici per via radio si sono aggiunte le comunicazioni Berlino-Manila e Berlino-Asuncion via Buenos Aires, mente sono stati attuati in via sperimentale con buon esito i collegamenti a onde corte Berlino-Shanghai, Berlino-Tokio e Berlino-Addis Abeba. È stato dato impulso allo sviluppo dei centralini automatici anche per località con pochi abbonati. Si è cercato di migliorare anche le relazioni interurbane, riducendo al minimo l'attesa per avere la comunicazione. *Tt.*

TRASFORMATORI.

A. van Gastel — **Determinazione della sovracorrente nel primario di un trasformatore trifase alla messa in tensione a secondario aperto.** (Revue B. B., N. 9, settembre 1934, pag. 163-168, con 9 fig.). **39 b**

È noto che, alla chiusura del primario di un trasformatore monofase, una sovracorrente, dovuta al fenomeno transitorio nel circuito magnetico, circola nell'avvolgimento. Siccome in regime permanente la tensione applicata ed il flusso magnetico sono sfasati di 90°, il fenomeno transitorio non si stabilisce soltanto se la chiusura avviene all'istante in cui la tensione raggiunge il valore massimo. La chiusura in un altro istante è accompagnata da un colpo di corrente che raggiungere il suo massimo quando la tensione passa per lo zero. Il fenomeno è più complesso quando si tratta di un trasformatore trifase, giacchè in nessun istante le tre tensioni possono essere nulle contemporaneamente: la sovracorrente in almeno due fasi diventa inevitabile. Il diverso comportamento del trasformatore trifase è pure influenzato dalla diversa conformazione del circuito magnetico, il quale comporta una distribuzione del flusso completamente diversa di quella del flusso nel trasformatore monofase. Per calcolare la sovracorrente, si ricorre alla determinazione delle amperspire necessarie alla produzione del flusso, utilizzando le curve di magnetizzazione. Con un esempio numerico, l'A. chiarisce il procedimento di calcolo. *V. D. Ma.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

L. V. Bewley — **Protezione contro le fulminazioni.** (The Elec., 7 settembre 1934, pag. 297-300, con 6 fig.). **40 d**

Svolgendo la teoria della propagazione e della riflessione delle onde di sovratensione, l'A. tende a dimostrare come la presenza di un qualunque dispositivo di protezione all'estremità della linea, p. es. nella cabina ricevente, basti a ridurre in larga misura gli effetti della riflessione dell'onda nei riguardi delle sovratensioni propagantisi sulla linea. Un apparecchio di protezione può essere praticamente caratterizzato abbastanza bene dal suo «indice di rifrazione» cioè dal rapporto della tensione di cresta dell'onda che esso lascia entrare in cabina e il valore di cresta dell'onda incidente. Vi sono 2 soli modi per ottenere un indice di rifrazione minore di due, e cioè uno scaricatore (indice = 0,5 circa) o una capacità in derivazione. Quest'ultimo sistema è però in generale insufficiente per dare un grado di protezione soddisfacente per la linea. Gli scaricatori moderni a tirite sembrano capaci di eliminare completamente i guasti prodotti da sovratensioni nelle cabine. La massima distanza da una cabina, a cui una sovratensione può originarsi e giungere fino alla cabina, per provocarvi scariche dipende da 4 fattori: l'indice di rifrazione, l'attenuazione, l'isolamento in cabina e l'isolamento in linea. Tale distanza, che l'A. chiama zona terminale, può essere accorciata, riducendo l'isolamento di linea od abbassando l'indice di rifrazione, mentre viene allungata se si riduce l'isolamento in cabina. La zona terminale è più breve per onde corte o tronche, in ragione della loro maggiore attenuazione. I guasti e gli incidenti di servizio in una rete vengono ridotti col diminuire dell'indice di rifrazione, col diminuire della lunghezza della linea e col crescere della attenuazione e dell'isolamento in cabina. Vi è una lunghezza critica di linea, al di sotto della quale un aumento nel grado di isolamento della linea non ha alcun effetto benefico sugli incidenti di servizio, mentre per linee più lunghe aumentando l'isolamento si riduce il numero dei guasti. Le osservazioni di esercizio e le prove ad impulso relative a linee a ten-

sione moderata, di breve lunghezza e con elevato isolamento non possono senz'altro venire estrapolate per applicarle a lunghe linee ad alta tensione. *Ri.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

H. Forwald — **Trazione elettrica a 15 kV corrente continua.** (El. Bahnen, N. 9, settembre 1934, pag. 209-212, con 2 fig.). **41 e**

L'A. premette un cenno sopra un nuovo sistema elettromeccanico per convertire corrente alternata in continua e corrente continua ad alta tensione in corrente continua a bassa tensione e viceversa. Il sistema, denominato «Glesum», comporta una particolare risoluzione del problema della commutazione, compatibile col raggiungimento di tensioni continue molto elevate. Esperienze effettuate hanno dimostrato che, sistemando opportunamente il collettore in un recipiente contenente aria sotto pressione, con una macchina da 125 kW era possibile regolare la tensione da 220 fino a 75.000 V. Fra le applicazioni possibili del nuovo convertitore, l'A. cita in modo particolare l'impiego nella trazione elettrica. Esso permetterebbe una soluzione pienamente soddisfacente del problema della trazione a corrente continua ed alta tensione, ad esempio a 15 kV. Nelle sottostazioni di conversione, l'energia trifase a frequenza industriale verrebbe convertita in continua a 15 kV per l'alimentazione della linea di contatto. Le motrici verrebbero equipaggiate con convertitori Glesum, per ridurre la tensione continua da 15.000 a 500 ÷ 1000 V, e con motori di trazione a corrente continua a bassa tensione. Dal confronto di un tale sistema di trazione con quello a corrente continua 3000 V e quello a corrente monofase 15 kV, 16 2/3 Hz, risulterebbero dei vantaggi d'indole tecnica ed economica, sui quali l'A. si sofferma diffusamente. *V. D. Ma.*

O. Gysin — **Nuovo motore di trazione per automotrici tranviarie leggere.** (Revue B. B., N. 9, settembre 1934, pag. 168-169, con 4 fig.). **41 e**

Sulla rete tranviaria di Essen circolano due vetture automotrici equipaggiate con motori di trazione di concezione totalmente diversa da quella dei normali motori con sospensione tipo tram. Essi fanno corpo col carrello, in modo da consentire una grande economia di peso. Ciascun motore, con l'asse parallelo all'asse longitudinale del carrello, riposa su tre punti ed ha la carcassa munita di quattro braccia di collegamento agli assi motori; due di questi bracci sono mobili. Uno degli assi del carrello è fisso; l'altro può subire uno spostamento angolare di circa ± 1° in un piano perpendicolare all'asse longitudinale del carrello. Questo spostamento è stato previsto allo scopo di consentire alle ruote motrici di seguire le irregolarità del binario. Per questo motivo, l'ingranaggio dell'asse mobile è munito di un cuscinetto a rulli che serve anche come terzo supporto di appoggio del motore, oltre ai due supporti dei bracci fissi. Allo scopo di smorzare sull'asse l'effetto della massa del motore non sospeso elasticamente, le ruote motrici sono state provviste di una imbottitura in gomma la quale permette un gioco radiale di 10 mm fra il corpo della ruota ed il cerchione. Non essendo possibile il frenamento ordinario a ceppi, è stato impiegato il freno a tamburo agente sugli assi. Il motore ha una potenza oraria di 41 kW a 890 giri/min ed una potenza continua di 30 kW a 1000 giri/min; la tensione è di 550 V. L'equipaggiamento elettrico delle motrici comprende due motori del tipo descritto ed un comando multiplo. La motrice, a 4 assi ha una tara di 11,6 t, è lunga 12,6 m e comporta normalmente 60 posti a sedere. *V. D. Ma.*

CRONACA TECNICA

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

10 c Alcune installazioni di **raddrizzatori a vapore di mercurio per tranvie** sono descritte in *Bull. Oerlikon*, settembre-ottobre 1934, pag. 877. Le cabine a raddrizzatori si prestano particolarmente per tale servizio per l'economia di impianto e di esercizio, per il funzionamento silenzioso e per la forte capacità di sovraccarico. È descritta una cabina di Zurigo con 2 unità da 500 kW a 600 V con capacità di sovraccarico fino a 2000 A; la cabina è semiautomatica. Una cabina di Losanna ha 2 unità da 1000 A a 675 V con funzionamento interamente automatico. Un'altra cabina nella stessa città ha un gruppo analogo con l'apparecchiatura interamente raccolta in uno speciale quadro metallico che semplifica grandemente la installazione. *Ri.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

14 b **Sulla trasmutazione del sodio in seguito a bombardamento con deutoni** è pubblicato uno studio in *Phys. Rev.*, 1 gennaio 1935, pag. 17. Sotto il bombardamento il sodio emette protoni, neutroni e particelle alfa, e diviene radioattivo. La sostanza radioattiva prodotta, chiamata radio-sodio, ha un periodo di dimezzamento di 15 ore e mezza. La produzione di radio-sodio aumenta rapidamente con l'energia dei deutoni usati per il bombardamento ed è relativamente assai elevata. Alcuni fenomeni fanno ritenere che si formi un isotopo radioattivo Na^{24}. I protoni arrivano fino a un rango di 49 cm con un gruppo accentuato di 17 cm. Il numero di neutroni emessi è dello stesso ordine di grandezza di quello dei protoni e dipende da una reazione nella quale probabilmente si forma un isotopo del magnesio Mg^{24}. Le particelle alfa hanno un rango di 6,5 cm e sono di formazione meno frequente in dipendenza di una reazione in cui probabilmente si forma Ne^{21}. *Ri.*

14 b **Una determinazione spettroscopica del rapporto fra la carica e la massa dell'elettrone** è descritta in *Phys. Rev.*, 1 gennaio 1935, pag. 33. La determinazione fu eseguita mediante accurate misurazioni della differenza fra le linee Hα dell'idrogeno comune e dell'idrogeno pesante. Il risultato finale ha dato $e/m = 1{,}7579 \pm 0{,}0003 \times 10^7$. Da questa determinazione il rapporto fra la massa dell'atomo di idrogeno e quella dell'elettrone risulterebbe $1835{,}6 \pm 0{,}2_5$. Non sembra che il lavoro sperimentale possa avere incluso errori sistematici. *Ri.*

14 b **Osservazioni sul cosidetto effetto di longitudine nei raggi cosmici** sono riportate in *Phys. Rev.* 1 febbraio 1935, pag. 209. Le variazioni di intensità al livello del mare sembrano essere simmetriche ai 2 lati dell'equatore magnetico. La diminuzione passando da una latitudine magnetica di 42° fino all'equatore magnetico nei pressi di Singapore è del 12 %. L'osservazione di tali fenomeni sembra poter aiutare nello studio della distribuzione del campo magnetico terrestre a grande altitudine sopra il livello del suolo, ciò che non si era ancora finora mai potuto effettuare. *Ri.*

14 b **Uno studio sperimentale sul comportamento dell'induzione magnetica nel caso dei sopraconduttori** è pubblicato in *Phys Zeit. Sow.* 1734, n. 6 pag. 556. Le esperienze sono state condotte su conduttori di piombo a temperatura di 4,24 gradi assoluti, rilevando il variare dell'induzione magnetica in funzione del campo. Si è osservato un brusco elevamento del valore dell'induzione all'atto del passaggio dallo stato di sopraconduttività a quello normale; la brusca variazione si ripete in senso inverso quando si ripassa alla condizione di sopraconduttività. Sono descritti 2 diversi metodi per la misura dell'induzione magnetica nei sopraconduttori per diversi valori di campo e di temperatura. *Ri.*

14 c **Uno studio sull'effetto fotoelettrico a selezione spettrale** è pubblicato in *Phys. Rev.*, 1 gennaio 1935, pag. 15. Sono discussi i 3 modelli proposti per l'interpretazione del fenomeno, rispettivamente da Sommerfeld, Campbell e Fowler e da Suhrmann. Si dimostra come l'effetto, che si verifica in particolare alle superfici di metalli alcalini, possa essere spiegato soltanto con l'ultimo modello, secondo il quale gli elettroni legati alla superficie assorbono la luce e trasmettono poi la loro energia di eccitazione agli elettroni del metallo. La teoria si presta anche ad una spiegazione quantitativa dei fenomeni osservati. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 v Un apparecchio assai importante agli effetti della sicurezza del traffico aereo è l'**apparecchio per la determinazione dell'altezza delle nubi.** Il tipo descritto in *Licht* dell'agosto 1934 è costituito da un proiettore a specchio parabolico di piccolissima apertura e da un dispositivo ottico, situato ad una certa distanza dal proiettore, mediante il quale, traguardando la macchia luminosa che si forma sulle nubi, si hanno gli elementi necessari per il calcolo della detta altezza. Il proiettore, che è munito di una lampada da 100 W 12 V, dà un fascio dell'intensità luminosa massima di 2,7 milioni di candele Hefner. *G. Co.*

19 d La Società austriaca di illuminotecnica si è occupata del problema della **unificazione dei diffusori** e, in *Lichttech* del 24 giugno 1934, pubblica alcune tabelle dove sono indicate le dimensioni dei diffusori sferici in vetro opalino, col tipo di lampada di cui vanno muniti, le dimensioni della griffa o del foro e quelle dell'attacco a vite. *G. Co.*

19 d **Il regolamento tedesco in materia d'illuminazione degli autoveicoli**, che è stato pubblicato nel maggio del 1934, è esposto in *L. u. L.* del 22 novembre 1934. I dettagli tecnici dei requisiti che devono possedere i fari delle automobili per soddisfare alle prescrizioni del detto regolamento sono illustrati in *Licht* del novembre 1934. *G. Co.*

19 f Un interessante **raffronto tra i fotometri soggettivi ed obiettivi**, fatto allo scopo di mettere in evidenza i relativi pregi e difetti e la convenienza dell'uso di uno piuttosto che dell'altro tipo di fotometro nella misura delle varie grandezze fotometriche, è contenuto nel numero di *L. u. L* del 26 ottobre 1934. *G. Co.*

IMPIANTI.

20 f **Alcune considerazioni sulla scelta del tipo di turbina a vapore** più conveniente per speciali servizi sono esposte in *Power*, novembre 1934, pag. 598. Sono messi in evidenza i dati principali che

influiscono su tale scelta e sono poi discusse alcune soluzioni diverse adottabili per risolvere un particolare caso richiedente una potenza di qualche migliaio di kW e notevoli quantità di vapore a basse pressioni per usi industriali. È dimostrato come sia erroneo il basarsi in modo particolare sul costo del kWh riferito alla potenza massima oppure tener in conto eccessivo la spesa iniziale di impianto. *Ri.*

20 i **Tipi di turbogeneratori molto compatti** sono descritti in *Rev. Electr. Mecc.*, gennaio-febbraio 1935, pag. 39. Si tratta di piccoli gruppi per potenze da 200 a 500 kW particolarmente adatti per installazioni sotterranee. La girante della turbina è accoppiata al riduttore di giri dal lato dell'ammissione; si può così con maggiore libertà studiare lo scarico in modo da utilizzare completamente la superficie del condensatore installato immediatamente sotto alla macchina. Il carter del riduttore porta anche gli organi di regolazione e di sicurezza, il refrigerante dell'olio e la turbopompa di lubrificazione per l'avviamento. Il regolatore di velocità è montato su un'asse verticale comandato con una vite senza fine calettata sull'albero primario. Un gruppo di questo genere da 500 kW può essere comodamente installato in un locale di metri 8 per 4 con altezza dal pavimento al gancio della gru di m. 2,20. *Ri.*

MECCANICA.

27 **Un gruppetto moto compressore mobile** utilmente impiegato nelle officine, depositi, sottostazioni, ecc. è descritto nella *Revue B. B.* dell'agosto 1934. Il compressore a due cilindri, il motore blindato di comando, il regolatore di pressione, la cassetta di manovra e gli accessori sono montati su di un serbatoio da 85 l che poggia sopra 4 rotelle. Il compressore è costruito per una portata di 110 l/min e per una pressione di 5 kg/cm². *V. D. Ma.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 a Col 15 luglio 1934, ha avuto inizio l'esercizio **a trazione elettrica sul tronco Biel-Sanceboz-La Chaux-de-Fonds** delle Ferrovie Federali Svizzere, lungo 45 km e con pendenze del 26 per mille. La linea è alimentata a Biel ed a La Chaux-de-Fonds dalle altre sorgenti delle S. B. B. (*El. Bahnen*, agosto 1934). *V. D. Ma.*

41 i **Il sistema di illuminazione Hélux** è largamente impiegato sui piccoli battelli. Esso comporta il comando di una piccola dinamo da parte dell'elica e l'alimentazione combinata del circuito luce con una batteria di accumulatori e la generatrice. La commutazione è automatica; oltre al 50 % della velocità normale, il circuito è alimentato dalla dinamo; al disotto del 50 %, l'alimentazione è assicurata dalla batteria, la quale è pure caricata dalla dinamo. (*Revue B. B.*, agosto 1934. *V. D. Ma.*

41 e **La durata** veramente eccezionale **dei veicoli elettrici** è documentata dai numerosi esempi di vetture tuttora in servizio dopo parecchi decenni. La Compagnia della Ferrovia della Valle di Birsig presso Basilea ha tuttora in servizio regolare un'automotrice a 4 motori a 750 V, che durante 28 anni e mezzo ha percorso 1.542.000 km. (*Revue B. B.*, n. 8, agosto 1934). *V. D. Ma.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI BOLOGNA

Assemblea Generale Ordinaria dei Soci. — La sera del 12 marzo i soci della Sezione di Bologna sono convenuti nell'Aula di Elettrotecnica del R. Istituto Superiore di Ingegneria all'Assemblea Generale Ordinaria col seguente

ORDINE DEL GIORNO:

1º) Comunicazioni della Presidenza.
2º) Discussione ed approvazione del Rendiconto 1934 e del conto preventivo 1935.
3º) Dell'attività della Sezione.
4º) Varie.
5º) Rinnovazione delle cariche sociali di Presidenza scadute per compiuto triennio.

Il Presidente Ing. Comm. Spani anzitutto invita i presenti a rivolgere un mesto pensiero ai soci defunti nell'anno decorso:
Comm. Dott. Ing. Enrico Boriani;
Comm. Dott. Ing. Pier Felice Cricca;
Industriale Elettromeccanico Edoardo Cevolani;
Cav. Dott. Ing. Conte Antonio Masetti.

A questi associa anche il Dott. Ing. Comm. Angelo Silva, nostro Socio dalla Fondazione, già Consigliere Delegato per molti anni della Sezione, scomparso 7 giorni dopo il suo passaggio alla Sezione di Roma, ove era andato a stabilirsi.

L'intera assemblea, in piedi, tributa alla memoria degli scomparsi un minuto di raccoglimento.

Riferendo sull'attività della Sezione nel triennio 1932-34, risultata delle maggiori, la riassume nelle seguenti cifre:

71 conferenze e 20 gite con visite a impianti. Tra le 91 manifestazioni sono da ricordare le conferenze dei Proff. Bordoni, Lori, Majorana, Marone, Picone, Sartori, Seeliger, Wagenr ecc., le gite a Prato, S. Martino, Suviana, ecc.

Passando al problema di particolare importanza dell'*incremento soci*, comunica che la situazione attuale della Sezione è sensibilmente migliorata. Difatti al 1º gennaio 1932, in seguito a dimissioni, passaggi ad altre Sezioni e morosità i Soci erano 365; oggi sono 407: ciò che, data la contrazione che si verifica ovunque, rappresenta sempre un aumento che ha un valore confortevole.

Fa rilevare che dei 108 nuovi Soci fatti nel triennio, pur non tenendo conto dei 23 proposti dal Presidente e dei 15 dal Segretario, giacchè questo può essere dovuto in parte alle singole cariche, figurano ripetutamente i nomi degli Ingg. Bertazzoni, Rubini, Prof. Sartori, e invita vivamente i soci a intensificare quanto è loro possibile la propaganda per trovarne sempre di nuovi, così da poter permettere di svolgere in seguito, un'attività ancora maggiore e più raguardevole, anzichè diminuirla per ragioni di bilancio.

Illustra indi brevemente i bilanci, rilevando che il 1934 si chiude con un disavanzo di esercizio di L. 1685: disavanzo dovuto in massima parte all'acquisto di una macchina da scrivere per la sede, subito ammortizzato, e alle spese per conferenze e gite, che per il 1935, come risulta dal Bilancio Preventivo, verranno contenute entro una cifra inferiore.

Invita i Soci presenti che desiderano delucidazioni, a discutere in merito con il Cassiere Ing. Rubini pei dovuti chiarimenti.

Il Bilancio Consuntivo 1934 e quello Preventivo 1935, come in allegato, messi in votazione vengono approvati.

BILANCIO CONSUNTIVO – ANNO 1934

ENTRATE

Contributi Soci:				
individuali	N 374 × 60	L 22.440,—		
» esteri	» 2 × 120	» 240,—		
» semestrali	» 3 × 30	» 90,—		
» vitalizi	» 2 × 10	20,—		
» studenti s. g.	» 4 × 15	» 60,—		
collettivi	» 18 × 250	» 4.500,—		
			L.	27.350,—
Interessi attivi al 31 dicembre 1934			»	1,109,57
» anticip. 4,5% sul Consolidato			»	976,50
Introiti vari			»	81,60
Partite di giro (con l'Ufficio Centrale):				
Abbon. Alta Frequenza	6 × 30	L. 180,—		
» Sunti e Sommari	3 × 15	» 45,—		
Prenotazione rendiconti	8	» 228,—		
			»	453,—
Disavanzo esercizio			»	1.685,98
		Totale	L.	31.656,65

USCITE

Contributi alla Sede Centrale per Soci				
individ.	N. 374 × 50	L. 18.700,—		
» esteri	» 2 × 95	» 190,—		
» semestrali	» 3 × 25	» 75,—		
collettivi	» 18 × 160	» 2.700,—		
morosi ind.	» 6 × 12,50	» 75,—		
» esteri	» 1 × 47,50	» 47,50		
			L.	21.787,50
Spese conferenze e gite		L. 4.939,45		
» postali		» 831,25		
» stampati cancelleria		» 524,10		
» personale		» 865,—		
» esazione		» 305,10		
» locali sede		» 518,85		
Abbonamenti a riviste e varie		» 582,40		
Acquisto macchina da scrivere		» 850,—		
				9.416,15
Partite di giro (con l'Ufficio Centrale):				
Abbon. alta Frequenza	6 × 30	L. 180,—		
» Sunti e Sommari	3 × 15	» 45,—		
Prenotazione rendiconti	8	» 228,—		
			»	453,—
		Totale	L.	31.656,65

SITUAZIONE PATRIMONIALE AL 31 DICEMBRE 1934

ATTIVO

Contanti in cassa	L.	190,85
Conto corrente postale	»	5.297,15
Conto corrente Cassa di Risparmio	»	1.834,78
Titoli di Proprietà:		
L. 21.700 nominali Redimibile 3,5% (al costo)	»	18.035,—
L. 9.000 nominali Buoni del Tesoro 4% (al costo)	»	8.911,10
Mobili, libri e macchina da scrivere (per memoria	»	1,—
Totale	L.	34.269,88

PASSIVO

Debiti verso fornitori vari			L. 124,08
Debiti verso Uff. Centrale:			
per quote sociali		L. 3.485,—	
per forniture varie		» 17,—	
			L. 3.502,—
Debiti verso Soci: quote anticipate			» 2.135,—
Patrimonio Sociale:			
patrimonio al 31 dicembre 1933		L. 30.194,78	
disavanzo esercizio 1934		» 1.685,98	
			» 28.508,80
		Totale	L. 34.269,88

BILANCIO PREVENTIVO – ANNO 1935

ENTRATE

Contributi Soci			
individuali	377 × 60	L. 22.620,—	
esteri	2 × 120	» 240,—	
collettivi	18 × 250	» 4.500,—	
vitalizi	1 × 10	» 10,—	
studenti c. g.	1 × 45	» 45,—	
studenti s. g.	4 × 15	» 60,—	
sostenitori	6 × 100	» 600,—	
			L. 28.075,—
Interessi attivi e introiti vari			» 1.250,—
		Totale	L. 29.325,—

USCITE

Contributi alla Sede Centrale per Soci:			
individuali	377 × 50	L. 18.850,—	
esteri	2 × 95	» 190,—	
collettivi	18 × 150	» 2.700,—	
studenti c. g.	1 × 40	» 40,—	
sostenitori	6 × 80	» 480,—	
			L. 22.260,—
Spese postali		L. 800,—	
» stampati cancelleria		» 500,—	
» personale		» 770,—	
» conferenze e gite		» 3.500,—	
esazioni		» 300,—	
locali sede		» 500,—	
» abbonamenti e varie a pareggio		» 695,—	
			» 7.065,—
		Totale	L. 29.325,—

Passando al comma 3° « Dell'attività già predisposta dalla Sezione », accenna, oltre che alla conferenza dell'Ing. Prof. Treves, che seguirà subito dopo l'Assemblea Generale, a quella attesissima dell'Ing. Bottani, e all'altra per la fine mese del Prof. Occhialini. Seguiranno quelle degli Ingg. Mario Salvadori, Alfredo D'Arbela e dei Proff. Lori, Pugno Vanoni, Dario Graffi, ecc.

Così dicasi delle visite di cui si stanno perfezionando le pratiche.

La Ditta Breda ha gentilmente concesso il suo concorso per quella che seguirà alla conferenza dell'Ing. D'Arbela per i Locomotori a c. c. delle FF. SS. Seguiranno quelle all'Istituto Carlo Alberto Pizzardi; quella a Modena, per gentile invito del Socio Ing. Lancellotti, quella alla stazione di Coltano Radio con le consorelle di Firenze e di Livorno, ecc.

Al comma 4° il Presidente dà lettura della bellissima lettera del Vice Presidente Ing. Fiorini, in risposta al telegramma di auguri inviatogli nell'occasione della sua partenza per l'Africa.

Alle lusinghiere parole che il Presidente ha per l'Ufficiale richiamato segue un caloroso applauso.

Dà inoltre comunicazione ai soci che si sta costituendo in seno all'A.E.I. una vera e propria sezione « Comunicazioni » come già avvenuto nelle sezioni consorelle degli Stati Uniti, della Germania, dell'Inghilterra. Per lo sviluppo dei gruppi nelle diverse sezioni il Consiglio Direttivo, invitato dalla Presdienza Generale, ha costituito un apposito Comitato.

In considerazione del fatto che la Sezione ha sede precisamente nella città di Righi e di Marconi, e pel vivo desiderio che l'attività anche in questo ramo sia delle maggiori, sono stati proposti:

Cavalieri Ducati Comm. Bruno.
Picotti Dott. Ing. Cav. Ernesto.
Sivelli Dott. Ing. Sincero.
Todesco Dott. Prof. Giorgio.
Vaccari Dott. Ing. Giampaolo.

Per la costituzione del Comitato, e perchè esso possa senz'altro iniziare i suoi lavori, il Presidente domanda la ratifica dell'Assemblea e questa approva per acclamazione.

Rammenta ancora una volta ai Soci la costituzione della nuova categoria di soci sostenitori e rileva con dispiacere che sono ancora pochi quelli che hanno risposto all'appello della Presidenza Generale. Fa viva raccomandazione a tutti i soci, che sono nella possibilità di farlo, di volersi inscrivere, e dimostrare così il loro attaccamento all'A.E.I. e la loro comprensione delle sue alte finalità morali.

Passando al comma, volutamente tenuto per ultimo, riguardante la rinnovazione delle cariche sociali e precisamente del Presidente, Vice Presidente, Segretario, Cassiere, scadute per compiuto triennio, prima di lasciare la Presidenza ringrazia vivamente i Soci per la fiducia in lui riposta dicendosi convinto che, per il nome e le migiori fortune della A.E.I., egli sia stato inferiore al compito affidatogli. La parola « inferiore » solleva le proteste dell'intera assemblea che tributa al Comm. Ing. Spani un caloroso applauso. Indi ha parole di ringraziamento e di lode pel Vice Presidente, pel Segretario e il Cassiere che lo coadiuvarono validamente nella diuturna fatica, e si augura che i valenti successori, con la collaborazione di tutti i cosi, possano portare la Sezione a più alte mete. Il saluto dell'Ing. Spani provoca una nuova acclamazione, dopo di che la Presidenza dell'assemblea viene assunta dall'Ing. Righi.

Questi mette in particolare rilievo l'opera svolta dall'Ing. Spani e riconosce la necessità di eleggere un Vice Presidente nuovo per l'improvvisa partenza dell'Ing. Fiorini, ma, d'accordo con molti soci, fra i quali sono i più autorevoli, ritiene che si debba, almeno temporaneamente, tenere ancora in carica di Presidente l'Ing. Comm. Spani col Segretario ed il Cassiere che gli hanno fatto corona per questo triennio, e, dato che si è quasi sempre proceduto a votazione per acclamazione, propone a nome del gruppo di Soci che rappresenta, a Vice Presidente l'Ing. Renato Bessi a completamento della Presidenza attuale. All'approvazione manifestata dall'assemblea, segue l'Ing. Antonio Grandi che, oltre esprimere il proprio compiacimento per la proposta dell'Ing. Righi, dà lettura di una lettera dell'Ing. Prof. Gr. Uff. Giuseppe Sartori, che, forzatamente assente per impegni improrogabili, lo prega di scusarlo presso i colleghi se manca al raduno, manda il suo saluto al Prof. Treves che sa presente e si rammarica di non poterlo ascoltare; invita l'assemblea, con acconce parole, a tributare un voto di plauso all'Ing. Fiorini, indi, parlando della Presidenza così si esprime: « Infine, le dirò, che avrei voluto esprimere il mio compiacimento, che so del resto essere condiviso da tutti i nostri Soci, della neseccità di mantenere il Comm. Ing. Spani alla Presidenza della nostra Sezione, almeno temporaneamente. Sono tali e tante le benemerenze di Lui; egli ha cumulato tanti titoli alla nostra non peritura riconoscenza che — se fosse possibile — dovremmo fare di lui un presidente a vita ». Ma se lo Statuto questo non consente, esso però consente di essere interpretato con senso di opportunità e, dal momento che non si tratta di rinnovare il Consiglio, (che rimane in carica ancora un anno) è logico che esso continui ad essere presieduto dal collega Ing. Comm. Spani, al quale vorrei che l'Assemblea tributasse, con un fervoroso applauso, tutta la sua riconoscenza e la sua grande simpatia, acclamandolo così ancora a Presidente. Ma occorre dare un sostituto al collega Fiorini che non sarà tanto presto di ritorno. Io penserei, anche dopo aver accolto l'opinione di molti soci, di quelli che vogliono bene alla nostra Sezione, che l'Assemblea potrebbe portare il suo voto sulla persona del collega Bessi, attivo, operoso, dinamico, il quale, anche risiedendo a Imola, ma trovandosi frequentemente a Bologna, potrà portare alla nostra Associazione il prezioso contributo della sua vasta competenza e della sua profonda cultura ».

La chiusa della lettera è salutata da un caloroso applauso, e il Presidente dell'Assemblea Ing. Righi dichiara che si può oramai ritenere risolta favorevolmente, con la soluzione proposta, il rinnovo delle cariche, convinto che di fronte a pressioni così unanimi ed autorevoli l'Ing. Comm. Spani vorrà accettare di rimanere alla Presidenza.

Questi rilevando che, pensatamente o meno, non si è provveduto a trovargli un sostituto, per l'attaccamento che ha per l'A.E.I. e per la sua Sezione accetta temporaneamente per l'anno in corso, la Presidenza sperando che quello fra i soci che sarà chiamato a succedergli possa portare la Sezione di Bologna a quell'alta efficienza che richiede l'ambiente tecnico-scientifico di « Bologna la dotta ».

Ultimati i lavori dell'Assemblea Generale Ordinaria dei Soci il Presidente prega l'Ing. Prof. **Scipione Treves** a prendere la parola sulle **« Impressioni tecniche dell'U.R.S.S. »**. Lo ringrazia vivamente a nome della Sezione, per essersi prestato nel triennio della sua Presidenza osì cortesemente e ripetutamente a tenere diverse brillanti conferenze, e si augura che vorrà farne seguire ancora altre.

Il Prof. Treves inizia il suo dire, comunicando che nei mesi di agosto e settembre dello scorso 1934 ebbe occasione di visitare i maggiori centri dell'Unione Sovietica (Leningrado, Mosca, Kharkow, Dnieproguez, Kiev), ed espone con parola vivace e brillante le sue impressioni sull'attrezzatura tecnica e sull'organizzazione scientifica nell'immensa Russia.

Particolarmente interessanti sono i ragguagli dati sui grandiosi impianti idroelettrici già eseguiti sul Dnieper e in progetto o in costruzione sul Volga ed in Siberia, nonchè sul funzionamento delle modernissime officine per la fabbricazione di cuscinetti a sfere di Mosca, di trattori e di turbogeneratori a Kharkov, e dei grandiosi « kombinat » sorti a Dnieproguez per la utilizzazione sul posto dell'enorme quantitativo di energia elettrica ottenuto mediante lo sbarramento del Dnieper.

Il conferenziere si sofferma poi con opportuni dettagli sulle nuove applicazioni dell'elettricità nell'agricoltura, sulle particolari caratteristiche della rete telegrafica e telefonica già oggidì equipaggiate con numerosi collegamenti aerei a frequenza vettrici, sui pro-

IL LIBRO D'ORO DELL'A. E. I.

Aggiunta all'ultimo elenco pubblicato

(Vedansi elenchi precedenti nei N. 1, 5 e 7)

Sezione di MILANO — BOLIS Ing. Cav. Pietro

Sezione di NAPOLI — **Ente Autonomo Volturno
**Azienda Tranviaria di Napoli

** *Socio collettivo.*

gressi conseguiti dalla radiofonia, e sull'enorme ed impressionante sviluppo assunto dall'aviazione.

Le minuziose visite effettuate ad alcuni fra i più importanti istituti di ricerca scientifica, quali gli Istituti affiancati alla Accademia delle Scienze di Leningrado, l'Istituto Centrale di aero e idrodinamica di Mosca e l'Istituto di Fisica dell'Accademia delle Scienze di Kiew consentono inoltre al Prof. Treves di fornire interessanti dati e notizie sui moderni laboratori dell'U.R.S.S. e sui problemi ivi attualmente allo studio, e di porre in evidenza la particolare attenzione, con la quale gli scienziati ed i ricercatori dell'Unione Sovietica seguono gli sviluppi dell'attività e della ricerca scientifica in Italia.

Giungendo così al termine della sua comunicazione, il conferenziere rileva opportunamente, come l'enorme importanza data allo sviluppo tecnico e scientifico della nazione e l'industrializzazione generale di ogni attività produttiva, che caratterizzano l'attuale indirizzo dell'Unione Sovietica, non abbiano tuttavia ancora attenuato le grandi difficoltà di ordine sia spirituale sia economico o finanziario, fra le quali tuttora si dibatte la gran massa del popolo russo.

Alla chiusura dell'interessante comunicazione seguì un caloroso applauso e i numerosi presenti si congratularono vivamente col conferenziere.

* *

SEZIONE DI NAPOLI

Il giorno 16 aprile u. s. nella Sede di via Tarsia alle ore 18 il Prof. **Antonio Carrelli**, Direttore dell'Istituto di Fisica Sperimentale della R. Università, tenne una conferenza sul tema: **« I limiti delle moderne misure fisiche »**.

Presiedeva il Prof. L. Greco.

Il Conferenziere ricorda che la Fisica nella sua intima essenza si propone la misura di certe entità che schematizzano i fenomeni e la ricerca delle relazioni quantitative tra queste entità chiaramente definite.

È quindi interessante stabilire allo stato attuale delle ricerche quali siano i limiti di misura che si sono raggiunti nelle varie branche della Fisica.

Il Prof. Carrelli parla in primo luogo dei limiti di misura delle lunghezze; espone le ricerche compiute sulle galassie che rappresentano i corpi a maggior distanza dai noi, distanze di alcuni milioni di anni luce, e le ricerche compiute sulla struttura nucleare per le quali si hanno valori dell'ordine di grandezza di decibilionesimi di cm (definendo il bilione quale milione di milione).

Il Conferenziere passa quindi a parlare delle misure delle masse, da quelle stellari a quelle delle particelle atomiche, elettrone, protone e neutroni e si intrattiene brevemente sulla precisione ottenuta nella misura di grandezze così diverse.

In terzo luogo il Conferenziere si occupa dei valori ottenuti per le densità, da quelle estremamente piccole relative ai gas ultrararefatti, per le quali sono necessari delicatissimi sistemi di misura, a quelle grandissime di qualche migliaio ottenute in ricerche astronomiche.

Infine il Conferenziere ricorda che nel campo delle temperature, da un lato con metodi ottici si giungono a misurare migliaia di gradi, e nell'altra direzione con metodi molto ingegnosi si giunge a qualche centesimo di grado assoluto.

Questa esposizione di qualche ultimo ritrovato della tecnica sperimentale dimostra la estensione notevole raggiunta nel nostro campo di misura e serve anche a dimostrare che ancora molti si può fare in tutte le direzioni, fornendo sempre nuovo materiale alla ricerca teorica.

Il folto uditorio, dopo aver seguito con la più grande attenzione la chiara e precisa esposizione, ha tributato un meritato applauso all'illustre Conferenziere, col quale il Presidente Prof. Greco e numerosi altri soci si sono vivamente congratulati.

*

Il giorno 17 maggio u. s. alle ore 17,30, presso il R. Istituto Superiore d'Ingegneria, l'Ing. Dott. Prof. **Guido Bourelly** ha tenuto un conferenza sul tema: **« Studio sperimentale di una lampada a vapore di sodio »**.

Presiedeva il Prof. Luigi Greco.

Il conferenziere, dopo aver brevemente ricordato il principio di funzionamento delle lampade a vapori di sodio, espone i risultati dello studio sperimentale di una lampada « Osram » modello Na 300-3000 Hf Ln, mostrando una serie di curve che indicano il variare della intensità luminosa, della tensione ai capi del tubo, della potenza assorbita dallo stesso, e di quella dissipata nella reattanza di regolazione.

Il conferenziere espone anche i risultati sul funzionamento della lampada quando alla reattanza di regolazione viene sostituita una resistenza ohmica, e mostra con una serie di oscillogrammi, riprodotti chiaramente in tavole da disegno, l'andamento della corrente e della tensione in vari casi di funzionamento caratteristico, mettendo in evidenza la funzione stabilizzatrice esercitata dalla reattanza oltre a quella di regolazione della tensione ai capi del tubo.

Infine il conferenziere esamina alcuni aspetti economici dell'impiego delle lampade a vari di sodio in relazione alle spese di esercizio.

La conferenza, seguita con grande interesse dall'uditorio tra cui figuravano molti allievi del Politecnico, è stata vivamente applaudita.

ERRATA CORRIGE

Nell'articolo di G. Someda, « Sulla equilibratura statica di un carico monofase su di una rete trifase », pubblicato nel fascicolo del 25 maggio u. s., a pag. 357, colonna prima, alla riga 54 è stato omesso il seguente periodo:

« Queste conclusioni collimano d'altra parte con alcuni risultati sperimentali ricavati fin dal 1922 su di un carico di prova di 100 kVA presso l'Ufficio Ricerche della S.A.D.E. dal suo Direttore, Ing. Fracanzani ».

*

Nel fascicolo del 10 giugno corr. a pag. 408 il nome dell'Autore del libro « Principi di telegrafia e telefonia » è stato erroneamente scritto R. Marini; si tratta invece dell'Ing. Roberto Marin, professore incaricato di Telegrafia e Telefonia al R. Istituto Superiore di Ingegneria di Padova.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza de' Celestini, 4).

11 Giugno - ore 21. — LAURO Prof. Gustavo: « La trazione con turbine a vapore nel quadro del problema dei carburanti nazionali ».

15 Giugno - ore 21. — PACETTI Cav. Giuseppe: « Origini e sviluppo degli apparati di sicurezza ferroviari in Italia con speciale riguardo al sistema idrodinamico Bianchi-Servettaz ».

13 Giugno. — Visita agli impianti di apparati elettrici tipo O.M.S. sulla Direttissima Bologna-Firenze e gita al Lago di Brasimone.

17 Giugno - ore 21. — MARZOLI Dott. Ing. A.: « Il Centro Radiomarittimo di Coltano e i nuovi impianti ad onda corta e media ».

20 Giugno. — Visita al Centro Marittimo di Coltano-Radio.

25 Giugno. — Visita alla IV Mostra Nazionale dell'Agricoltura.

30 Giugno. — Visita all'Istituto di Radiologia e di quello del Radio.

SEZIONE DI CATANIA (presso la R. Università).

8 Giugno - ore 18,30. — POLIZZI Dott. Ing. Cesare: « La televisione elettrostatica ».

12 Giugno - ore 19. — Prof. T. NAGELL: « Soluzione di un problema nella teoria aritmetica delle cubiche piane ».

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).

7 Giugno - ore 21,15. — VAILOV Prof. Sergio: « La natura corpuscolare della luce secondo le osservazioni visuali ».

SEZIONE DI LIVORNO (Via Cairoli - Palazzo della Galleria).

13 Giugno - ore 21,15. — MARZOLI Dott. Ing. Armando: « Il Centro Radiomarittimo di Coltano ».

20 Giugno. — Visita al Centro Marittimo di Coltano-Radio.

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

6-7 Luglio. — Gita Sociale. Visita agli impianti idroelettrici della Valtornanche della S.I.P.

SEZIONE DI NAPOLI (Via Tarsia, 39).

19 Giugno - ore 21,30. — CANGIA Comm. Dott. Ing. Giuseppe Domenico: « La Centrale autom. di Colli dell'Ente Autom. Volturno ».

23 Giugno. — Visita alla Centrale di Colli dell'Ente Auton. Volturno.

SEZIONE DI TORINO (Piazzetta Madonna degli Angeli, 2)

12 Giugno - ore 18. — COLOMBO Prof. Dott. Bonaparte: « Questioni fondamentali di fotogrammetria ».

13 Giugno - ore 21,15. — LEIDI Dott. Ing. Carlo: « I raddrizzatori a vapore di mercurio ».

SEZIONE DI TRENTO (Via Belenzani, 27).

23 Giugno. — Gita Sociale a Rovereto. In tale occasione verrà tenuta l'*Assemblea Generale Ordinaria dei Soci.*

SEZIONE VENETA (Padova - Via S. Francesco, 27).

20 Giugno - ore 10,30. — Visita alla Fiera di Padova, e riunione per discutere il seguente tema: « A proposito di un presunto decadimento nella qualità dei prodotti agricoli, e sulle cause che potrebbero determinare una alterazione della qualità stessa ».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.* Ind. Graf. It. STUCCHI - Milano.

VOL. XXII (XXXIX degli Atti) 10 Luglio 1935 - ANNO XIII N. 13

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

SOMMARIO

Calcolo operatoriale e fenomeni di propagazione.

Continuiamo la pubblicazione dell'articolo dell'Ing. ANGELINI il quale nella seconda parte del suo esauriente scritto sul calcolo operatoriale entra nel vivo delle più importanti applicazioni, cioè nello studio dei cosidetti fenomeni di propagazione.

È ben nota l'importanza sempre crescente di tali fenomeni; basta pensare che in essi rientrano ad esempio tanto la propagazione delle onde di sovratensione sulle linee industriali, quanto la trasmissione di segnali telegrafici e telefonici lungo le linee di comunicazione.

Si tratta di problemi difficili, intorno ai quali si sono affaticate intere generazioni di studiosi; buona parte della fisica matematica infatti si identifica con lo studio delle equazioni differenziali che governano gli accennati fenomeni. Ed è appunto per essi che lo strano ma forte ingegno di Heaviside ha, può dirsi, creato il calcolo operatoriale, il quale proprio in questi problemi mostra tutta la sua potenza.

Abituatisi ai nuovi simboli, saranno proprio i tecnici, più forse che i matematici, che nei procedimenti del calcolo operatoriale troveranno uno degli ausili più potenti per lo studio di quei problemi che, con i metodi ordinari, non sarebbero sempre facilmente abbordabili.

La questione delle unità.

L'argomento è sempre all'ordine del giorno nella letteratura tecnica internazionale e il nostro giornale, come i lettori ben sanno, ha largamente partecipato a questo dibattito di idee al quale la tecnica italiana è per molteplici ragioni interessata.

L'argomento si presta a discussioni interminabili, tanti sono gli aspetti di ordine teorico e pratico sotto il quale può essere considerato, e che in molti casi si traducono in atteggiamenti di spirito e in tendenze realizzatrici abbastanza discordanti fra loro.

Vi sono tuttavia alla base della questione alcuni elementi fondamentali, di ordine teoretico, e quasi vorremmo dire filosofico, sui quali un accordo generale dovrebbe essere facile.

Questi principi, indipendenti e concettualmente antecedenti ad ogni particolare sistema, sono oggi illustrati sul nostro giornale dal Prof. C. SOMIGLIANA; ed è opportuno, che essi siano richiamati perchè debbono essere tenuti presenti in qualunque modo si voglia razionalmente affrontare il problema delle unità.

L'inserzione dei contatori.

La letteratura sull'argomento non è certamente scarsa; si può anzi dire, che esso è oramai esaurito per quanto riguarda l'aspetto teorico. Non altrettanto avviene tuttavia per quanto riguarda le questioni pratiche che possono sorgere, e sorgono realmente abbastanza spesso, quando si tratti di assicurarsi della esattezza della inserzione di un gruppo di contatori su un sistema trifase.

Riesce interessante la descrizione che il collega C. CIANCI fa oggi di un dispositivo che permette di eseguire in modo rapido e sicuro tale verifica; esso può far risparmiare praticamente manovre abbastanza laboriose pur raggiungendo la sicurezza di non avere commesso errori nella inserzione degli strumenti.

Estratti degli articoli.

Si è iniziata la distribuzione degli estratti degli articoli pubblicati sul giornale, ai Soci che, conformemente a quanto stabilito (vedi *L'Elettrotecnica* del 10 marzo 1935, pag. 161), hanno versato a tale scopo la quota supplementare di L. 20.

Per verità il numero dei sottoscrittori è ancora esiguo, tanto da farci ritenere che la nuova iniziativa non sia ancora venuta a conoscenza di tutti i Soci.

Infatti il numero di coloro che desiderano di poter disporre degli estratti staccati degli articoli, risulterebbe alla Redazione, sulla base delle osservazioni e dei desideri espressi frequentemente da varie parti, abbastanza rilevante. La nuova combinazione che viene proposta permette a tutti coloro che appartenevano finora alla categoria dei « distruttori » cioè di coloro che strappano il giornale per conservarne soltanto ciò che loro interessa, di raggiungere lo scopo evitando lo sciupio della rivista che può essere conservata integra nei suoi volumi per ogni eventuale ricerca.

L'offerta poi dell'abbonamento cumulativo agli estratti e ai Sunti e Sommari, con la modesta quota complessiva di L. 30, risponde integralmente ai desideri del più esigente lettore.

Richiamiamo quindi l'attenzione dei consoci su questa nuova iniziativa che meriterebbe di essere più sostenuta.

Nuove Norme.

Sono di imminente distribuzione ai Soci tre nuovi fascicoli di Norme C.E.I., e precisamente quelle per gli *isolatori in porcellana*, per gli *isolatori in vetro* e per i *conduttori in rame nudo*.

Tali norme, superato il periodo d'esame pubblico di tre mesi, hanno ottenuto, nella loro forma definitiva l'approvazione del Consiglio Generale dell'A.E.I. e del Comitato della Unfiel, ed entrano quindi, senz'altro, in vigore.

LA REDAZIONE.

CALCOLO OPERATORIO E STUDIO DEI CIRCUITI ELETTRICI IN REGIME TRANSITORIO

A. M. ANGELINI

Esposizione sommaria dei fondamenti del calcolo di un operatore f (Δ) qualsiasi e regole pratiche di valutazione.

Applicazione allo studio dei fenomeni transitori nelle trasmissioni illimitate e limitate da dispositivi di estremità.

Influenza dei circuiti di transizione nelle trasmissioni ed applicazioni allo studio dei sistemi protettivi delle linee elettriche. Estensione al caso di trasmissioni costituite da più conduttori. Fenomeni transitori nelle bobine e comportamento dei filtri in regime transitorio.

Tavola riassuntiva delle formole principali.

PARTE SECONDA

STUDIO DEI CIRCUITI COMPRENDENTI ELEMENTI A COSTANTI DISTRIBUITE

14. - Considerazioni generali.

Tutti gli sviluppi dei capitoli precedenti, si riferiscono allo studio di una rete di circuiti di conformazione qualsiasi, ma costituita da un numero finito di elementi a costanti concentrate, condizione necessaria, affinchè gli operatori che ne derivano possano esprimersi sotto forma di funzioni razionali del simbolo Δ.

In alcuni casi, un circuito a costanti distribuite, può essere studiato in base alle regole esposte precedentemente, assimilandolo, in linea di prima approssimazione, ad una rete composta di elementi a costanti concentrate: ne abbiamo dato un esempio a proposito dell'esame dei fenomeni originati dalle onde di sovratensione nelle bobine dei trasformatori. Nel caso particolare delle correnti alternative, ad un sistema a costanti distribuite, si possono sostituire dei circuiti costanti concentrate di conformazione molto semplice (ad es. schemi equivalenti a T e a Π delle linee di trasmissione) ed è possibile, per una data frequenza di funzionamento in regime permanente, calcolare le costanti del circuito equivalente che dal punto di vista esterno si comporta esattamente come il sistema a costanti distribuite in esame. Tale equivalenza, viene meno non appena la frequenza varia.

La teoria dei circuiti equivalenti può essere estesa senza difficoltà al caso più generale in cui tensioni e correnti sono di andamento qualsiasi rispetto al tempo, sostiuendo, nelle equazioni che ad essa si riferiscono, ai simboli vettoriali del metodo di Kennely e Steinmetz, i simboli del calcolo operatorio, ma nel caso di circuiti a costanti distribuite, le ammettenze degli elementi del circuito equivalente, risultano da espressioni che sono funzioni irrazionali o trascendenti del simbolo Δ e non rientrano pertanto nei casi trattati precedentemente.

Teoricamente un circuito a costanti distribuite, non costituisce altro che il limite di una rete composta di elementi a costanti concentrate, quando il numero di questi elementi aumenta indefinitamente: è facile intuire quindi, che tanto maggiore è l'approssimazione che si richiede nei calcoli, tanto più complicato risulta il circuito da sostituire a quello in studio.

Per quanto riguarda poi, la forma delle sollecitazioni elettriche in gioco, si può dire che, ordinariamente, per un dato circuito, non composto di sole resistenze induttanze o capacità, l'approssimazione che si consegue è tanto minore, quanto maggiore è la rapidità dei fenomeni in studio.

Allo scopo di eliminare queste incertezze, quando la cosa non presenta eccessive difficoltà, si preferisce procedere in modo rigoroso, tanto più che in qualche caso, la natura stessa del problema, rende molto malagevole lo studio approssimativo di un circuito a costanti distribuite, sostituendolo con uno a costanti concentrate (ciò avviene ad esempio nell'esame dei fenomeni di propagazione).

Come precedentemente, anche nel caso più gnerale, l'impostazione del problema, è del tutto analoga a quella relativa al caso delle correnti alternate secondo il metodo di Kennely e Steinmetz: basterà sostituire ai simboli vettoriali, quelli del calcolo operatorio.

Si tratta ora di studiare le proprietà e le regole di valutazione degli operatori che si presentano sotto forma di funzioni irrazionali o trascendenti del simbolo Δ. Questo studio fu intrapreso con successo dal Prof. Giorgi il quale è riuscito per il primo ad esprimere il risultato dell'applicazione di un operatore di forma qualsiasi ad una funzione fisica della variabile tempo, sotto forma di doppio integrale definito.

Dal punto di vista teorico, la formola del Giorgi, risolve completamente il problema, non solo, ma giustifica in modo rigoroso l'applicazione delle regole dell'algebra agli operatori. Disgraziatamente, nei casi particolari, gli sviluppi presentano difficoltà notevoli, anzi data la stretta relazione che esiste tra la formola del Giorgi e gli integrali di Fourier, si può ben dire con il Campbell [9] che soltanto dei matematici di professione possono abbordare lo studio rigoroso di tali problemi.

Ciò non significa naturalmente che la formula del Giorgi è priva di interesse pratico, anzi, si può dire che essa ha permesso di fissare alcuni criteri e regole fondamentali che semplificano la trattazione di molti casi particolari ed inoltre, cosa questa molto importante, ha giustificato e dato ragione dei risultati ottenuti precedentemente da Heaviside.

Nelle pagine che seguono, tratteremo succintamente dei diversi procedimenti attualmente usati per la valutazione degli operatori che si presentano sotto forma irrazionale o trascendente rispetto al simbolo Δ e quindi esamineremo i casi di applicazione pratica più importanti con particolare riguardo ai fenomeni di propagazone.

15. - Formole generali e criteri fondamentali per la valutazione di un operatore $f(\Delta)$ qualsiasi.

I metodi proposti per la valutazione di un operatore $f(\Delta)$ di forma qualsiasi, possono essere ricondotti ad un criterio unico ed alcune formole fondamentali. Il punto di partenza è costituito dalle formole (10) e (15) riportate nella prima parte di questo lavoro e che ripetiamo per comodità:

$$f(\Delta)\, e^{ht} = f(h)\, e^{ht} \tag{1}$$

$$e^{h\Delta}\, \mathcal{V}(t) = \mathcal{V}(t+h) \tag{2}$$

Tali formole forniscono rispettivamente la valutazione immediata di un operatore qualsiasi, quando l'operando è di forma esponenziale, e quella di un operatore di forma esponenziale quando l'operando è qualsiasi.

È facile riconoscere, che, date le proprietà di cui godono gli operatori, il problema della valutazione, può considerarsi risolto se l'operando o l'operatore si lasciano esprimere sotto forma di una somma di funzioni esponenziali della variabile t o del simbolo Δ rispettivamente: al limite, tale somma può essere rappresentata da un integrale definito.

In altri termini, dalla formola (1), derivano le seguenti:

$$f(\Delta)\, \mathcal{V}(t) = f(\Delta)\, \Sigma\, k_n e^{h_n t} = \Sigma\, k_n f(h_n)\, e^{h_n t} \tag{3}$$

$$f(\Delta) \int_\alpha^\beta A(x)\, e^{xt}\, dx = \int_\alpha^\beta A(x)\, f(x)\, e^{xt}\, dx \tag{3 bis}$$

mentre dalla (2),

$$f(\Delta)\, \mathcal{V}(t) = \left[\Sigma\, k_n e^{k_n \Delta}\right] \mathcal{V}(t) = \Sigma\, k_n\, \mathcal{V}(t+h) \tag{4}$$

$$f(\Delta)\, \mathcal{V}(t) = \left[\int_\alpha^\beta B(x)\, e^{x\Delta}\, dx\right] \mathcal{V}(t) = \int_\alpha^\beta B(x)\, e^{x\Delta}\, \mathcal{V}(t)\, dx$$

$$= \int_\alpha^\beta B(x)\, \mathcal{V}(t+x)\, dx \tag{4 bis}$$

Nelle precedenti formole, abbiamo supposto qualsiasi la funzione operando, ma sappiamo già (cap. 7), che la valutazione di un operatore in generale, può essere ricondotta a quella della ricerca della funzione generatrice o della funzione caratteristica ad esso relative: negli sviluppi che seguono, ci riferiamo specialmente a queste funzioni e faremo uso della formola (4 *bis*) che è di applicazione più semplice dell'altra. Vedremo in seguito che alcuni degli operatori che si interessano per le applicazioni allo studio dei fenomeni transitori, possono essere rappresentati mediante un integrale definito della forma:

$$f(\Delta) = \int_\alpha^\beta \mathcal{B}(x)\, e^{x_s \Delta}\, dx \tag{5}$$

e ciò partendo dal noto integrale definito di Poisson.

Vediamo ora come può essere generalizzato il criterio che ha condotto alla formula (4 *bis*). Supponiamo che la funzione $f(\Delta)$ del simbolo Δ (considerato sempre come una variabile ordinaria) sia

sviluppabile sotto forma di integrale definito, nel modo seguente:

$$f(\Delta) = \int_\alpha^\beta K(x)\,\varphi(x,\Delta)\,dx \tag{6}$$

ed ammettiamo che sia nota per altra via la valutazione dell'operatore $\varphi(x,\Delta)$, per cui, riferendoci sempre alla funzione generatrice, si abbia che:

$$\varphi(x,\Delta)\,F_u(t) = G_1(x,t) \tag{7}$$

o anche

$$\varphi(x,\Delta)\,1(t) = H_1(x,t) = \frac{1}{\Delta}\,G_1(x,t) \tag{8}$$

In queste condizioni, si può scrivere senz'altro:

$$G(t) = f(\Delta)\,F_u(t) = \int_\alpha^\beta K(x)\left[\varphi(x,\Delta)\,.\,F_u(t)\right]dx$$

$$= \int_\alpha^\beta K(x)\,G_1(x,t)\,dx \tag{9}$$

Analogamente si ha:

$$H(t) = f(\Delta)\,1(t) = \int_\alpha^\beta K(x)\,H_1(x,t)\,dx \tag{10}$$

Queste ultime due formole sono spesso utilissime e permettono talvolta di valutare in modo relativamente semplice operatori molto complicati. Per quanto ci risulta, questa estensione non è stata finora proposta da altri.

Naturalmente occorrerà verificare ogni volta la validità del risultato, ora ciò non è sempre compito semplice dal punto di vista analitico, ma fortunatamente, nella maggior parte dei casi, la natura stessa del problema permette una verifica immediata delle formole finali.

Accenneremo ora ai principali metodi di valutazione di un operatore in generale e riporteremo infine alcune regole pratiche di grande utilità nelle applicazioni.

❋

La formula (69 *a*) (Prima Parte) costituisce un caso particolare della (4 *bis*) e permette di stabilire una relazione molto importante, infatti è:

$$f(\Delta)\,\mathcal{V}(t) = \int_0^\infty G(\Theta)\,\mathcal{V}(t-\Theta)\,d\Theta \tag{11}$$

sappiamo d'altra parte che:

$$\mathcal{V}(t-\Theta) = e^{-\Theta\Delta}\,\mathcal{V}(t)$$

quindi,

$$f(\Delta)\,\mathcal{V}(t) = \int_0^\infty G(\Theta)\,e^{-\Theta\Delta}\,\mathcal{V}(t)\,d\Theta \tag{12}$$

ora, dato che questa relazione è indipendente dalla forma della $\mathcal{V}(t)$, sarà:

$$f(\Delta) = \int_0^\infty G(\Theta)\,e^{-\Theta\Delta}\,d\Theta \tag{13}$$

Se ne deduce facilmente,

$$\frac{1}{\Delta}\,f(\Delta) = \int_0^\infty H(\Theta)\,e^{-\Theta\Delta}\,d\Theta \tag{14}$$

Le ultime due formule, esprimono un operatore, mediante la funzione generatrice e la funzione caratteristica rispettivamente, e rendono quindi possibile lo studio delle proprietà di un circuito di costituzione incognita. Basta a tale scopo applicare al circuito in esame un'onda rettangolare di tensione di ampiezza nota e registratore mediante un oscillografo, l'onda di tensione o di corrente incognita: la registrazione che si ottiene rappresenta la funzione caratteristica che potrà servire per la determinazione del comportamento del circuito nel caso più generale. Si riconosce facilmente che nelle applicazioni allo studio dei circuiti elettrici, la (14) è sempre convergente.

Il Carson [6] ha studiato le proprietà degli operatori che derivano dallo studio dei circuiti elettrici, basandosi sulla formula (14). Questo autore, riconduce il problema della valutazione di un operatore a quello dell'inversione di un integrale definito. L'equazione integrale di cui si vale il Carson è la seguente:

$$\frac{1}{\Delta F(\Delta)} = \int_0^\infty H(t)\,e^{-\Delta t}\,dt \tag{15}$$

L'incognita è la funzione caratteristica $H(t)$. L'equazione (15) coincide con la (14) se si pone:

$$F(\Delta) = \frac{1}{f(\Delta)}$$

❋

Il teorema di Fourier, permette di sviluppare sotto forma di integrale definito, la funzione unitaria $1(t)$ e ciò in due modi formalmente differenti, ma sostanzialmente identici (v. Appendice A) e cioè:

$$1(t) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2\pi}\int_0^\infty \frac{1}{\omega}\sin\omega t\,d\omega \tag{16}$$

$$1(t) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2\pi j}\int_{-j\infty}^{+j\infty} \frac{1}{\omega}\,e^{\omega t}\,d\omega \quad \text{dove } j = \sqrt{-1} \tag{17}$$

Queste due formule si trasformano facilmente l'una nell'altra.

Dalla formula (17) si deduce:

$$H(t) = f(\Delta)\,1(t) = \frac{1}{2\pi j}\int_{-j\infty}^{+j\infty} \frac{1}{\omega}\left[f(\Delta)\,e^{\omega t}\right]d\omega$$

$$= \frac{1}{2\pi j}\int_{-j\infty}^{+j\infty} \frac{1}{\omega}\,f(\omega)\,e^{\omega t}\,d\omega \tag{18}$$

Derivando rispetto a t sotto il segno integrale, si ha la funzione generatrice.

$$G(t) = \frac{1}{2\pi j}\int_{-j\infty}^{+j\infty} f(\omega)\,e^{\omega t}\,d\omega \tag{19}$$

La formula (16), permetterebbe di giungere ad una relazione analoga alla (22).

La discussione completa delle formule (18) e (19), è stata fatta dal Giorgi nella più volte citata memoria: « Sul calcolo delle soluzioni funzionali, ecc. ».

È degno di nota il fatto che nelle formole (18) e (19), la ω va riguardata come una variabile complessa ed il percorso d'integrazione nel piano deve essere il semicerchio infinito di destra o, ciò che è lo stesso, una linea qualsiasi che lasci a sinistra tutti i punti singolari della $f(\omega)$: questa condizione è necessaria perchè la valutazione dell'operatore soddisfi alla condizione di successione. Il risultato costituisce allora la cosiddetta valutazione fondamentale (Giorgi) o valutazione retrospettiva (Wiener).

Lo sviluppo delle ultime formole nei casi speciali, richiede l'opera del matematico di professione e presenta talvolta difficoltà insuperabili.

I casi particolari in cui il problema è stato risolto sotto forma finita sono relativamente pochi e gran parte di essi risultano da una interessante monografia di Campbell e Foster [9] dell'American Telephone and Telegraph Company.

Riporteremo ora le regole pratiche più importanti date dagli autori che hanno trattato l'argomento.

16. - Regole pratiche di valutazione e di verifica.

Premettiamo che vengono denominati diffusivi quegli operatori che si presentano sotto forma di una funzione del simbolo Δ la quale tende a zero quando Δ tende all'infinito.

1°) *Proprietà dei circuiti elettrici dipendenti dalla forma degli operatori che esprimono le relazioni tra le grandezze in gioco.* — Si possono estendere al caso più generale, le regole per la determinazione del valore iniziale ($t = +0$) e del valore finale ($t = \infty$) della funzione caratteristica di un operatore: questa estensione è valida per tutti gli operatori che derivano dallo studio di sistemi fisici.

Il valore iniziale della funzione caratteristica è dato come sappiamo da:

(20) $$H(+0) = \Big[f(\Delta)\,1(t)\Big]_{t=0} = f(\infty)$$

Il valore finale è dato invece da:

(21) $$H(\infty) = \Big[f(\Delta)\,1(t)\Big]_{t=\infty} = f(0)$$

In modo del tutto analogo a quanto è stato fatto precedentemente si procede alla determinazione della pendenza iniziale.

Le formule (20) e (21) possono essere giustificate nel modo seguente. Se nella formula (18) si effettua il cambiamento di variabile $\omega t = \lambda$ per cui:

$$\omega = \frac{\lambda}{t} \quad , \quad d\omega = \frac{1}{t}\,d\lambda$$

si ha:

(21 *bis*) $$H(t) = \frac{1}{2\pi j}\int_{-j\infty}^{+j\infty} \frac{1}{\lambda}\, f\left(\frac{\lambda}{t}\right) e^{\lambda}\, d\lambda$$

Se ne deduce:

$$H(0) = \frac{1}{2\pi j}\int_{-j\infty}^{+j\infty} \frac{1}{\lambda} f(\infty)\, e^{\lambda}\, d\lambda$$

La $f(\infty)$ può essere portata fuori dal segno integrale per cui:

$$H(0) = \left[\frac{1}{2\pi j}\int_{-j\infty}^{+j\infty} \frac{\lambda}{e^{\lambda}}\, d\lambda\right] . f(\infty)$$

Analogamente:

$$H(\infty) = \left[\frac{1}{2\pi j}\int_{-j\infty}^{+j\infty} \frac{e^{\lambda}}{\lambda}\, d\lambda\right] . f(0)$$

Ora è facile dimostrare che la quantità entro parentesi quadra è eguale all'unità (1).

Le formule (20) e (21), sono molto utili per la verifica della validità delle formule di valutazione nei casi particolari.

2°) *Valutazione per sviluppo in serie.* — Un operatore può essere sviluppato in serie e la valutazione può essere fatta termine a termine nei casi e sotto le condizioni seguenti:

a) Se un operatore diffusivo può essere sviluppato in una serie il cui termine generale sia k_n/Δ^n, dove n è un numero positivo intero o frazionario, la serie può essere valutata termine a termine e lo sviluppo che si ottiene rappresenta effettivamente la valutazione fondamentale dell'operatore (Giorgi).

b) In base alla regola precedente, possono essere valutati per sviluppo in serie tutti gli operatori riconducibili ad una delle forme seguenti:

$$\Delta^n f(\Delta) \quad ; \quad e^{h\Delta} f(\Delta)$$

dove $f(\Delta)$ è diffusivo. Più in generale, la regola *a*) può essere estesa a tutti gli operatori riconducibili ad un prodotto di due o più funzioni di Δ di cui una rappresenta un operatore diffusivo e le altre operatori valutabili in forma finita.

c) Quando l'operatore $f(\Delta)$ è riconducibile alla forma:

$$f(\Delta) = \psi(\Delta) . \sqrt{\Delta}$$

e $\psi(\Delta)$ ammette uno sviluppo in serie della forma:

$$\psi(\Delta) = a_0 + a_1\Delta + a_2\Delta^2 + \dots,$$

la funzione caratteristica si ottiene applicando termine a termine la serie che esprime la $\psi(\Delta)$ alla funzione $\sqrt{\Delta}\,1(t)$ (che come vedremo è uguale a $\frac{1(t)}{\sqrt{\pi t}}$).

Si ottiene cioè:

$$H(t) = \left(a_0 + a_1\frac{d}{dt} + a_2\frac{d^2}{dt^2} + \dots\right)\frac{1}{\sqrt{\pi t}}$$

(22) $$= \frac{1(t)}{\sqrt{\pi t}}\left(a_0 - a_1\frac{2t}{1} + a_2\frac{(2t)^2}{1.3} - \dots\right)$$

Questo sviluppo è valido a condizione che la funzione $F(t) = \psi(\Delta)\,1(t)$ e l'integrale:

$$\int_0^\infty t^n F(t)\,dt \quad \text{per} \quad n = 1\,;2\,;3\,;\dots$$

esistano (Carson).

d) Quando l'operatore $f(\Delta)$ ammette uno sviluppo in serie della forma:

$$f(\Delta) = a_0 + a_1\Delta^n\sqrt{\Delta} + a_2\Delta^{2n+1} + a_3\Delta^{3n+1}\sqrt{\Delta} + \dots$$

dove n è un intero positivo, la funzione caratteristica dell'operatore, si ottiene trascurando tutti i termini con esponente intero. Si ha cioè:

$$H(t) = \left[a_0 + (a_1\Delta^n + a_3\Delta^{3n+1} + \dots)\sqrt{\Delta}\right]1(t)$$

da cui:

(22 *bis*) $$H(t) = a_0 + \left(a_1\Delta^n + a_3\Delta^{n+1} + \dots\right)\frac{1}{\sqrt{\pi t}}$$

$$= a_0 + \frac{(-1)^n}{\sqrt{\pi t}}\left\{a_1\frac{1.3\dots(2n-1)}{(2t)^n} - a_3\frac{1.3\dots(6n+1)}{(2t)^{3n+1}} + \dots\right\}$$

Ciò sotto la condizione che l'operatore $f(\Delta)$ sia diffusivo. (Straneo [12], Carson [6]).

Il fatto che vengono trascurati i termini della forma $\Delta^k\,1(t)$, (dove k è un intero positivo), può essere giustificato ponendo mente alla circostanza che $f(\Delta)$ è diffusivo e per conseguenza non può implicare componenti impulsive nel risultato essendo:

$$f(\infty) = H(+0) = 0$$

Per una dimostrazione più rigorosa, vedasi il lavoro del Prof. Straneo [12] e quello del Carson.

3°) *Se è nota la valutazione dell'operatore $f(\Delta)$ per cui:*

(23) $$G(t) = f(\Delta)\,F u(t) \,,$$

si ha anche per α costante rispetto a t,

(23 *bis*) $$G(\alpha t) = f\left(\frac{\Delta}{\alpha}\right) F u(t) \,.$$

Questa proprietà importante, deriva dalla (19), infatti è:

$$G(\alpha t) = \frac{1}{2\pi j}\int_{-j\infty}^{+j\infty} f(\omega)\, e^{\omega\alpha t}\, d\omega$$

posto ora $\alpha\omega = w$, per cui $\omega = w/\alpha$, sarà:

$$G(\alpha t) = \frac{1}{2\pi j}\int_{-j\infty}^{+j\infty} f\left(\frac{w}{\alpha}\right) e^{wt} . dw = f\left(\frac{\Delta}{\alpha}\right) F u(t) \,.$$

4°) *Nota la valutazione dell'operatore $f(\Delta)$ sotto la forma:*

$$f(\Delta)\,F u(t) = G(t) \,,$$

si ha:

(24) $$\left[F\left(\frac{\partial}{\partial\Delta}\right) . f(\Delta)\right] F u(t) = F(t) . G(t)$$

---

(1) È facile vedere infatti che se si cambia di variabile $\lambda = j\eta$ per cui $d\lambda = j\,d\eta$; $\eta = j\lambda$ si ha:

$$\frac{1}{2\pi j}\int_{-j\infty}^{+j\infty}\frac{e^{\lambda}}{\lambda}\,d\lambda = \frac{1}{2\pi j}\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{1}{\eta}\,e^{j\eta}\,d\eta$$

$$= \frac{1}{2\pi j}\left\{\int_0^\infty \frac{1}{\eta}\,e^{j\eta}\,d\eta - \int_0^{+\infty}\frac{1}{\eta}\,e^{-j\eta}\,d\eta\right\} = \frac{1}{2\pi}\int_0^\infty \frac{\sin\eta}{\eta}\,d\eta = 1$$

Questa relazione deriva dall'altra relazione, che è puramente formale:

(24 *bis*) $$f(\Delta) . F u(t) = F u(\Delta) . f(t) = G(t)$$

la quale si deduce subito dalla (13) (Giorgi).

17. - Valutazione degli operatori $\Delta^{\frac{1}{2}}$, $\Delta^{-\frac{1}{2}}$ e derivati.

Heaviside ha dato la valutazione dell'espressione $\sqrt{\Delta}\, 1(t)$ sotto la forma:

(25) $$\sqrt{\Delta}\, 1(t) = \frac{1}{\sqrt{\pi t}}\, 1(t)$$

per intuizione o, come egli stesso ha detto « by experimental trials ».

Alla valutazione fornita dalla formula (25) si può giungere rapidamente trasformando l'operatore $\sqrt{\Delta}$ in integrale di esponenziali.

È noto dall'analisi (vedi Appendice B) che:

(26) $$a^{-n} = \frac{1}{\Gamma(n)} \int_0^\infty \tau^{n-1} e^{-a\tau} d\tau$$

per $a = \Delta$ ed $n = -1/2$, si ha:

$$\Delta^{\frac{1}{2}} = -\frac{1}{2\sqrt{\pi}} \int_0^\infty \tau^{-\frac{3}{2}} e^{-\tau\Delta} d\tau$$

se ne deduce:

$$\Delta^{\frac{1}{2}} \mathcal{V}(t) = -\frac{1}{2\sqrt{\pi}} \int \tau^{-\frac{3}{2}} \left[e^{-\tau\Delta} \mathcal{V}(t) \right] d\tau$$

e quindi:

(27) $$\Delta^{\frac{1}{2}} \mathcal{V}(t) = -\frac{1}{2\sqrt{\pi}} \int \tau^{-\frac{3}{2}} \mathcal{V}(t-\tau)\, d\tau$$

Questa formola esprime la valutazione dell'operatore $\Delta^{\frac{1}{2}}$ in relazione ad un operando generico $\mathcal{V}(t)$.

Dalla formula (27), si ha immediatamente la funzione caratteristica:

$$H(t) = \Delta^{\frac{1}{2}}\, 1(t) = -\frac{1}{2\sqrt{2}} \int_0^t \tau^{-\frac{3}{2}} d\tau \; ;$$

(28) $$\Delta^{\frac{1}{2}}\, 1(t) = \frac{1(t)}{\sqrt{\pi t}}$$

In modo del tutto analogo, si ottiene la valutazione dell'operatore $\Delta^{-\frac{1}{2}}$: è infatti,

$$\Delta^{-\frac{1}{2}} \mathcal{V}(t) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty \tau^{-\frac{1}{2}} e^{-\tau\Delta} d\tau \qquad (^*)$$

per cui in generale,

(29) $$\Delta^{-\frac{1}{2}} \mathcal{V}(t) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty \tau^{-\frac{1}{2}} \mathcal{V}(t-\tau)\, d\tau$$

ed in particolare per $\mathcal{V}(t) = 1(t)$:

(30) $$H(t) = \Delta^{-\frac{1}{2}}\, 1(t) = 2\sqrt{\frac{t}{\pi}}\, 1(t)$$

La formula (26), può essere applicata evidentemente alla ricerca della valutazione dell'operatore Δ^{-n} per n intero positivo: si ha in questo caso:

$$\Delta^{-n} \mathcal{V}(t) = \frac{1}{(n-1)!} \int_0^\infty \tau^{n-1} \mathcal{V}(t-\tau)$$

(*) È noto che $\Gamma(n) = (n-1)$, per n intero positivo e che

$$\Gamma\left(-\frac{1}{2}\right) = 2\sqrt{\pi} \quad ; \quad \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}\,.$$

e per $\mathcal{V}(t) = 1(t)$,

$$H(t) = \Delta^{-n}\, 1(t) = \frac{1}{(n-1)!} \int_0^t \tau^{n-1} d\tau = \frac{t^n}{n!}\, 1(1)$$

Queste due ultime formule vennero dedotte per altra via nella prima parte di questo lavoro.

Sempre applicando la relazione (26) e tenuto presente che per n intero e positivo, si ha:

$$\Gamma\left(-n-\frac{1}{2}\right) = \frac{(2n)!}{2^2 . n!} \sqrt{\pi}$$

si trova facilmente che:

(31) $$\Delta^{-\left(n+\frac{1}{2}\right)}\, 1(t) = \frac{2^{n-1} . t^n}{1 . 3 . 5 \ldots (2n+1)} \sqrt{\frac{t}{\pi}} . 1(t)$$

Analogamente, a parte il carattere impulsivo iniziale, si trova che:

(32) $$\Delta^{+\left(n+\frac{1}{2}\right)}\, 1(t) = \frac{1 . 3 . 5 \ldots (2n-1)}{(-2)^n . t^n} . \frac{1}{\sqrt{\pi t}} . 1(t)$$

Al risultato dovrebbe essere aggiunta la derivata di ordine n della $1(t)$ e cioè una funzione impulsiva di ordine $n-1$.

Il lettore verificherà facilmente che le formule trovate soddisfano le condizioni iniziali e finali, vedremo poi dalle applicazioni che il risultato è in accordo con i fenomeni in studio.

APPLICAZIONE PRATICA.

Dato un cavo o una linea di trasmissione, scriviamo le equazioni generali della tensione $\mathcal{V}_x(t)$ e della corrente $\mathcal{J}_x(t)$ in un punto qualsiasi, situato a distanza x da una estremità (v. fig. 1).

In generale, la trasmissione abbia per unità di lunghezza una impedenza lineare $\mathcal{Z}$ ed una ammettenza trasversale $\mathcal{Y}$ uniformemente distribuite, queste grandezze essendo intese in senso gene-

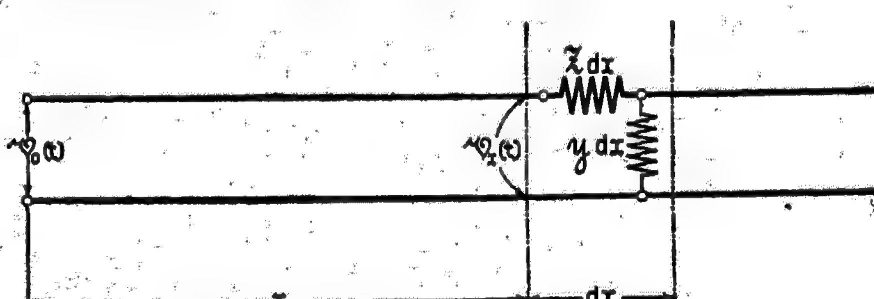


Fig. 1. — Rappresentazione generica di una linea con costanti distribuite: Impedenza longitudinale per unità di lunghezza $\mathcal{Z}$ ammettenza trasversale per unità di lunghezza $\mathcal{Y}$.

ralizzato e cioè ambedue funzioni di quantità costanti e del simbolo Δ. Le equazioni del circuito sono in questo caso:

(33) $$\begin{cases} \dfrac{\partial \mathcal{V}_x(t)}{\partial x} = \mathcal{Z} \mathcal{J}_x(t) \\[2ex] \dfrac{\partial \mathcal{J}_x(t)}{\partial x} \mathcal{Y} \mathcal{V}_x(t) \end{cases}$$

La prima di queste equazioni, esprime la variazione di tensione lungo la trasmissione dovuta al passaggio della corrente $\mathcal{J}_x(t)$ attraverso l'impedenza $\mathcal{Z}$, mentre la seconda, esprime la variazione della corrente, dovuta alla derivazione provocata dalla ammettenza trasversale $\mathcal{Y}$. Non avendo precisata la natura delle grandezze generalizzate $\mathcal{Z}$ ed $\mathcal{Y}$, le (33) rappresentano la forma più generale delle equazioni di propagazione lineare.

Derivando rispetto ad x (variabile indipendente da t) ambedue le equazioni (33) e sostituendo a $\frac{\partial_x \mathcal{J}(t)}{\partial x}$ e $\frac{\partial \mathcal{V}_x(t)}{\partial x}$ i valori forniti dalle stesse, si ottiene la separazione delle variabili come segue:

(34) $$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 \mathcal{V}_x(t)}{\partial x} = \mathcal{Z} \mathcal{Y} \mathcal{V}_x(t) \\[2ex] \dfrac{\partial^2 \mathcal{J}_x(t)}{\partial x} = \mathcal{Z} \mathcal{Y} \mathcal{J}_x(t) \end{cases}$$

Dalla prima di queste equazioni si deduce:

$$\mathcal{V}_x(t) = e^{x\sqrt{\mathcal{YZ}}} K_1(t) + e^{-x\sqrt{\mathcal{YZ}}} K_2(t) \tag{35}$$ (3)

mentre dalla seconda delle (33):

$$\mathcal{J}_x(t) = \mathcal{Y} \int \mathcal{V}_x(t)\, d\, x$$

$$\mathcal{J}_x(t) = \sqrt{\frac{\mathcal{Y}}{\mathcal{Z}}} \left\{ e^{x\sqrt{\mathcal{YZ}}} K_1(t) - e^{-x\sqrt{\mathcal{YZ}}} K_2(t) \right\} \tag{36}$$

Nel caso ideale in cui la trasmissione ha lunghezza infinita, si riconosce facilmente che il coefficiente K_1 si annulla e $K_2 = \mathcal{V}_0(t)$ = tensione applicata all'inizio della trasmissione; ne segue che le (35) e (36), si semplificano come segue:

$$\left\{ \begin{aligned} \mathcal{V}_x(t) &= e^{-x\sqrt{\mathcal{YZ}}} \mathcal{V}_0(t) \\ \mathcal{J}_x(t) &= \sqrt{\frac{\mathcal{Y}}{\mathcal{Z}}}\, e^{-x\sqrt{\mathcal{YZ}}}\, \mathcal{V}_0(1) \end{aligned} \right. \tag{37}$$

In particolare, l'espressione della corrente all'inizio del cavo o della linea è:

$$\mathcal{J}_0(t) = \sqrt{\frac{\mathcal{Y}}{\mathcal{Z}}}\, \mathcal{V}_0(t) = f(\Delta)\, \mathcal{V}_0(t) \tag{38}$$

La forma dell'operatore $f(\Delta)$ dipende da $\mathcal{Y}$ e $\mathcal{Z}$, che nel caso semplice in cui l'impedenza lineare è costituita da una semplice resistenza r e l'ammettenza trasversale, da una semplice capacità c (4), sono espresse da:

$$\mathcal{Z} = r \quad ; \quad \mathcal{Y} = \Delta\, c$$

è allora:

$$\mathcal{J}_0(t) = \sqrt{\frac{c}{r}}\, .\, \Delta^{\frac{1}{2}}\, \mathcal{V}_0(t) \tag{38 bis}$$

Applicando la formula (27) si ha allora:

$$\mathcal{J}_0(t) = -\frac{1}{2}\sqrt{\frac{c}{\pi\, r}} \int_0^\infty \tau^{\frac{3}{2}}\, \mathcal{V}_0(t-\tau) \tag{39}$$

nel caso di un'onda rettangolare, per cui $\mathcal{V}_0(t) = V\, 1(t)$,

$$\mathcal{J}_0(t) = V \sqrt{\frac{c}{\pi\, r\, t}} \tag{40}$$

Quando l'ammettenza trasversale risulta oltrechè dalla capacità c, anche da una conduttanza g con essa in parallelo, per cui, $\mathcal{Y} = c\,\Delta + g$, l'espressione da valutare, risulta di forma più complessa e cioè:

$$\mathcal{J}_0(t) = \sqrt{\frac{c\,\Delta + g}{r}}\, .\, \mathcal{V}(t) = \sqrt{\frac{c}{r}} \left(\Delta + \frac{g}{c}\right)^{\frac{1}{2}} \mathcal{V}(t)$$

posto $g/c = h$ ed applicando il teorema di trasposizione, la funzione caratteristica dell'operatore, risulta da:

$$\mathcal{J}_0(t) = -\sqrt{\frac{c}{r}}\, e^{-ht}\, .\, \frac{1}{2\sqrt{\pi}} \int_0^t \tau^{-\frac{3}{2}}\, e^{h(t-\tau)}\, d\,\tau$$

$$= -\frac{1}{2}\sqrt{\frac{c}{\pi r}} \int_0^t t^{-\frac{3}{2}}\, e^{-ht}\, d\, t$$

Integrando per parti si ha:

$$\mathcal{J}_0(t) = \sqrt{\frac{c}{\pi\, r}} \left[\frac{e^{-ht}}{\sqrt{t}} + h \int_0^t \frac{e^{-ht}}{\sqrt{t}}\, d\, t \right] \tag{41}$$

L'integrale a secondo membro può essere trasformato per cambiamento di variabile $z = \sqrt{h\, t}$, nel modo seguente:

$$h \int_0^t \frac{e^{-ht}}{\sqrt{t}}\, d\, t = 2\sqrt{h} \int_0^{\frac{t}{h}} e^{-z^2}\, d\, z$$

Sappiamo d'altra parte (vedi Appendice B) che:

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-z^2}\, d\, z = \text{erf}\,(z)$$

quindi:

$$\mathcal{J}_0(t) = \sqrt{\frac{c}{\pi\, r}} \left\{ \frac{e^{-ht}}{\sqrt{k}} + \sqrt{\pi\, h}\ \text{erf}\left(\frac{t}{h}\right) \right\} \tag{42}$$

$$= \sqrt{\frac{g}{\pi\, r}} \left\{ \frac{e^{-ht}}{h} + \sqrt{\pi}\ \text{erf}\left(\frac{t}{h}\right) \right\} \tag{42 bis}$$

La funzione erf (z) è rappresentata nel grafico della fig. 2. I calcoli numerici non presentano alcuna difficoltà.

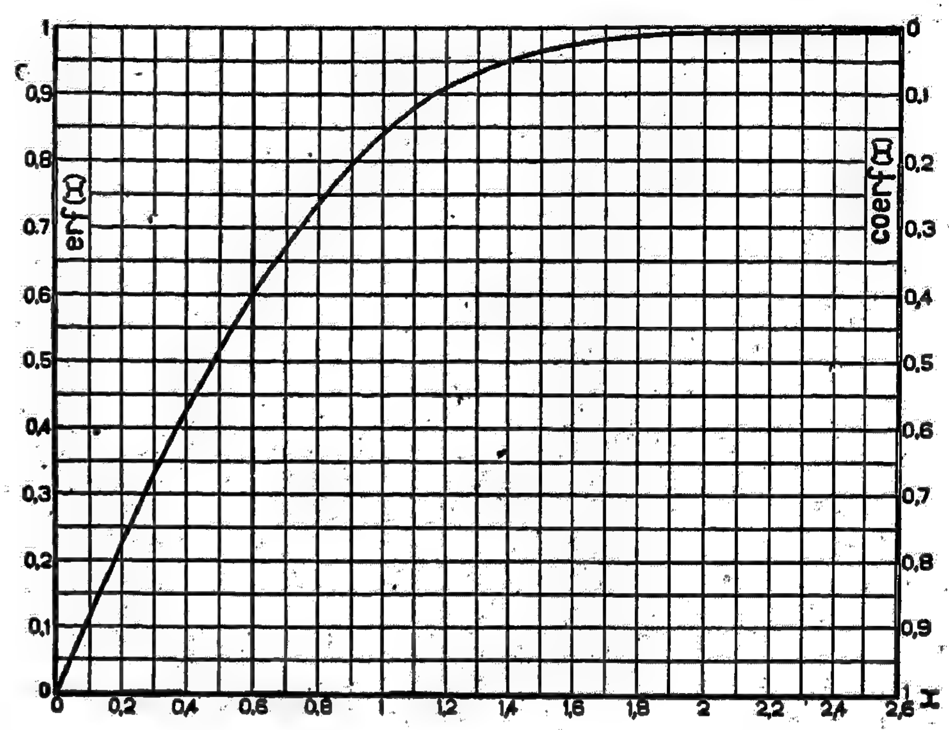


Fig. 2. — Rappresentazione grafica della erroris functo *erf* (x) e della compl. err. functio *coerf* (x).

18. - Valutazione dell'operatore $\left(\frac{b+\Delta}{a+\Delta}\right)^{\frac{1}{2}}$.

L'operatore di cui ci occupiamo in questo capitolo, si incontra spesso nelle applicazioni e specialmente nelllo studio dei fenomeni di propagazione; le sue proprietà sono state studiate da diversi autori tra cui il Prof. Straneo ed il Prof. Sbrana [12], [13].

In questo caso non è possibile ottenere la funzione caratteristica in termini finiti, calcoleremo per conseguenza la funzione generatrice dalla quale, per integrazione grafica potrà ottenersi la funzione caratteristica o la valutazione generale.

Per comodità di calcolo, conviene scrivere l'espressione della G (t) sotto la forma:

$$G(t) = \left(\frac{b+\Delta}{a+\Delta}\right)^{\frac{1}{2}} F\,u(t) = (b+\Delta)\,(b+\Delta)^{-\frac{1}{2}}\, .\, (a+\Delta)^{-\frac{1}{2}}\, F\,u(t)$$

Applicando il teorema di trasposizione all'operatore $(a+\Delta)^{\frac{1}{2}}$ si ha:

$$G(t) = (b+\Delta)\,(b+\Delta)^{-\frac{1}{2}}\, e^{-at}\, \Delta^{-\frac{1}{2}}\, F\,u(t)$$

$$= (b+\Delta)\,(b+\Delta)^{-\frac{1}{2}}\, .\, \frac{e^{-at}}{\sqrt{\pi\, t}}\, .\, 1(t)$$

Applicando di nuovo il teorema di trasposizione si ha ancora:

$$G(t) = (b+\Delta)\, e^{-bt}\, \Delta^{\frac{1}{2}}\, \frac{e^{(b-a)t}}{\sqrt{\pi\, t}}\, .\, 1(t)$$

$$= \left(\frac{b+\Delta}{\pi}\right) e^{-bt} \int_0^t \frac{e^{-(a-b)(t-\tau)}}{\sqrt{\tau\,(t-\tau)}}\, d\,\tau$$

Effettuando il cambiamento di variabile:

$$t - \tau = t\, u\, .$$

(3) Le grandezze K_1 e K_2 sono costanti rispetto ad x, ma sono funzioni della variabile t.

(4) È il caso del « cavo ideale » (ideal cable) di Heaviside.

risulta:

$$d\tau = -t\,du \quad ; \quad \tau(t-\tau) = t^2 u(1-u)$$

inoltre, per $\tau = 0 \rightarrow u = 1$ e per $\tau = t \rightarrow u = 0$ ne segue che:

$$G(t) = (b+\Delta)\frac{e^{-bt}}{\pi}\int_0^1 \frac{e^{-(a-b)tu}}{\sqrt{u(1-)}}\,du$$

È noto d'altra parte che la funzione di Bessel non oscillante di ordine zero, indicata di solito con la notazione $I_0(z)$ (dove z è l'argomento), è rappresentabile mediante un integrale definito come segue:

$$I_0(z) = \frac{e^z}{\pi}\int_0^1 \frac{e^{-2zu}}{\sqrt{u(1-u)}}\,du$$

Tenuto conto di ciò, se nell'ultima formula che esprime la $G(t)$, poniamo:

$$\alpha = \tfrac{1}{2}(a-b) \quad ; \quad \beta = \tfrac{1}{2}(a+b)\,,$$

dopo brevi passaggi si ottiene:

(43) $$G(t) = (b+\Delta)\,e^{-\beta t} I_0(\alpha t)\,.\,1(t)$$

Effettuando ora l'operazione $(b+\Delta)$ sulla funzione

$$e^{-\beta t} I_0(\alpha t)\,.\,1(t),$$

si ottiene facilmente:

(44) $$G(t) = \alpha\, e^{-\beta t}\left\{ I_1(\alpha t) - I_0(\alpha t)\right\} 1(t) + F\,u(t)$$

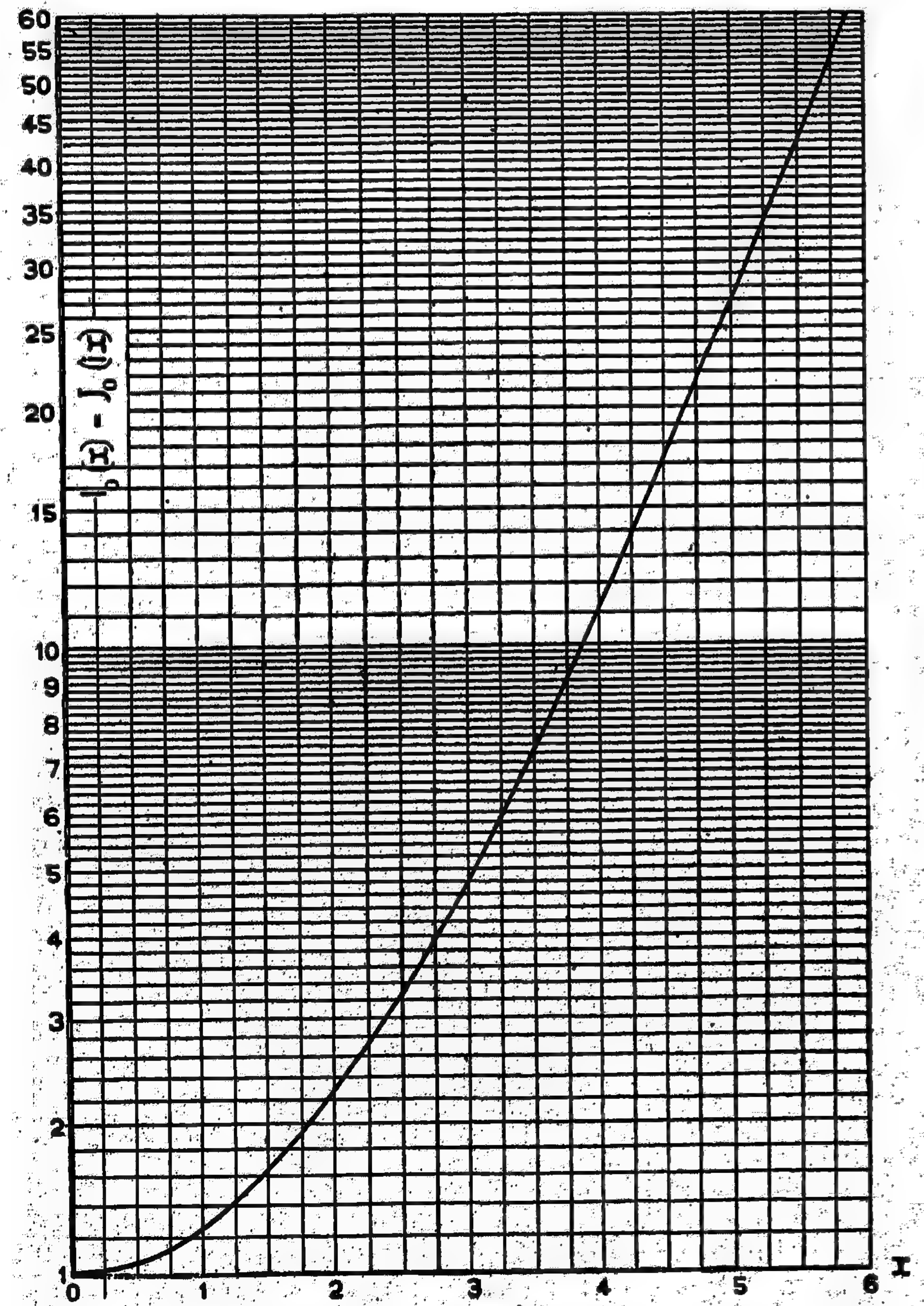


Fig. 3. — Rappresentazione grafica della funzione di Bessel non oscillante di ordine zero $I_0(x)$.

Dove $I_1(z)$ rappresenta la funzione di Bessel non oscillante che peraltro coincide con $\dfrac{\partial I_0(z)}{\partial z}$ (vedi Appendice).

Le funzioni di Bessel $I_0(z)$ ed $I_1(z)$, si trovano già calcolate nelle tavole di Jahnke u. Emde (6) e riportate sui grafici delle figure 3 e 4 che generalmente sono sufficienti per i bisogni della pratica.

La funzione caratteristica si ottiene dalla fomula (43):

$$H(t) = \frac{1}{\Delta}\,G(t) = \left(\frac{b+\Delta}{\Delta}\right) e^{-\beta t} I_0(\alpha t)\,.\,1(t)\,.$$

(45) $$= e^{-\beta t} I_0(\alpha t) + b\int_0^t e^{-\beta t} I_0(\alpha t)\,dt$$

L'integrale che comparisce in quest'ultima formula, non si può calcolare in forma finita, ma è possibile ottenerlo facilmente per via grafica o anche per sviluppo in serie: comunque in pratica, come vedremo il calcolo si semplifica molto.

APPLICAZIONE.

Ritornando all'espressione generale della corrente all'inizio di una trasmissione:

$$\mathcal{J}_0(t) = \sqrt{\frac{\mathcal{Y}}{\mathcal{Z}}}\,\mathcal{V}_0(t)$$

ammettiamo che la trasmissione sia affetta da resistenza e induttanza lineare per cui $\mathcal{Z} = r + L\Delta$ e da capacità e conduttanza trasversale per cui $\mathcal{Y} = g + c\Delta$. In queste condizioni è:

$$\mathcal{J}_0(t) = \sqrt{\frac{g+c\Delta}{r+L\Delta}}\,\mathcal{V}(t)$$

L'operatore scritto rientra facilmente nel caso trattato, infatti:

$$\sqrt{\frac{g+c\Delta}{r+L\Delta}} = \sqrt{\frac{c}{L}}\left(\frac{g/c+\Delta}{r/L+\Delta}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Salvo il fattore $\sqrt{c/L}$, la formula (44) si applica direttamente ponendo:

$$\alpha = \frac{1}{2}\left(\frac{r}{L}-\frac{g}{c}\right) \quad \text{e} \quad \beta = \frac{1}{2}\left(\frac{r}{L}+\frac{g}{c}\right)$$

Un caso particolare molto importante è quello in cui si suppone $g = 0$: questa approssimazione è lecita nella quasi totalità dei casi pratici, dato che l'isolamento delle linee e dei cavi è sempre elevatissimo. In queste condizioni si ha che:

$$\alpha = \beta = \frac{r}{2L} \quad ; \quad b = 0$$

e la formula (45) si semplifica come segue:

(45 *bis*) $$H(t) = \sqrt{\frac{c}{L}}\,e^{-\alpha t} I_0(\alpha t)\,.\,1(t)$$

Nel grafico della fig. 5 è rappresentata la funzione:

$$e^{-x} I_0(x)\,,$$

il suo impiego rende il calcolo della (45 *bis*) nei casi particolari, estremamente semplice.

Quando la funzione operando non è la $1(t)$, il procedimento grafico descritto nella prima parte di questo lavoro, permette di passare facilmente dalla funzione caratteristica al risultato definitivo. Anche in questo caso la verifica delle condizioni iniziali e finali è in accordo con la soluzione trovata.

In generale, per l'operatore:

$$\sqrt{\frac{b+\Delta}{a+\Delta}}$$

si ha che:

$$H(+0) = 1 \quad ; \quad H(\infty) = \sqrt{\frac{b}{a}}$$

19. - Valutazione dell'operatore $e^{-x\sqrt{k\Delta}}$ e derivati.

Questi operatori trovano molte utilissime applicazioni oltre che nello studio della propagazione dell'elettricità, anche in quello della propagazione del calore e delle perturbazioni nelle correnti fluide.

---

(6) Jahnke und Emde: « Funktionentafeln mit formeln und kurven », Teubner, Leipzig 1933.

L'operatore $e^{-2\sqrt{k\Delta}}$ può essere sviluppato in integrale definito mediante la seguente identità (vedi Appendice):

$$e^{-2a} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty e^{-\left(x^2+\frac{a^2}{x^2}\right)} d\,x$$

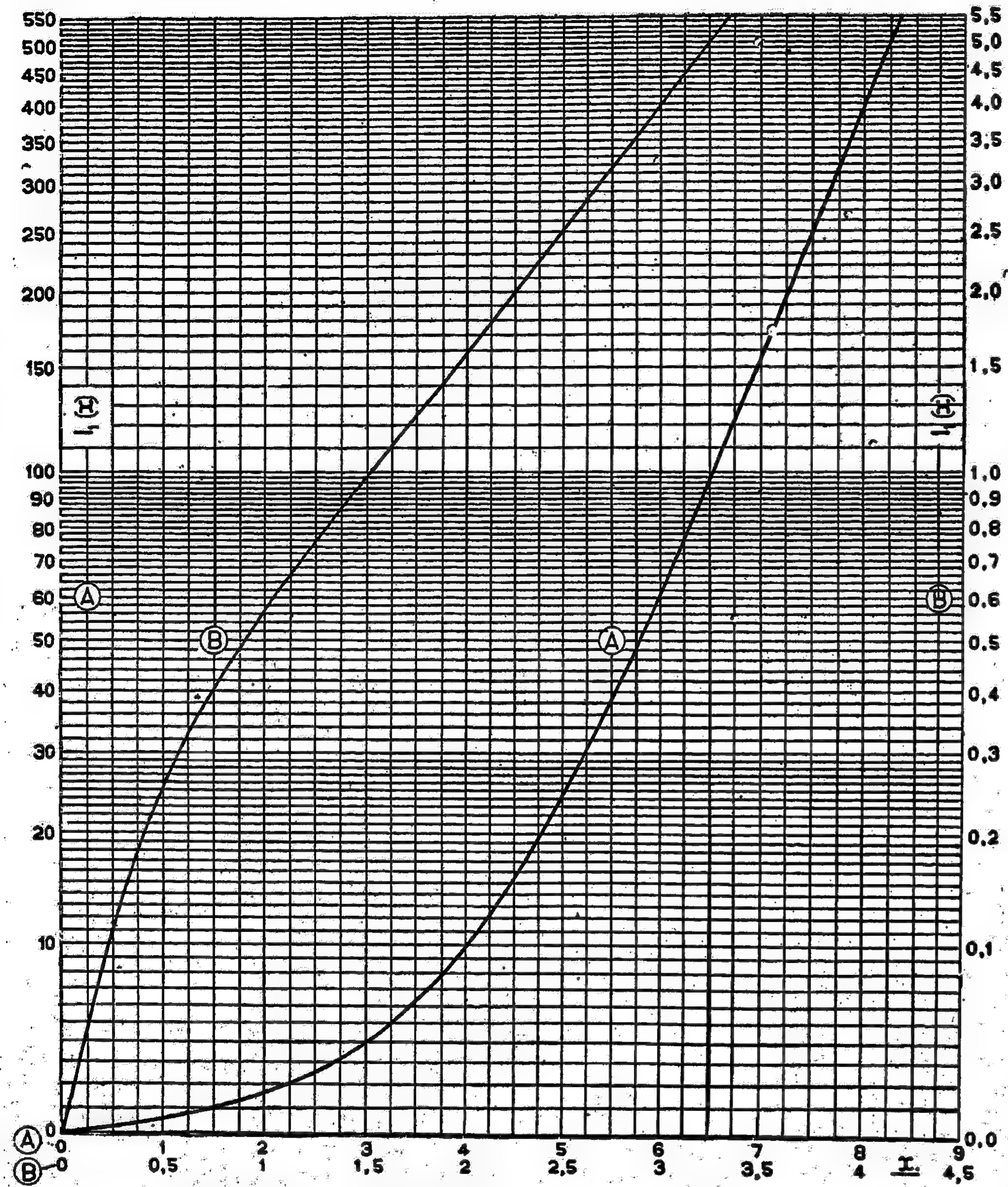


Fig. 4. — Rappresentazione grafica della funzione di Bessel non oscillante di prim'ordine, $I_1(x)$.

Posto infatti $a = \sqrt{k\,\Delta}$, si ottiene:

$$e^{-2\sqrt{k\Delta}} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty e^{-\left(x^2+\frac{a^2}{x^2}\right)} d\,x$$

da cui:

$$e^{-2\sqrt{k\Delta}}\,\mathcal{V}(t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty e^{-x^2} \left[e^{-\frac{k}{x^2}\Delta} \cdot \mathcal{V}(t) \right] d\,x$$

posto ora:

$$\frac{k}{x^2} = \tau$$

risulta:

$$x^2 = \frac{k}{\tau} \quad ; \quad x = \sqrt{\frac{k}{\tau}} \quad ; \quad d\,x = -\frac{\sqrt{k}}{2} \cdot \frac{1}{\tau\sqrt{\tau}}\, d\,\tau$$

ne segue:

$$(46) \qquad e^{-2\sqrt{k\Delta}}\,\mathcal{V}(t) = \sqrt{\frac{k}{\pi}} \int_\infty^0 \frac{e^{-\frac{k}{\tau}}}{\tau\sqrt{\tau}}\, \mathcal{V}(t-\tau)\, d\,\tau$$

per cui:

$$G(t) = e^{2\sqrt{k\Delta}} F u(t) = \sqrt{\frac{k}{\pi}} \int_\infty^0 \frac{e^{-\frac{k}{\tau}}}{\tau\sqrt{\tau}} F u(t-\tau)\, d\tau \quad ;$$

$$(46\,bis) \qquad G(t) = \sqrt{\frac{k}{\pi}}\, \frac{e^{-\frac{k}{t}}}{t\sqrt{t}} \cdot 1\,(t)$$

La funzione caratteristica si ottiene ponendo nella (46) $\mathcal{V}(t) = 1\,(t)$ o, ciò che è lo stesso integrando la $G(t)$. Si ha:

$$H(t) = e^{-2k\Delta}\, 1\,(t) = \sqrt{\frac{k}{\pi}} \int_0^t \frac{e^{-\frac{k}{t}}}{t\sqrt{t}}\, dt$$

L'ultimo integrale può essere facilmente ricondotto alla « funzione di errore » di Gauss ponendo:

$$\frac{k}{t} = u^2 \qquad \text{da cui segue} \quad t = \frac{k}{u^2}$$

$$\text{e } d\,t = -\frac{2\,k}{u^3}\, d\,u$$

$$t\sqrt{t} = \frac{k\sqrt{k}}{u^3}$$

si ottiene allora:

$$H(t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{\sqrt{\frac{k}{t}}}^\infty e^{-u^2} d\,u$$

$$= \frac{2}{\sqrt{\pi}} \left[\int_0^\infty e^{-u^2} d\,u - \int_0^{\sqrt{\frac{k}{t}}} e^{-u^2} d\,u \right]$$

$$(47) \qquad = 1 - \text{erf} \sqrt{\frac{k}{t}} = \text{coerf} \sqrt{\frac{k}{t}}$$

dove la funzione coerf x è data da $1 - \text{erf}\,(x)$ e risulta direttamente dal grafico della fig. 2.

La formola (47) si applica direttamente allo studio della propagazione di un'onda retangolare di tensione in un cavo la cui impedenza lineare si riduce alla semplice resistenza ohmica ($\mathcal{Z} = r$) e l'ammettenza trasversale alla sola capacità ($\mathcal{Y} = \Delta\, c$): si ha allora

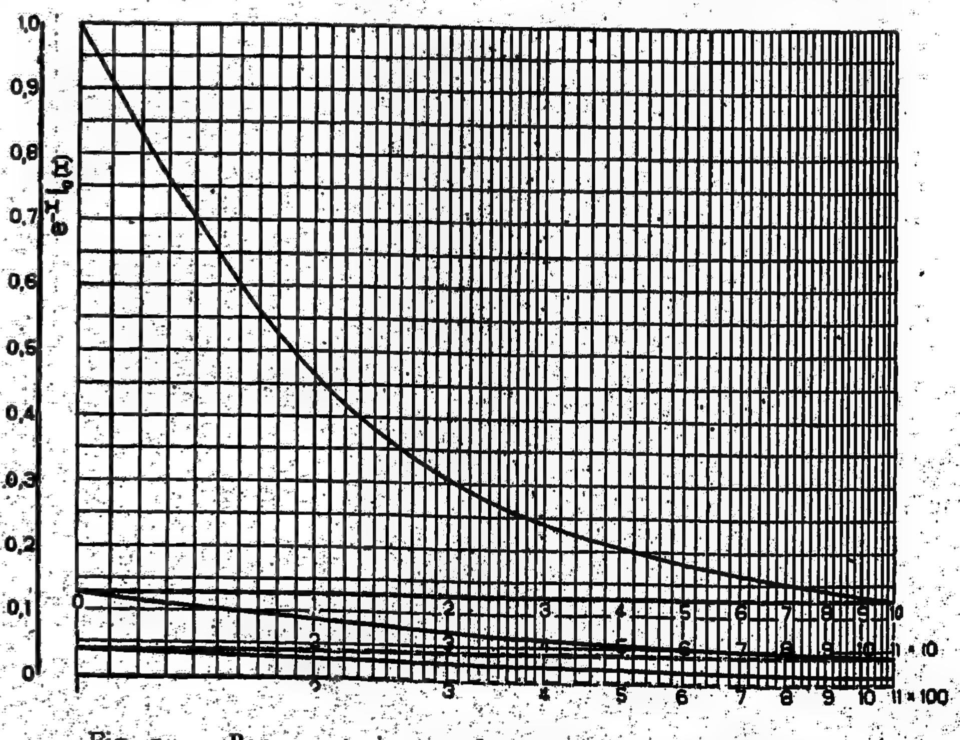


Fig. 5. — Rappresentazione grafica della funzione $e^{-x}\, I_0\,(x)$.

per un cavo di lunghezza infinita la seguente equazione di propagazione:

$$\mathcal{V}_x(t) = e^{-\sqrt{cr\Delta}}\, 1(t)$$

(47 *bis*)
$$= \text{coerf}\left(x\sqrt{\frac{cr}{4}}\right) \cdot 1(t)$$

VALUTAZIONE DELL'OPERATORE $e^{-2\sqrt{k(\Delta+\alpha)}}$.

Il teorema di trasposizione permette di ricondurre la valutazione dell'operatore in questione a quella trovata precedentemente, è infatti:

$$\mathcal{V}(t) = e^{-2\sqrt{k\Delta+\alpha}}\,\mathcal{V}(t) = e^{-\alpha t} \cdot e^{-2\sqrt{k\Delta}}\, e^{\alpha t}\,\mathcal{V}(t)$$

ponendo nella formula (46) $e^{at}\mathcal{V}(t)$, in luogo di $\mathcal{V}(t)$ si ottiene:

(48)
$$\mathcal{W}(t) = \sqrt{\frac{k}{\pi}}\int_0^{\infty} \frac{e^{-\left(\frac{k}{\tau}+\alpha\tau\right)}}{\tau\sqrt{\tau}}\,\mathcal{V}(t-\tau)\,d\tau$$

per $\mathcal{V}(t) = F_u(t)$ si ottiene la funzione generatrice sotto la forma seguente:

(49)
$$G(t) = \sqrt{\frac{k}{\pi}}\,\frac{e^{-\left(\frac{k}{t}+\alpha t\right)}}{t\sqrt{t}}\, 1(t)$$

La funzione caratteristica risulta espressa da:

$$H(t) = \sqrt{\frac{k}{\pi}}\int_0^{t} \frac{e^{-\left(\frac{k}{t}+\alpha t\right)}}{t\sqrt{t}}\,dt$$

effettuando ora, come nel caso precedente, la sostituzione $k/t = u^2$, si ottiene:

$$H(t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_{\sqrt{\frac{k}{t}}}^{\infty} e^{-\left(u^2+\frac{\alpha k}{u^2}\right)}\,du$$

Ritornando allo studio della propagazione nei cavi, posto:

$$\mathcal{Y} = g + c\Delta \quad \text{e} \quad \mathcal{Z} = r \quad , \quad \text{si ha}$$

$$V_x(t) = e^{-x\sqrt{r(c\Delta+g/c)}}\,\mathcal{V}_0(t) = e^{-x\sqrt{rc(\Delta+g/c)}}\,\mathcal{V}_0(t)$$

La formula (50) si applica direttamente per $\mathcal{V}_0(t) = 1(t)$ se in essa si pone:

$$k = \frac{rcx^2}{4} \quad \text{ed} \quad \alpha = \frac{g}{c},$$

In modo del tutto analogo si tratterebbe il caso in cui:

$$\mathcal{Y} = g \quad \text{e} \quad \mathcal{Z} = r + L\Delta$$

Quando all'inizio del cavo viene applicata un'onda di tensione smorzata con legge esponenziale anzichè un'onda rettangolare, si ha che:

$$\mathcal{V}_0(t) = e^{-\rho t}\, 1(t)$$

ne segue:

$$e^{-2\sqrt{k(\Delta-\alpha)}}\; e^{-\rho t}\; e^{-2\sqrt{k[\Delta+(\alpha-\rho)]}}\, 1(t)$$

In queste condizioni, la (50) può essere applicata direttamente e fornisce:

(50 *bis*)
$$\mathcal{V}_x(t) = \frac{1}{2}e^{-\rho t}\left\{ e^{2\sqrt{k(\alpha-\rho)}}\,\text{coerf}\left[\sqrt{\frac{k}{t}} + \sqrt{(\alpha-\rho)\,t}\right] + e^{-2\sqrt{k(\alpha-\rho)}}\,\text{coerf}\left[\sqrt{\frac{k}{t}} - \sqrt{(\alpha-\rho)\,t}\right]\right\} 1(t)$$

L'estensione al caso in cui la $\mathcal{V}_0(t)$ risulta dalla somma di due o più onde di tensione della forma:

$$e^{-\rho t}\, 1(t)$$

è ovvia.

Nella fig. 6 è mostrato come una serie di onde rettangolari di tensione — come se ne hanno nei cavi telegrafici durante la trasmissione dei segnali — si deforma in ragione della distanza. Ricordiamo che tutte le formule riportate si riferiscono al caso di trasmissioni di lunghezza infinita; vedremo in seguito che non è difficile trattare il caso della trasmissione di lunghezza finita in base a questi risultati.

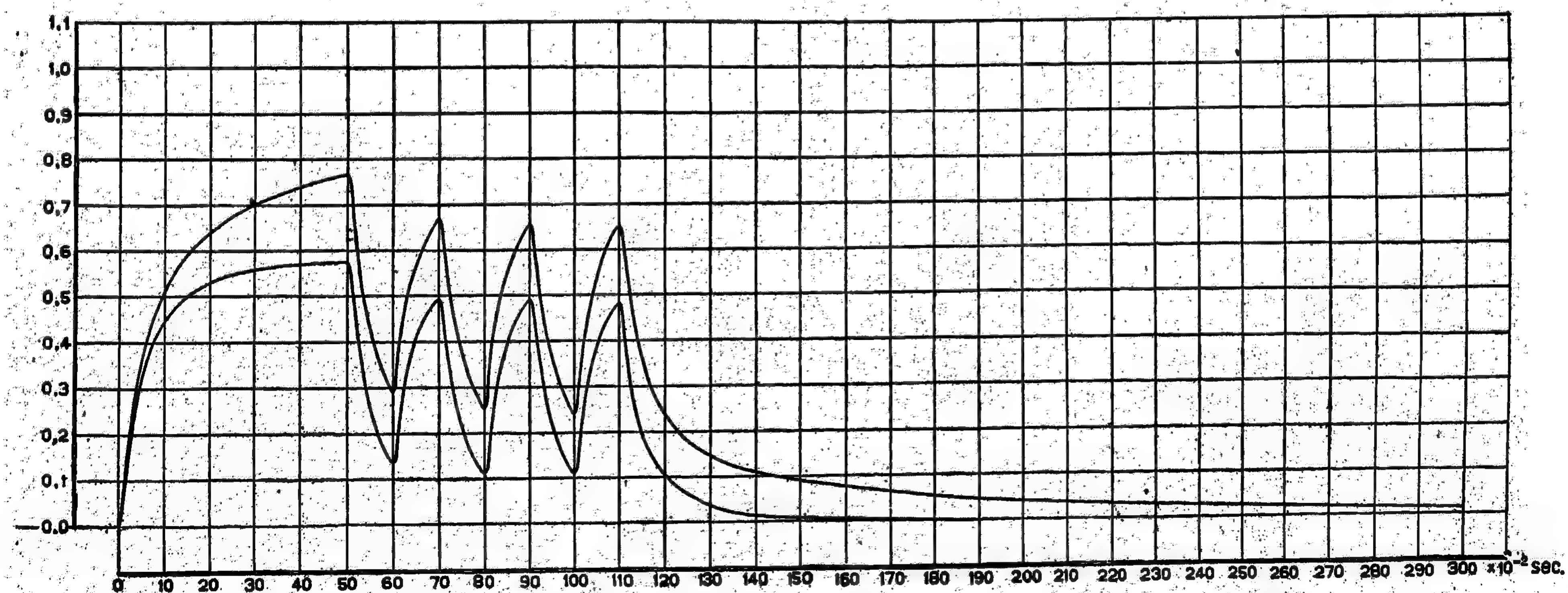


Fig. 6. — Deformazione di un segnale telegrafico costituito da una linea e tre punti dopo 1000 km di cavo le cui costanti sono $r = 3$ ohm/km e $c = 3 \cdot 10^{-8}$ farad/km.
Curva superiore: $g = 0$.
Curva inferiore: $g = 10^{-7}$ mho.

Quest'ultimo integrale può essere espresso mediante la funzione di errore come segue (vedi Appendice B).

(50)
$$H(t) = \frac{1}{2}\left\{ e^{2\sqrt{\alpha k}}\,\text{coerf}\left(\sqrt{\frac{k}{t}} + \sqrt{\alpha t}\right) + e^{-2\sqrt{\alpha k}}\,\text{coerf}\left(\sqrt{\frac{k}{t}} - \sqrt{\alpha t}\right)\right\} \quad \text{per } t > 0$$

VALUTAZIONE DELL'OPERATORE $\dfrac{e^{-2\sqrt{k(\Delta+\alpha)}}}{\sqrt{k(\Delta+\alpha)}}$

Questo operatore si può scrivere sotto la forma seguente:

$$\frac{1}{k}\,\frac{\partial}{\partial\Delta}\left[e^{-2\sqrt{k(\Delta+\alpha)}}\right]$$

Applicando una proprietà della funzione generatrice ricordata nel Cap. XVI, si ha che:

$$G(t) = \frac{\partial}{\partial \Delta}\left[e^{-2\sqrt{k(\Delta+\alpha)}}\right] F u(t) = t\, e^{-2\sqrt{(\Delta+\alpha)}} F u(t)$$

ne segue:

$$(51) \qquad G(t) = \frac{1}{\sqrt{k\pi}} \frac{e^{-\left(\frac{k}{t}+\alpha t\right)}}{\sqrt{t}} \, 1(t)$$

effettuando ancora la sostituzione $k/t = u^2$ si ha

$$H(t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{\sqrt{\frac{k}{t}}}^{\infty} e^{-\left(u^2 + \frac{\alpha k}{u^2}\right)} \frac{du}{u^2}$$

da cui:

$$(52) \qquad H(t) = \frac{1}{2\sqrt{\alpha k}} \left\{ e^{-\sqrt{\alpha k}} \operatorname{coerf}\left(\sqrt{\frac{k}{t}} - \sqrt{\alpha t}\right) + \right.$$

$$\left. + e^{\sqrt{\alpha k}} \operatorname{coerf}\left(\sqrt{\frac{k}{t}} + \sqrt{\alpha t}\right)\right\} \text{ per } t > 0$$

VALUTAZIONE DELL'OPERATORE $\sqrt{k(\Delta+\alpha)}\; e^{-2\sqrt{(k+\Delta)}}$

Questo operatore si valuta direttamente in base alla conoscenza della valutazione del precedente; infatti si ha che, indicandolo con $f(\Delta)$ è:

$$f(\Delta) = k(\Delta+\alpha) \frac{e^{-2\sqrt{k(\Delta+\alpha)}}}{\sqrt{k(\Delta+\alpha)}}$$

La nuova funzione caratteristica $H_1(t)$ sarà data da:

$$H_1(t) = k(\Delta+\alpha)\, H(t) = k\left[\alpha H(t) + G(t)\right]$$

dove $G(t)$ ed $H(t)$ sono dati rispettivamente dalle formule (51) e (52).

Anche in questo caso, quando invece della $1(t)$ si abbia un'onda di tensione della forma $\mathcal{V}_0(t) = e^{-\rho t}\, 1(t)$, la formula (53) è ancora applicabile a condizione di sostituire ad α, il valore $\alpha - \rho$ e di moltiplicare tutto per $e^{-\rho t}$.

Riferendoci sempre alle solite notazioni, le ultime formule ci permettono di ricavare l'espressione della corrente in un punto qualsiasi di una trasmissione illimitata le cui costanti siano:

$$\mathcal{Y} = g \qquad \mathcal{Z} = r + L\Delta$$

ovvero:

$$\mathcal{Y} = g + c\Delta \qquad \mathcal{Z} = r$$

nel primo caso si ha:

$$(54) \qquad \mathcal{J}_x(t) = \frac{1}{2} g x \frac{e^{-2\sqrt{k(\Delta+\alpha)}}}{\sqrt{k(\Delta+\alpha)}} \mathcal{V}_0(t)$$

dove

$$\alpha = \frac{r}{L} \quad \text{e} \quad k = \frac{x^2}{4} L g$$

Nel secondo caso si ha:

$$\mathcal{J}_x(t) = \frac{2}{r x} \cdot \sqrt{k(\Delta+\alpha)} \cdot e^{-2\sqrt{k(\Delta+\alpha)}}\, \mathcal{V}_0(t)$$

dove

$$\alpha = \frac{g}{c} \quad \text{e} \quad k = \frac{x^2}{4} r c$$

Gli operatori precedentemente studiati, trovano molte utilissime applicazioni allo studio della propagazione del calore lungo le sbarre ed in altri sisemi semplici: questo problema presenta molte analogie con i problemi elettrici finora trattati e per convincersene, basta dare alle notazioni finora usate, i significati seguenti (fig. 7):

$\mathcal{V}_0(t) = \Theta_0(t)$; $\mathcal{V}_x(t) = \Theta_x(t)$ temperatura variabile rispettivamente all'origine della sbarra ed alla distanza x dall'origine.

$\mathcal{J}_0(t)$; $\mathcal{J}_x(t)$ = flusso di calore all'origine ed alla distanza x. Se Q_0 e Q_x rappresentano le corrispondenti quantità di calore è:

$$\mathcal{J}_0(t) = \frac{\partial Q_0(t)}{\partial t} \quad ; \quad \mathcal{J}_x(t) = \frac{\partial Q_x(t)}{\partial t}$$

c = capacità termica della sbarra per unità di lunghezza.

r = resistenza termica della sbarra per unità di lunghezza (eguale all'inverso della conducibilità termica e data dal rapporto della temperatura al flusso di calore in regime permanente).

g = conducibilità di dispersione nel mezzo ambiente per unità di lunghezza.

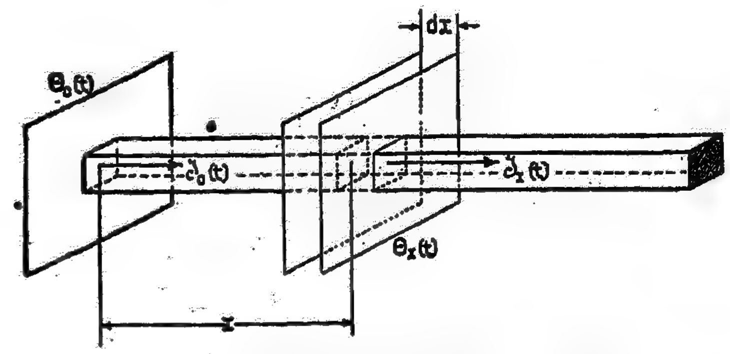


Fig. 7. — Propagazione termica in una sbarra.

È chiaro che in queste condizioni, le equazioni di propagazione termica corrispondono a quelle della propagazione dell'elettricità, se in esse si pone $L = 0$. Il calcolo procede del resto come già visto precedentemente.

È facile intuire che il calcolo operatorio trova molte utilissime applicazioni non solo nell'elettrotecnica, ma anche in molte altre branche dell'ingegneria e della fisica.

20. - Valutazione dell'operatore $\dfrac{e^{-\sqrt{\Delta^2-\alpha^2}}}{\sqrt{\Delta^2-c^2}}$ e derivati.

A questo operatore possono ricondursi quelli più generali della propagazione dell'elettricità sulle linee e sui cavi. Considerando l'operatore scritto come una funzione del simbolo Δ, esso può essere rappresentato mediante un integrale definito nel seguente modo:

$$(55) \qquad \frac{e^{-\sqrt{\Delta^2-\alpha^2}}}{\sqrt{\Delta^2-\alpha^2}} = \int_k^{\infty} e^{\tau\Delta} I_0\left(\alpha\sqrt{\tau^2-k^2}\right) d\tau \quad (^*)$$

dove $I_0(\;)$ è la funzione di Bessel non oscillante di ordine zero.

Applicando l'operatore scritto alla funzione impulsiva unitaria, si ottiene la funzione generatrice sotto la forma seguente:

$$(56) \qquad G(t) = I_0\left(\alpha\sqrt{t^2-k^2}\right) \cdot 1(t-k)$$

È interessante notare fin d'ora che mentre la causa [funzione impulsiva $F_u(t)$] si manifesta all'istante $t = 0$, l'effetto [funzione generatrice $G(t)$], si manifesta all'istante $t = k$: di questo fatto vedremo tra breve il significato fisico.

Passiamo ora a valutare l'operatore:

$$e^{-k\sqrt{\Delta^2-\alpha^2}},$$

tra quest'ultimo operatore ed il precedente, esiste una relazione molto semplice, si ha infatti:

$$\left(\frac{\partial}{\partial \Delta}\right) e^{-k\sqrt{\Delta^2-\alpha^2}} = k\Delta \frac{e^{-k\sqrt{\Delta^2-\alpha^2}}}{\sqrt{\Delta^2-\alpha^2}}$$

se ne deduce subito, applicando una proprietà della funzione generatrice ricordata nel Cap. XVI:

$$G_1(t) = e^{-k\sqrt{\Delta^2-\alpha^2}} F u(t) = \left(\frac{\partial}{\partial \Delta}\right)^{-1} \left[\frac{k\Delta\, e^{-k\sqrt{\Delta^2-\alpha^2}}}{\sqrt{\Delta^2-\alpha^2}}\right] F u(t)$$

$$= \frac{k}{t} \frac{\partial}{\partial t}\left[I_0\left(\alpha\sqrt{t^2-k^2}\right) \cdot 1(t-k)\right]$$

(*) Vedi Bibl. [6] e [10].

da cui:

$$(57)\qquad G_1(t) = F\,u(t-k) + \alpha k \frac{I_1(\alpha\sqrt{t^2-k^2})}{\sqrt{t^2-k^2}}\,\mathrm{I}(t-k)$$

Il simbolo I_1 ( ) rappresenta la funzione di Bessel di ordine uno, per la quale si ha la seguente proprietà:

$$I_1(x) = \frac{\partial}{\partial x} I_0(x)$$

(vedi Appendice C).

Anche in questo caso, l'effetto segue la causa con un ritardo eguale a k.

Le formole (56) e (57) sono molto importanti perchè permettono di valutare direttamente o quasi gli operatori che si incontrano nelle applicazioni.

Il teorema di trasposizione permette di scrivere:

$$(56\,bis)\quad G'(t) = \frac{e^{-k\sqrt{(\Delta+\beta)^2-\alpha^2}}}{\sqrt{(\Delta+\beta)^2-\alpha^2}}\,F\,u(t) = e^{-\beta t} I_0\left(\alpha\sqrt{t^2-k^2}\right).\mathrm{I}(t-k)$$

e quindi:

$$G'_1(t) = e^{-k\sqrt{(\Delta+\beta)^2-\alpha^2}}\,F\,u(t) = e^{-\beta k}\,F\,u(t-k) +$$

$$(57\,bis)\qquad + \alpha k\, e^{-\beta t} \frac{I_1(\alpha\sqrt{t^2-k^2})}{\sqrt{t^2-k^2}}.\mathrm{I}(t-k)$$

Le rispettive funzioni caratteristiche sono date da:

$$(58)\qquad H(t) = \int_k^t e^{-\beta t} I_0(\alpha\sqrt{t^2-k^2})\,dt$$

$$(59)\qquad H_1(t) = e^{-\beta t}\,\mathrm{I}(t-k) + \alpha k \int_k^t e^{-\beta t} \frac{I_1(\alpha\sqrt{t-k})}{\sqrt{t^2-k^2}}\,dt$$

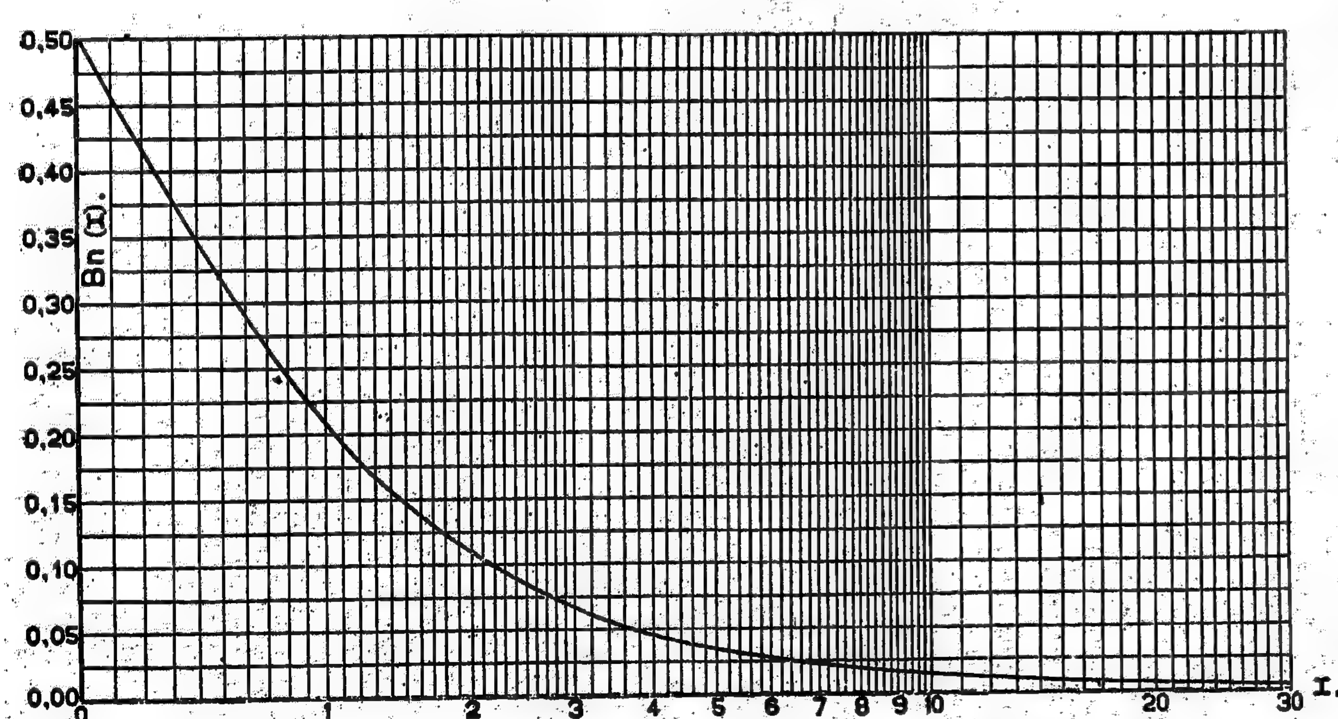


Fig. 8. — Rappresentazione grafica della funzione

$$B_n(x) = \frac{e^{-x}}{x} I_1(x)$$

Il calcolo dell'ultimo integrale scritto, si semplifica molto introducendo, in luogo della funzione di Bessel di ordine uno, la funzione B_n ( ) definita dal Giorgi come segue:

$$B_n(x) = \frac{e^{-x}}{x} I_1(x)$$

In fig. 8 è rappresentata graficamente la funzione $B_n(x)$ nell'intervallo che interessa per le applicazioni (7).

(7) Il calcolo numerico dei valori della $B_n(x)$ può essere fatto mediante la serie convergente

$$B_n(x) = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}x + \frac{5}{16}x^2 - \frac{7}{48}x^3 + \frac{7}{128}x^4 - \frac{11}{640}x^5 + \ldots$$

per piccoli valori dell'argomento x, mentre per grandi valori conviene usare la serie asintotica

$$B_n(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi x}}\left(\frac{1}{x} - \frac{3}{8}\frac{1}{x^2} - \frac{15}{128}\frac{1}{x^3} - \frac{105}{1024}\frac{1}{x^4} - \ldots\right)$$

Ambedue queste serie si calcolano facilmente in base all'ultima formola.

21. - Propagazione delle perturbazioni elettriche lungo le trasmissioni. - Linea illimitata.

Riprendiamo in considerazione l'espressione (37) del Cap. XVII che rappresenta la tensione e la corrente in un punto di una trasmissione illimitata in funzione della tensione applicata all'inizio.

$$\begin{cases} \mathcal{V}_x(t) = e^{-x\sqrt{\mathcal{Y}\mathcal{Z}}}\,\mathcal{V}_0(t) \\ \mathcal{J}_x(t) = \sqrt{\dfrac{\mathcal{Y}}{\mathcal{Z}}}\,e^{-x\sqrt{\mathcal{Y}\mathcal{Z}}}\,\mathcal{V}_0(t) = \dfrac{\mathcal{Y}}{\sqrt{\mathcal{Y}\mathcal{Z}}}\,e^{-x\sqrt{\mathcal{Y}\mathcal{Z}}}\,\mathcal{V}_0(t) \end{cases}$$

Posto in generale, vedi fig. 9.

$$\mathcal{Z} = r + L\Delta \qquad \text{e} \qquad \mathcal{Y} = g + c\Delta$$

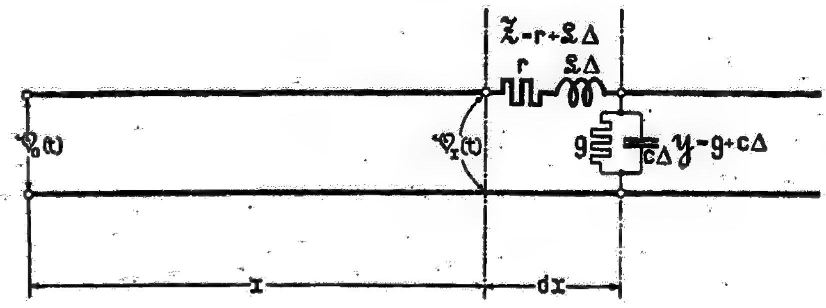


Fig. 9. — Rappresentazione di una linea semiillimitata le cui costanti sono:

$$\mathcal{Z} = r + L\Delta \quad ; \quad \mathcal{Y} = g + c\Delta.$$

dove i simboli hanno il significato solito, si ha:

$$(60)\qquad \begin{cases} \mathcal{V}_x(t) = e^{-\sqrt{LC\,(r/L+\Delta)\,(g/c+\Delta)}}\,\mathcal{V}_0(t) \\ \mathcal{J}_x(t) = \sqrt{\dfrac{c}{L}\left(\dfrac{g/c+\Delta}{r/L+\Delta}\right)}\,\mathcal{V}_x(t) \end{cases}$$

Per meglio comprendere il significato fisico delle formole generali, esaminando dapprima un caso particolare di importanza grandissima nella tecnica delle telecomunicazioni.

Quando è verificata la condizione:

$$\frac{r}{L} = \frac{g}{c} = \gamma \qquad \text{posto} \qquad \frac{1}{\sqrt{Lc}} = v\,,$$

le equazioni (60) divengono:

$$\begin{cases} \mathcal{V}_x(t) = e^{\frac{k}{v}(\gamma+\Delta)}\,\mathcal{V}_0(t) \\ \mathcal{J}_x(t) = \sqrt{\dfrac{c}{L}}\,e^{-\frac{k}{v}(\gamma+\Delta)}\,\mathcal{V}_0(t) \end{cases}$$

In questo caso, la valutazione è immediata per cui:

$$(61)\qquad \begin{cases} \mathcal{V}_x(t) = e^{-\gamma\frac{x}{v}}\,\mathcal{V}_0\left(t - \dfrac{v}{x}\right) \\ \mathcal{J}_x(t) = \sqrt{\dfrac{c}{L}}\,e^{-\gamma\frac{x}{v}}\,\mathcal{V}_0\left(t - \dfrac{x}{v}\right) \end{cases}$$

Da queste espressioni risulta chiaramente che l'onda di tensione $\mathcal{V}_0(t)$ applicata all'inizio della trasmissione si propaga lungo essa con la velocità:

$$v = \frac{1}{\sqrt{Lc}}$$

e si attenua secondo il fattore $e^{-\gamma \frac{x}{v}}$. Analogamente si comporta l'onda di corrente. Il rapporto x/v, rappresenta il tempo impiegato dalla perturbazione elettrica per percorrerre la distanza x; lo indicheremo perciò d'ora in avanti col simbolo t_x.

La « condizione di non distorsione » rappresentata dalla eguaglianza:

$$\frac{r}{L} = \frac{g}{c} \tag{62}$$

è stata enunciata per la prima volta da Heaviside, il Giorgi [15] ha dimostrato poi che la condizione (62) è la sola che permette la trasmissione senza deformazione. Nella realizzazione dei cavi telefonici per grandi distanze, si cerca di avvicinarsi il più possibile alla condizione (62).

Un altro caso in cui si rende necessaria la condizione di non distorsione, è quello in cui ci si serve di un cavo per ritardare di un certo tempo la registrazione oscillografica di un fenomeno a decorso rapido. Speciali accorgimenti vengono usati per ridurre al minimo gli effetti dovuti alla riflessione.

Il ritardo nelle registrazioni oscillografiche dei fenomeni transitori imprevisti deve compensare il ritaro dei dispositivi che servono per sbloccare il raggio catodico e per inziare lo spostamento secondo l'asse dei tempi. Si ottiene per tal maniera la registrazione del fenomeno a partire dai primissimi istanti in cui esso si verifica.

Passiamo ora a trattare del caso generale in cui la condizione (62) non è soddisfatta. Effettuando le sostituzioni:

$$k = t_x = \frac{x}{v} \quad ; \quad v = \frac{1}{\sqrt{Lc}}$$

$$\alpha = \frac{1}{2}\left(\frac{r}{L} - \frac{g}{c}\right) \quad ; \quad \beta = \frac{1}{2}\left(\frac{r}{L} + \frac{g}{c}\right)$$

si ha che la tensione $\mathcal{V}_x(t)$, risulta espressa dalla formula (59) quando la $\mathcal{V}_0(t) = 1(t)$ mentre la corrente $I_x(t)$ risulta espressa da:

$$\mathcal{I}_x(t) = v\,(g + c\,\Delta)\,\frac{e^{-t_x\sqrt{(\Delta+\beta)^2-\alpha^2}}}{\sqrt{(\Delta+\beta)^2-\alpha^2}}\,\mathcal{V}_0(t)$$

In queste condizioni, la formula (56′) permette di scrivere per $\mathcal{V}_0(t) = F_u(t)$:

$$G(t) = v\Big\{g^{-\beta t} I_0(\alpha\sqrt{t^2 - t^2_x}) \cdot 1(t - t_x) + $$
$$+ c\,\Delta\left[e^{-\beta t} I_0(\alpha\sqrt{t^2 - t^2_x}) \cdot 1(t - t_x)\right]\Big\}$$

Ne segue che:

$$H(t) = \frac{1}{\Delta}\,G(t) = v\,c\,e^{-\beta t} I_0(\alpha\sqrt{t^2 - t^2_x}) +$$
$$+ v\,g\int_{t_x}^{t} e^{-\beta t} I_0(\alpha\sqrt{t^2 - t^2_x})\,dt$$

Riassumendo, le espressioni generali della tensione e della corrente alla distanza x dall'origine di una trasmissione illimitata, quando $\mathcal{V}(t) = 1(t)$ sono le seguenti:

$$\mathcal{V}_x(t) = \left[e^{-\beta t_x} + \alpha^2 k\int_{t_x}^{t} e^{-(\beta t - \alpha\sqrt{t^2 - t^2_x})} B_n(\alpha\sqrt{t^2 - t^2_x})\,.\,dt\right] 1(t - t_x) \tag{63}$$

$$I_x(t) = v\left[c\,e^{-\beta t} I_0(\alpha\sqrt{t^2 - t^2_x}) + \right.$$
$$\left. + g\int_{t_x}^{t} e^{-\beta t} I_0(\alpha\sqrt{t^2 - t^2_x})\,dt\right] 1(t - t_x) \tag{64}$$

Sulla scorta di quanto si è visto a proposito della propagazione senza distorsione, il significato fisico delle due ultime formule, apparisce abbastanza chiaro.

L'onda di tensione alla distanza x dall'origine è costituita di due componenti di cui la prima è priva di distorsione ed è attenuata secondo il fattore $e^{-\beta t}$, mentre la seconda contiene un termine integrale il quale introduce la distorsione.

Per quanto concerne l'onda di corrente, è facile riconoscere che per $x = 0$ (per cui $t_x = 0$), si ricade nella formula (45). Anche l'onda di corrente si propaga con velocità v e si deforma lungo il percorso.

Le espressioni della $\mathcal{V}_x(t)$ e della $I_x(t)$ relative ad una $\mathcal{V}_0(t)$ qualsiasi si deducono, come già sappiamo, direttamente dalla funzione generatrice, ma è più semplice in molti casi procedere per via grafica partendo dalla funzione caratteristica secondo il procedimento indicato nella prima parte di questo lavoro.

Quando la tensione $\mathcal{V}_0(t)$ ha andamento esponenziale smorzato, e risulta da una somma di termini della forma:

$$e^{-\rho t}\,1(t)\,,$$

il teorema di trasposizione permette di passare dalle formule scritte a quelle relative alle nuove condizioni, anzi il risultato si ottiene senza alcun calcolo, sostituendo, nelle formule (63) e (64) a β il valore $\beta - \rho$ e moltiplicando il risultato per $e^{-\rho t}$.

Abbiamo già ricordato che nello studio degli effetti delle sovratensioni ci si riferisce ordinariamente a forme d'onda tipo le quali sono rappresentabili mediante la funzione:

$$\mathcal{V}(t) = V\,(e^{-\rho_1 t} - e^{-\rho_2 t})$$

dove i valori di ρ_1 e ρ_2, vengono scelti in modo da ottenere una ripidità iniziale ed uno smorzamento dati.

Prima di continuare, e per fissare le idee sui valori numerici delle costanti delle trasmissioni che hanno più importanza dal punto di vista pratico, riportiamo quelle misurate su un cavo telegrafico e su una linea ad altissima tensione per il trasporto dell'energia.

a) Cavo telegrafico sottomarino Siracusa-Tripoli 520 km.

$r = 4{,}7$ ohm/km $\qquad L = 1{,}5$ henry/km
$c = 3 \cdot 10^{-8}$ farad/km $\qquad g = 10^{-5}$ mho/km

ne risulta:

$\alpha = 1400 \quad ; \quad \beta = 1733 \quad ; \quad v = 150.000$ km/sec.

Come si vede, le costanti del cavo sono ben lontane da quelle che si dovrebbero avere per annullare la distorsione. Il valore di g è approssimato, ma si vede facilmente che la sua influenza è relativamente piccola.

b) Linea di trasmissione Galleto (Terni)-Pescara-Napoli a 155.000 volt.

1°) Dalle misure eseguite a 100 hz tra un conduttore e terra risulta:

$r = 0{,}312$ ohm/km $\qquad L = 2{,}32 \cdot 10^{-3}$ henry/km
$c = 7{,}05 \cdot 10^{-9}$ farad/km $\qquad g \cong 0$

ne risulta:

$\alpha = \beta = 135 \qquad v = 248.000$ km/sec.

La trasmissione di una perturbazione elettrica avverrebbe praticamente senza distorsione se fosse $g \cong 10^{-6}$ mho/km.

2°) Dalle misure eseguite sempre a 100 hz tra due conduttori, risulta:

$c = 7{,}3 \cdot 10^{-9}$ farad/km $\qquad L = 2{,}9 \cdot 10^{-3}$ henry/km
$r = 0{,}4$ ohm/km $\qquad g \cong 0$

ne segue:

$\alpha = \beta = 138 \qquad v = 218.000$ km/sec.

Anche in questo caso, la trasmissione avverrebbe senza distorsione qualora fosse $g \cong 10^{-6}$ mho/km.

Ordinariamente, la velocità di propagazione delle perturbazioni elettriche nei cavi va da 10^5 a $1{,}5 \cdot 10^5$ km/sec, mentre per le linee aeree, tale velocità, si avvicina maggiormente a quella della luce e va da $2 \cdot 10^5$ a $2{,}8 \cdot 10^5$ km/sec.

In un cavo, la distorsione e l'attenuazione sono ordinariamente maggiori di quelle che si hanno in una linea aerea. La « pupinizzazione » ed altri artifici permettono di ridurre la distorsione aumentando l'induttanza chilometrica. Aumentando il valore di L, a parità di capacità, diminuisce la velocità di propagazione.

Nel caso in cui si tratta della propagazione di fenomeni elettrici a decorso molto rapido, si hanno altre cause di distorsione oltre quelle considerate, e cioè quelle dovute alla non uniforme distribuzione della corrente variabile nei conduttori. Si ha cioè un effetto pellicolare il quale dà luogo ad un aumento di resistenza apparente dei conduttori. Lo studio dell'effetto pellicolare in regime transitorio può essere fatto applicando il calcolo operatorio e su ciò contiamo di ritornare in seguito. Comunque di solito, si tiene conto dell'effetto pellicolare aumentando il valore della resistenza da mettere in conto.

È utile osservare inoltre che le equazioni date, sono valide soltanto in linea di prima approssimazione, nel caso in cui si studia la propagazione di perturbazioni elettriche a decorso rapido, in un sistema costituito da un piano e da un conduttore ad esso parallelo

(sistema filo-terra) e ciò sempre in ragione della ineguale distribuzione della corrente nel piano. È da tenere presente in ogni caso che, quando si tratta di fenomeni di sovratensione originati da scariche atmosferiche, una grande esattezza nelle determinazioni e nei calcoli sarebbe fuori luogo attesa la grande variabilità di forma e di ampiezza delle onde di sovratensione atmosferiche.

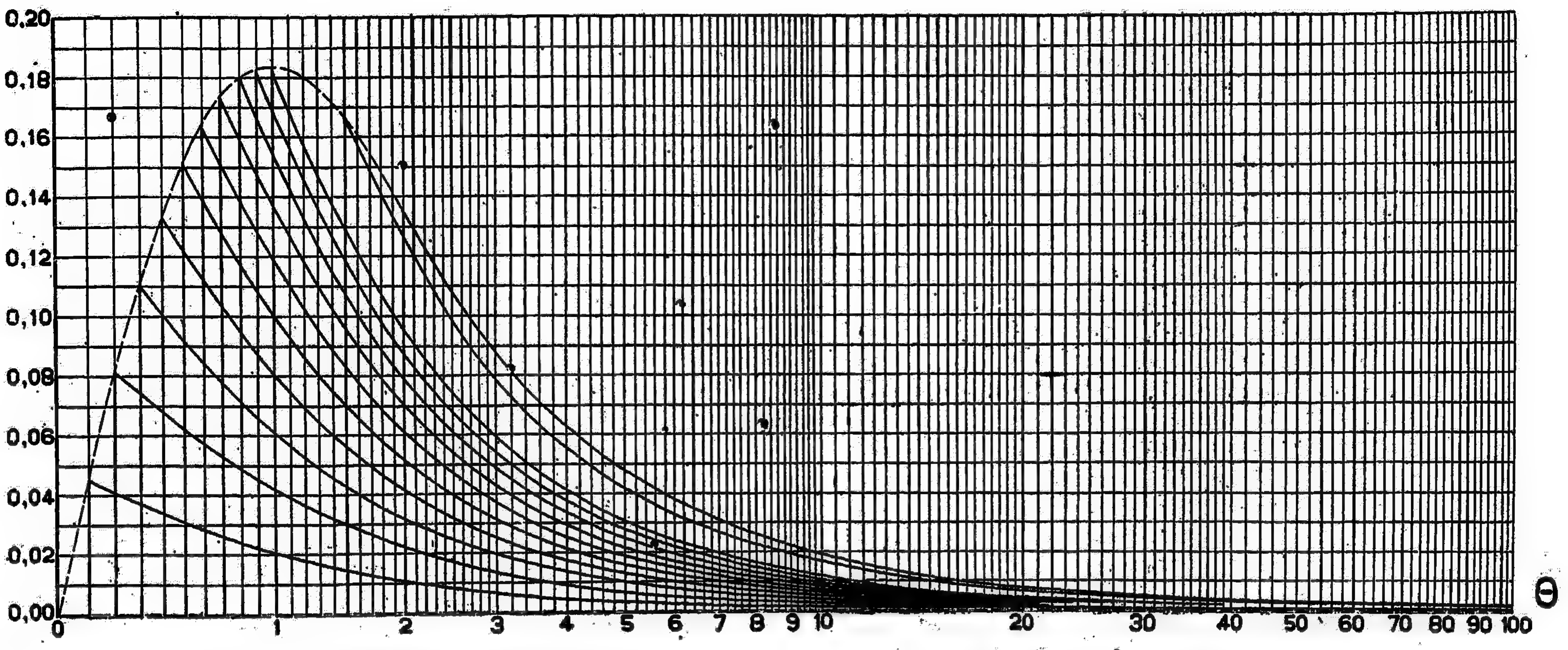


Fig. 10. — Rappresentazione grafica della funzione di Θ di cui alla formola (67) per Θ_x compreso tra 0 e 2.

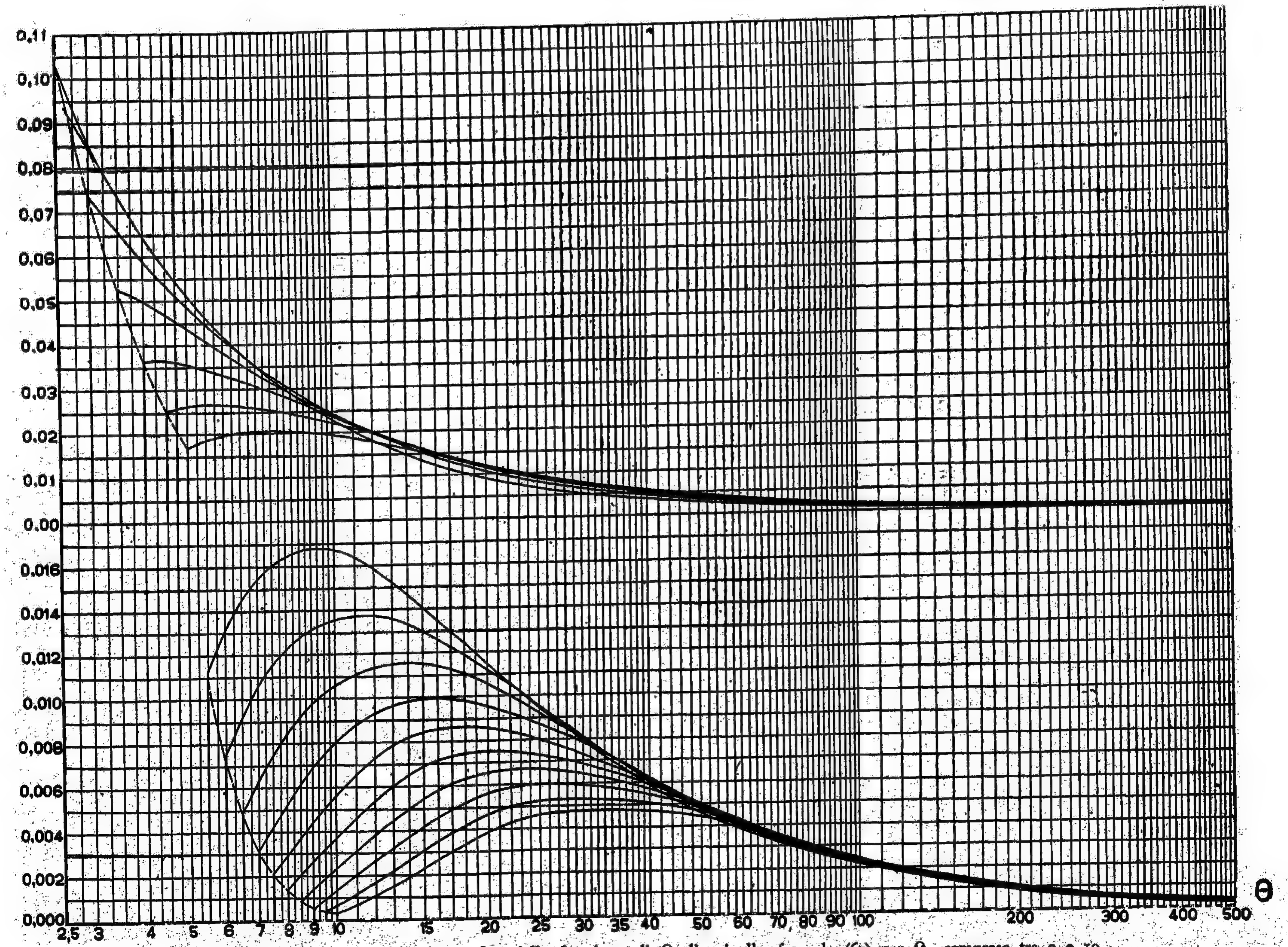


Fig. 10 *bis*. — Rappresentazione grafica della funzione di Θ di cui alla formola (67) per Θ_x compreso tra 2 e 10.

ESPRESSIONI SEMPLIFICATE E DIAGRAMMI DI CALCOLO.

Quando la propagazione avviene con distorsione, occorre procedere al calcolo delle espressioni (63) e (64) effettuando le integrazioni per via grafica o meccanica. Questo lavoro è generalmente lungo e tutt'altro che divertente, per cui può riuscire utile l'uso dell'abbaco che descriviamo qui appresso.

Nella grande maggioranza dei casi, si può ammettere che la conduttanza trasversale g di una trasmissione o di un cavo, sia nulla; in queste condizioni, tenuto conto che $\beta = \alpha = \frac{r}{2L}$ e che effettuato il cambiamento di variabili:

$$\alpha t = \Theta \quad \text{ed} \quad \alpha t_x = \Theta_x,$$

si ha che per $\mathcal{V}_0(t) = 1(t)$ è:

$$(65)\qquad \mathcal{V}_x(t) = e^{-\Theta_x} + \Theta_x \int_{\Theta_x}^{\Theta} e^{-(\Theta - \sqrt{\Theta - \Theta_x})}\, B_n(\sqrt{\Theta - \Theta_x})\, d\Theta$$

$$(66)\qquad \mathcal{I}_x(t) = \sqrt{\frac{c}{L}}\, e^{-\Theta}\, I_0(\sqrt{\Theta^2 - \Theta^2_x})$$

La famiglia di curve tracciate nelle figg. 10 e 10 *bis*, rappresenta i valori assunti dalla funzione della variabile Θ:

$$(67)\qquad \psi(\Theta) = \Theta_x\, e^{-(\Theta - \sqrt{\Theta^2 - \Theta^2_x})}\, B_n(\sqrt{\Theta^2 - \Theta^2_x}) \cdot 1(\Theta - \Theta_x)$$

per valori del parametro Θ_x compresi tra 0 e 10.

La funzione $\Psi(\Theta)$ ha un significato notevole, infatti, tenuto conto dell'ultimo cambiamento di variabili, è facile vedere che se in luogo della $1(t)$, si ha la $F_u(t)$, la formula (65), si trasforma nella seguente:

$$G(t) = e^{-\Theta}\, F_u(\Theta - \Theta) + \alpha\, \Psi(\Theta - \Theta_x)$$

la quale ci dice che un impulso di tensione $F_u(t)$, si propaga dando luogo ad una «coda» che è appunto rappresentata dalle curve delle figg. 10 e 10 *bis* a meno del fattore α.

Nella fig. 11, è tracciata una famiglia di curve che rappresenta la $\mathcal{V}_x(t)$ di cui alla formula (65).

Questi abbachi, che per quanto ci consta, vengono qui riportati per la prima volta, rendono rapidissime e molto semplici le determinazioni relative allo studio del comportamento elettrico dei lunghi cavi; nè, come si vedrà in seguito, il fatto che ci siamo riferiti al caso di una trasmissione di lunghezza infinita, limita le possibilità d'impiego dell'abbaco ai casi pratici in cui la trasmissione è di lunghezza finita e collegata alle estremità a circuiti di determinate caratteristiche.

Nello studio dei fenomeni di sovratensione sulle linee elettriche, date le incertezze delle quali abbiamo parlato, si può sempre ammettere che le perturbazioni elettriche si propaghino senza deformazione (del resto risulta da rilievi oscillografici che la deformazione che subisce un'onda di sovratensione atmosferica che si propaga su una linea aerea è relativamente piccola) ed attenuate secondo il fattore $e^{-\beta t_x}$.

PROPAGAZIONE DI PERTURBAZIONI ELETTRICHE DI FORMA QUALSIASI. — CASO PARTICOLARE DELLE TENSIONI ALTERNATIVE BRUSCAMENTE APPLICATE.

Quando l'onda di tensione applicata alla trasmissione non è di forma rettangolare, il calcolo della tensione e della corrente in un punto qualsiasi, si fa partendo dalla corrispondente funzione generatrice $G(t)$ ed applicando una delle formule seguenti:

$$f(\Delta)\, \mathcal{V}(t) = \int_0^{\infty} G(\tau)\, \mathcal{V}(t - \tau)\, d\tau$$

$$(68)\qquad = \int_{\infty}^{t} G(t - \tau)\, \mathcal{V}(\tau)\, d\tau$$

È preferibile però nella maggior parte dei casi, partire dalla funzione caratteristica, utilizzando il metodo grafico indicato nella prima parte di questo lavoro.

È interessante notare che qualunque sia la forma dell'onda di tensione applicata all'inizio della trasmissione, la corrispondente tensione e corrente ad una certa distanza x, risulta dalla somma di due termini di cui uno è privo di distorsione ed è dato rispettivamente da:

$$(69)\qquad e^{-\alpha t_x}\, \mathcal{V}(t - t_x) \quad \text{e} \quad \sqrt{\frac{c}{L}}\, e^{-\alpha t_x}\, \mathcal{V}(t - t_x),$$

mentre l'altro costituisce il cosidetto *termine di distorsione*.

Segue da ciò che nel caso di un'onda di forma qualsiasi, il calcolo grafico è da fare soltanto per il termine di distorsione e ad esso è da aggiungere la componente indistorta la cui espressione del resto molto semplice, è data dalle ultime due formule.

Un caso particolarmente importante in pratica è quello in cui l'onda di tensione applicata alla trasmissione è della forma:

$$\mathcal{V}_0(t) = V \sin(\omega t + \psi) \cdot 1(t)$$

e cioè si tratta di un'onda di tensione sinusoidale bruscamente applicata. Ciò avviene ad esempio in alcuni sistemi di telegrafia multipla, come pure nel sistema di trasmissione a distanza delle misure detto «a frequenze foniche» ed in altri casi ancora; inutile

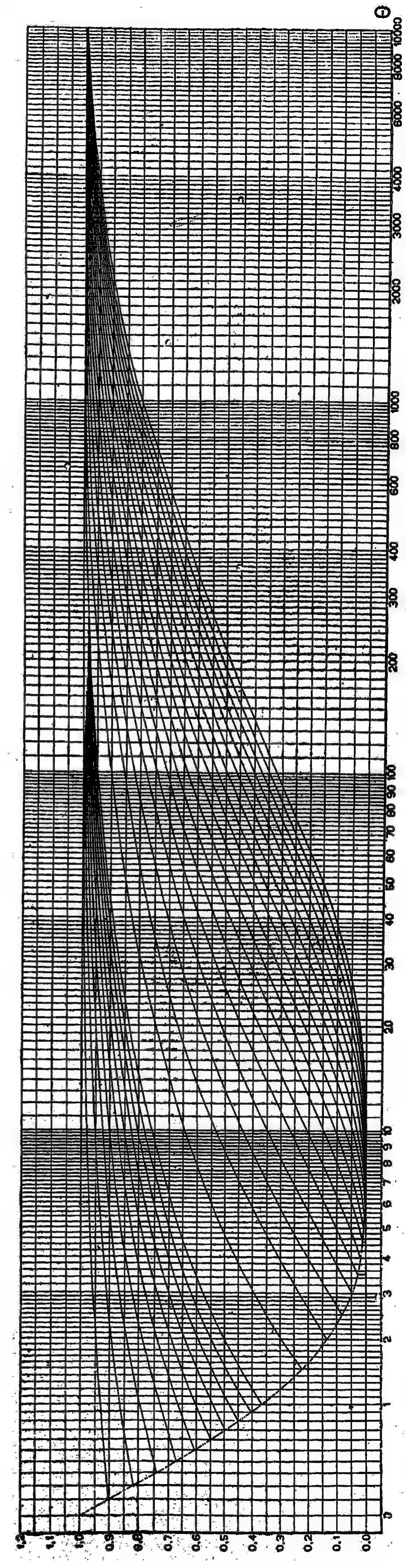


Fig. 11. — Rappresentazione grafica della funzione di Θ di cui alla formula (65) per Θ_x compreso tra 0 e 10. Le curve riportate, rappresentano la deformazione di un'onda rettangolare di tensione in funzione della distanza dal punto di applicazione, in una trasmissione per la quale si può supporre nulla la conduttanza di dispersione. Θ_x è proporzionale alla distanza.

dire poi che questo studio, ha molta importanza nella determinazione dei fenomeni susseguenti alla brusca inserzione di una linea di trasmissione su una rete a corrente alternata.

Anche in questo caso, l'espressione della tensione e quella della corrente in un punto della trasmissione illimitata, situato alla distanza x dall'inizio, risultano dalla somma di due termini, di cui il primo è privo di distorsione ed è dato da:

(70) $$e^{-\alpha t_x} \sin[\omega(t - t_x) + \psi]$$

e rispettivamente da:

(70 *bis*) $$\sqrt{\frac{C}{L}}\, e^{-\alpha t_x} \sin[\omega(t - t_x) + \psi]$$

Indicando ora rispettivamente con $G_{1v}(t)$ e con $G_{1i}(t)$, le componenti non impulsive della funzione generatrice della $\mathcal{V}_x(t)$ e della $I_x(t)$, i termini di distorsione, risultano da espressioni della forma:

$$\int_0^{t-t_x} G_1(\tau) \sin[\omega(t-\tau) + \psi]\, d\tau$$

dove alla funzione $G_1(\tau)$ si sostituisce la funzione $G_{1v}(\tau)$ o $G_{1i}(\tau)$ a seconda che si tratti della tensione o della corrente.

L'ultima espressione, sviluppando il termine:

$$\sin[(\omega t + \psi) - \omega\tau]$$

si trasforma facilmente nella seguente:

$$\sin(\omega t + \psi)\int_0^{t-t_x} G_1(\tau)\cos\omega\tau \,.\, d\tau - \cos(\omega t + \psi)\int_0^{t-t_x} G_1(\tau)\sin\omega\tau\, d\tau$$

ovvero, dato che le variabili t e τ sono completamente separate:

(71) $$\sin(\omega t + \psi)\int_0^{t-t_x} G_1(t)\cos\omega t\, dt - \cos(\omega t + \psi)\int_0^{t-t_x} G_1(t)\sin\omega t\, dt$$

Si riconosce facilmente che la funzione $G_1(t)$, rappresenta il limite massimo della funzione di t che si trova sotto il segno integrale nella formula (71); questa funzione è periodica e tende a zero, ne segue che anche ciascuno degli integrali della (71) rappresenta una funzione periodica la cui ampiezza dipende oltrechè dalla forma della $G_1(t)$, dal valore di ω. In altri termini e più precisamente, a parità di altre condizioni il valore di ciascuno degli integrali è tanto minore quanto maggiore è il valore di ω e cioè, quanto maggiore è la frequenza, dato che $\omega = 2\pi f$. Di questo fatto importantissimo, ci si rende ragione facilmente, se si fa riferimento ad una rappresentazione grafica della funzione sotto il segno integrale. Attribuendo alla funzione $G_1(t)$ un andamento a gradini e supponendo la $G_1(t)$ come composta di un numero finito di intervalli entro i quali si mantiene costante ed eguale a K_n, per uno qualsiasi di questi intervalli, si ha:

$$\int G_1(t)\cos\omega t\, dt = K_n \int \cos\omega t\, dt$$
$$= K_n \frac{1}{\omega} \sin\omega t$$

Analogamente si avrebbe:

$$\int G_1(t)\sin\omega t\, dt = -K_n \frac{1}{\omega}\cos\omega t$$

Ciò dimostra quanto abbiamo affermato essendo il risultato di ciascuna integrazione inversamente proporzionale ad ω.

Segue da quanto sopra che il fenomeno transitorio susseguente all'inserzione di una tensione alternativa su una trasmissione è tanto meno sensibile quanto maggiore è la frequenza.

Tutti gli sviluppi di questo capitolo, si riferiscono alla propagazione elettrica lungo trasmissioni illimitate o che possono essere ritenute tali. Nel capitolo seguente, vedremo come sulla scorta dei risultati precedenti, può essere studiato il caso delle trasmissioni di lunghezza finita e l'influenza dei circuiti ai quali la trasmissione è collegata.

22. - Propagazione delle perturbazioni nelle linee di lunghezza finita. - Influenza dei circuiti di estremità.

Consideriamo ora il caso di una trasmissione la quale sia collegata alle sue estremità con una rete di circuiti di conformazione nota. Prima di procedere allo sviluppo dei calcoli, premettiamo alcune considerazioni di carattere fisico.

Esaminiamo anzitutto il caso di una linea di lunghezza l aperta alla sua estremità ed un'onda di tensione, per esempio rettangolare o smorzata, applicata al suo inizio. Per quanto abbiamo detto a proposito della propagazione su linee illimitate, si può asserire senz'altro che tutto avviene come se la linea fosse di lunghezza infinita per tutto il tempo che l'onda di tensione impiega per raggiungere la sua estremità e cioè per $t_x < t_l \left(= \frac{l}{v}\right)$. Ciò avviene del resto anche se all'estremità della linea è inserito un circuito qualsiasi.

Quando l'onda di tensione raggiunge l'estremità della linea, se questa è aperta, si manifesta tra i conduttori una tensione variabile in funzione del tempo, la quale darà luogo ad una propagazione del fenomeno in senso opposto, in altri termini, quando l'onda di tensione impressa all'inizio della trasmissione, ha raggiunto l'estremità, ci ritroviamo in condizioni analoghe a quelle iniziali salvo che l'origine viene spostata in l e l'onda di tensione risulta modificata per effetto della propagazione tra $x = 0$ ed $x = l$. Ne risulta quindi che *la legge di propagazione rimane la stessa, ma l'onda viene integralmente riflessa.*

Per quanto riguarda la corrente, nel punto di riflessione ($x = l$), la sua direzione si inverte e quindi il segno cambia. Lo stesso semplice ragionamento, si può ripetere nel caso in cui l'estremità della linea è in corto circuito ed è facile vedere che anche in queste condizioni, si ha riflessione integrale dell'onda di tensione e dell'onda di corrente, ma questa volta, è la tensione che cambia di segno nel punto di riflessione. Nel suo complesso, il fenomeno segue dunque la stessa legge che governa la propagazione su trasmissioni di lunghezza infinita con le seguenti varianti.

a) In corrispondenza delle estremità si inverte il senso della propagazione; si ha cioè riflessione.

b) Se l'estremità considerata è aperta, la tensione riflessa è dello stesso segno di quella incidente, mentre la corrente riflessa è di segno opposto rispetto a quella incidente.

c) Se l'estremità è in corto circuito, la tensione riflessa è di segno contrario rispetto a quella incidente, mentre la corrente riflessa conserva il segno di quella incidente. In fig. 12 è rappresentato graficamente l'andamento dei fenomeni descritti.

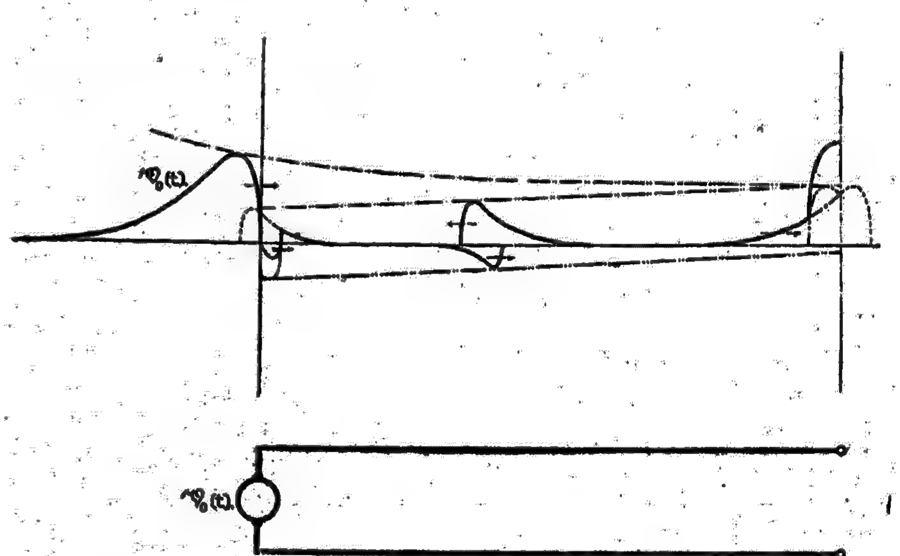


Fig. 12. — Rappresentazione qualitativa dei fenomeni di riflessione su una linea aperta alla estremità.

È utile notare che l'estremità alla quale è applicata la tensione impressa, va considerata in corto circuito per il fatto che agli effetti degli sviluppi che ci interessano, essa non è altro che un conduttore di resistenza nulla sede della f.e.m. variabile $\mathcal{V}_0(t)$.

Agli stessi risultati si perviene facilmente per via analitica facendo uso dei simboli del calcolo operatorio.

Partendo dalle equazioni generali di propagazione (35) e (36):

$$\begin{cases} \mathcal{V}_x(t) = e^{px} K_1(t) + e^{-px} K_2(t) \\ \mathcal{I}_x(t) = \sqrt{\dfrac{\mathcal{Y}}{\mathcal{Z}}}\left\{ e^{px} K_1(t) - e^{-px} K_2(t) \right\} \end{cases}$$

dove $p = \sqrt{\mathcal{Y}\mathcal{Z}}$, nel caso in cui la linea è aperta all'estremità e cioè per $x = l$, si hanno le seguenti equazioni di condizione:

$$x = 0 \;\rightarrow\; \mathcal{V}_x(t) = \mathcal{V}_0(t)$$
$$x = l \;\rightarrow\; \mathcal{I}_x(t) = 0$$

dalle quali si deduce facilmente:

$$K_1(t) = \left(\frac{1}{1+e^{2pl}}\right)\mathcal{V}_0(t) \quad ; \quad K_2(t) = e^{2pl}K_1(t)$$

ne segue:

$$\mathcal{V}_x(t) = \left[e^{px} + e^{p(2l-x)}\right]\left(1+e^{-2pl}\right)^{-1}\mathcal{V}_0(t)$$

Sviluppando in serie secondo la regola del binomio il secondo fattore a destra si ha:

$$(1+e^{-2pl})^{-1} = e^{-2pl} - e^{-4pl} + e^{-6pl} - e^{-8pl} + \dots$$

Effettuando ora il prodotto indicato, si ottiene:

$$\mathcal{V}_x(t) = [e^{-px} + e^{-p(2l-x)} - e^{-p(2l+x)} - e^{-p(4l-x)} + e^{-p(4l+x)} + e^{-p(6l-x)} - \dots\dots]\,\mathcal{V}_0(t) \tag{72}$$

L'espressione (72) interpreta analiticamente quanto è stato detto in precedenza, sia per quanto si riferisce alla successione dei fenomeni che per la determinazione dei segni. Il lettore può facilmente stabilire le formule relative alla corrente e quelle che si riferiscono al caso di una linea in corto circuito all'estremità.

È interessante rilevare anche in questo caso, l'estrema semplicità ed il notevole significato fisico delle espressioni alle quali conduce l'analisi di fenomeni per loro natura alquanto complessi, mediante il calcolo operatorio.

Non si mancherà neppure di rilevare la notevole analogia che esiste tra i fenomeni che stiamo esaminando ed i classici problemi delle corde vibranti e del colpo d'ariete, i quali possono essere trattati anch'essi agevolmente mediante il calcolo operatorio: ciò conferma quanto abbiamo già detto circa la molteplicità delle applicazioni alle quali si presta questo metodo di calcolo.

Le considerazioni precedenti si riferiscono a due casi limiti molto importanti perchè permettono di chiarire in modo semplice l'essenza dei fenomeni che si producono nei punti di discontinuità delle trasmissioni.

Passiamo ora a studiare il caso generale in cui la trasmissione è chiusa su un circuito del quale è nota l'espressione dell'impedenza generalizzata $\mathcal{Z}_\tau$.

È intuitivo che in queste condizioni, non si avrà ordinariamente una riflessione totale delle onde di tensione e di corrente, ma il fenomeno presenterà un carattere diverso in dipendenza delle caratteristiche dei circuiti che compongono l'impedenza $\mathcal{Z}_\tau$.

Anche in questo caso, il calcolo potrebbe essere condotto per via analitica, ma riteniamo più semplice e più intuitivo procedere altrimenti.

Abbiamo già visto che nella propagazione di una perturbazione elettrica lungo una trasmissione, il principio di successione può essere applicato oltre che alla variabile t, anche alla variabile x, nel senso che quanto avviene in un punto della trasmissione, dipende esclusivamente da ciò che è avvenuto nei punti precedentemente percorsi dalla perturbazione elettrica in studio: in altri termini, se fosse lecito esprimersi così, si potrebbe asserire che la perturbazione dipende soltanto dalla strada che ha percorso.

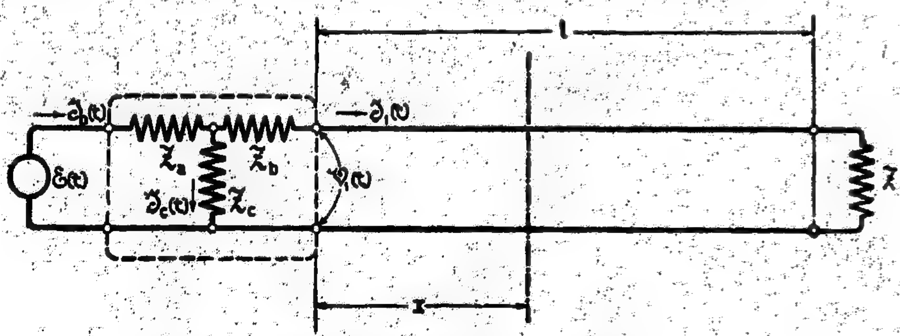


Fig. 13. — Linea di lunghezza finita con circuito di entrata ed impedenza di estremità.

Ciò permesso, e con riferimento alla fig. 13, indichiamo rispettivamente con $\mathcal{V}_{1x}(t)$ ed $\mathcal{J}_{1x}(t)$ la tensione e la corrente incidente; con $\mathcal{V}'_{1x}(t)$ ed $\mathcal{J}'_{1x}(t)$, la tensione e la corrente riflessa in corrispondenza del punto x; con $\mathcal{V}_z(t)$ ed $\mathcal{J}_z(t)$ indicheremo la tensione ai poli dell'impedenza generalizzata $\mathcal{Z}_\tau$ e la corrente circolante in essa. Sostituiremo l'indice x con l'indice τ, quando ci riferiremo alla tensione ed alla corrente in corrispondenza del punto di transizione e cioè ai morsetti dell'impedenza $\mathcal{Z}_\tau$.

Esprimiamo ora analiticamente che la corrente nell'impedenza $\mathcal{Z}_\tau$ è uguale a quella che circola nell'ultimo elemento della trasmissione e che la tensione ai poli della $\mathcal{Z}_\tau$ risulta dalla somma della tensione incidente e di quella riflessa. Avremo le due equazioni seguenti:

$$\left\{\begin{aligned} &\mathcal{J}_{1\tau}(t) + \mathcal{J}'_{1\tau}(t) = \mathcal{J}_z(t) \\ &\mathcal{V}_{1\tau}(t) + \mathcal{V}'_{1\tau}(t) = \mathcal{V}_z(t) \end{aligned}\right. \tag{73}$$

Tenuto conto della formula (38) del Cap. XVII, si ha:

$$\mathcal{J}_{1\tau}(t) = \frac{1}{\mathcal{Z}_1}\mathcal{V}_{1\tau}(t) \;;\; \mathcal{J}'_{1\tau}(t) = -\frac{1}{\mathcal{Z}_1}\mathcal{V}'_{1\tau}(t) \;;\; \mathcal{J}_z(t) = \frac{1}{\mathcal{Z}_\tau}\mathcal{V}_z(t)$$

dove:

$$\mathcal{Z}_1 = \sqrt{\frac{\mathcal{Z}}{\mathcal{Y}}}$$

impedenza d'onda generalizzata della linea. In queste condizioni, si ottiene facilmente:

$$\mathcal{V}'_{1\tau}(t) = \left(\frac{\mathcal{Z}_\tau - \mathcal{Z}_1}{\mathcal{Z}_1 + \mathcal{Z}_\tau}\right)\mathcal{V}_{1\tau}(t) \tag{74}$$

$$\mathcal{V}_z(t) = \left(\frac{2\,\mathcal{Z}_\tau}{\mathcal{Z}_1 + \mathcal{Z}_\tau}\right)\mathcal{V}_{1\tau}(t) \tag{75}$$

Le formule (74) e (75) esprimono la legge secondo cui avviene la riflessione di un'onda di tensione e permettono di calcolare facilmente la tensione e la corrente in un punto qualsiasi della trasmissione di cui alla fig. 13.

Per $t < \frac{l}{v}$ si ha che tutto avviene come se la linea fosse di lunghezza infinita; in queste condizioni, la tensione applicata all'origine, dipende dalla f.e.m. $\mathcal{E}(t)$ e dalle tre impedenze $\mathcal{Z}_a$, $\mathcal{Z}_b$, $\mathcal{Z}_c$, nonchè dall'impedenza caratteristica della linea $Z_1 = \sqrt{\frac{\mathcal{Z}}{\mathcal{Y}}}$.

Ricerchiamo ora la tensione che risulta applicata all'inizio della trasmissione quando al circuito di entrata viene applicata la f.e.m. variabile $\mathcal{E}(t)$.

Con riferimento alle notazioni della figura, si ha facilmente che

$$\mathcal{V}_1(t) = \mathcal{E}(t) - \mathcal{Z}_a[\mathcal{J}_0(t) + \mathcal{J}_c(t)] - \mathcal{Z}_b\mathcal{J}_1(t)$$

$$\mathcal{J}_c(t) = \frac{1}{\mathcal{Z}_c}\left[\mathcal{V}_1(t) - \mathcal{Z}_b\mathcal{J}_1(t)\right]$$

Sostituendo e risolvendo, si ha:

$$\mathcal{V}_1(t) = \left(\frac{\mathcal{Z}_c}{\mathcal{Z}_a + \mathcal{Z}_c}\right)\mathcal{E}(t) - \left(\frac{\mathcal{Z}_a\mathcal{Z}_c}{\mathcal{Z}_a + \mathcal{Z}_c} + \mathcal{Z}_b\right)\mathcal{J}_1(t) \tag{76}$$

In quest'ultima formula, il coefficiente della $\mathcal{J}_1(t)$ rappresenta l'impedenza generalizzata di corto del circuito di entrata, e cioè l'operatore che trasformerebbe la tensione applicata in $\mathcal{V}_1(t)$ nella corrente circolante nell'impedenza $\mathcal{Z}_b$, qualora fosse $\mathcal{E}(t) = 0$. Possiamo indicare questa impedenza generalizzata, col simbolo $\mathcal{Z}_k$, ed osservare che la relazione (76), conserva la stessa forma qualunque sia la conformazione del circuito di entrata. In generale è:

$$\mathcal{V}_1(t) = \mathcal{A}\,\mathcal{E}(t) - \mathcal{Z}_k\mathcal{J}_1(t) \tag{76 bis}$$

dove la grandezza generalizzata $\mathcal{A}$ è priva di dimensioni e $\mathcal{Z}_k$ ha le dimensioni di una resistenza e conserva il significato precisato sopra.

Tenuto conto ora che, per le nostre premesse, è:

$$\mathcal{J}_1(t) = \frac{1}{\mathcal{Z}_1}\mathcal{V}_1(t),$$

si ha che:

$$\mathcal{V}_1(t) = \left(\frac{\mathcal{A}}{1 + \frac{\mathcal{Z}_k}{\mathcal{Z}_1}}\right)\mathcal{E}(t)$$

La valutazione dell'operatore (77), fornisce dunque la tensione applicata alla trasmissione: questa tensione si propaga, per quanto abbiamo detto in base alla legge:

$$\mathcal{V}_{1x}(t) = e^{-px}\mathcal{V}_1(t) \qquad \text{per } x < l$$

essendo $p = \sqrt{\mathcal{Y}\mathcal{Z}}$.

Per $x = l$, si ha riflessione secondo le leggi che già conosciamo

[vedi formule (74) e (75)]: quindi la tensione:

$$\mathcal{V}_{1l}(t) = l^{-pl}\,\mathcal{V}_1(t)$$

si trasforma nella:

$$\mathcal{V}'_{1l} = \left(\frac{Z_\tau - Z_1}{Z_1 + Z_\tau}\right) e^{-pl}\,\mathcal{V}_1(t)$$

Ora tutto avviene come se l'origine fosse spostata all'estremità della linea: la propagazione procede in senso opposto e ad x si dovrà sostituire $l - x$, per cui nell'intervallo:

$$\frac{l}{v} < t < \frac{2\,l}{v}$$

si ha:

$$\mathcal{V}_{1(2l-x)}(t) = \left(\frac{Z_\tau - Z_1}{Z_1 + Z_\tau}\right) e^{-p(l-x)}\,\mathcal{V}_{1l}(t)$$

$$= \left(\frac{Z_\tau - Z_1}{Z_1 + Z_\tau}\right) e^{-p(2l-x)} \cdot \mathcal{V}_1(t)$$

In modo del tutto analogo, si procede quando l'onda di tensione raggiunge di nuovo l'origine, si inizia allora per la seconda volta la propagazione dell'onda di tensione nel senso diretto, secondo la legge:

$$\left(\frac{Z_k - Z_1}{Z_k + Z_1}\right) \mathcal{V}_{1,2l}(t)$$

dove l'impedenza Z_k ha il significato che già conosciamo e rappresenta l'impedenza offerta dal circuito di entrata all'onda di tensione riflessa. La propagazione continua poi per riflessioni successive, in base alle stesse leggi.

Ponendo ora:

$$\frac{\mathcal{A}}{1 + \dfrac{Z_k}{Z_1}} = \Theta$$

$$\frac{Z_\tau - Z_1}{Z_1 + Z_\tau} = \psi$$

$$\frac{Z_k - Z_1}{Z_1 + Z_k} = \Phi$$

dove naturalmente i simboli Θ, Ψ, Φ rappresentano delle funzioni dell'operatore Δ, possiamo scrivere l'espressione generale della tensione in un punto qualsiasi x della trasmissione della fig. 13 sotto la forma seguente:

$$\mathcal{V}_{1x}(t) = [e^{-px} + \psi\, e^{-p(2l-x)} + \psi\,\Phi\, e^{-p(2\,+x)} + \psi^2\,\Phi\, e^{-p(3l-x)} + \ldots]\,\Theta\, E(t) \qquad (78)$$

Questa espressione è molto più generale di quella a cui è giunto il Carson nella sua opera sulla teoria dei circuiti elettrici [6] ed inoltre, il procedimento seguito per ottenerla ci sembra molto più semplice ed intuitivo.

Dato che nei casi particolari, il calcolo dell'espressione (78) è alquanto lungo, conviene procedere secondo l'ordine seguente:

Si procede innanzi tutto al calcolo della funzione caratteristica dell'espressione (78) e quindi alla valutazione relativa alla $\mathcal{E}(t)$ data: è da osservare comunque che nella maggior parte dei casi si tratta di determinare la $\mathcal{V}_{1x}(t)$ per $\mathcal{E}(t) = 1\,(t)$.

1º) Si individuano sull'abbaco della fig. 11 le curve che rappresentano le funzioni:

$$v_a(t) = e^{-px}\,1\,(t)$$
$$v_b(t) = e^{p(2l-x)}\,1\,(t)$$
$$v_c(t) = e^{-p(2l+x)}\,1\,(t) \text{ ecc.}$$

fino ad ottenere un termine di entità trascurabile rispetto al primo.

2º) Si valutano le espressioni:

$$\mathcal{W}_a(t) = \Theta\, v_a(t),$$
$$\mathcal{W}_b(t) = \Theta\,\Psi\, v_b(t),$$
$$\mathcal{W}_c(t) = \Theta\,\Psi\,\Phi\, v_c(t), \text{ ecc.}$$

La funzione caratteristica si ottiene in queste condizioni facendo la somma (preferibilmente per via grafica) delle funzioni $\mathcal{W}_a(t)$; $\mathcal{W}_b(t)$; $\mathcal{W}_c(t)$, ecc.

Naturalmente si è supposto che la trasmissione sia priva di conduttanza di dispersione.

Quando è necessario, l'espressione della corrente nel circuito di estremità del cavo, si ottiene facilmente dalla relazione seguente:

$$I_\tau(t) = \frac{1}{Z_\tau}\,\mathcal{V}_{1l}(t) \qquad (79)$$

dove la $\mathcal{V}_{1l}(t)$ si determina come già spiegato.

Calcoli del genere si rendono talvolta necessari nello studio del comportamento dei lunghi cavi telegrafici e telefonici, specialmente in relazione all'influenza che sulla trasmissione hanno i circuiti di estremità. Si riconoscerà facilmente che l'abbaco della fig. 11 elimina il lavoro più faticoso di tutta la determinazione dato che fornisce direttamente le funzioni $\mathcal{V}_a(t)$, $\mathcal{V}_b(t)$, $\mathcal{V}_c(t)$, ecc., che dipendono dalla valutazione di un operatore alquanto complesso. La determinazione delle funzioni $\mathcal{W}_a(t)$, $\mathcal{W}_b(t)$, ecc., si fa per via grafica in modo relativamente semplice.

Si intuisce facilmente che se si dovesse procedere a calcoli del genere usando i metodi ordinari dell'analisi infinitesimale si urterebbe contro difficoltà formidabili derivanti dalla complessità delle formule finali e dalla quasi impossibilità di interpretarle dal punto di vista fisico. Heaviside, che è stato il primo a trattare problemi del genere, ha seguito un'altra via e cioè si è sforzato di applicare anche in questi casi il teorema dello sviluppo; il suo metodo conduce però ad un risultato espresso sotto forma di serie trigonometriche molto complesse ed i cui termini dipendono dalla risoluzione di equazioni trascendenti spesso complicatissime: la discussione della convergenza di queste serie è spesso molto delicata: ciò non esclude comunque che in qualche caso il metodo di Heaviside sia molto utile e di ciò daremo un esempio più avanti. *(continua)*.

SULLE UNITÀ ELETTRICHE E MAGNETICHE

C. SOMIGLIANA

Si espongono in modo semplice i principî su cui sono fondati tutti i possibili sistemi di unità elettriche e magnetiche.

Recenti interessanti articoli comparsi su *L'Elettrotecnica* riguardanti i sistemi di unità, e varie questioni che vi si connettono, (n. 2, 3, 1935) hanno richiamato alla mia memoria un procedimento di cui mi sono servito parecchi anni or sono (Rendiconti del Reale Istituto Lombardo, v. 53, 1900) per stabilire i fondamenti dei sistemi di unità di misura elettriche e magnetiche. Quel procedimento è assai semplice ed indipendente da qualsiasi considerazione di ordine generale sui concetti fondamentali della meccanica, o della fisica, o sui metodi di misura delle grandezze.

Effettivamente è sempre possibile, risalendo ai concetti e postulati primitivi delle nostre teorie, inquadrare qualsiasi ricerca in uno schema di natura, in certo modo, filosofica, o che si connette in ultima analisi colla teoria della conoscenza. Così si può procedere anche per la questione delle unità. Ma non è, questo delle unità, un argomento privilegiato, per cui un tale inquadramento sia indispensabile. Può, sotto qualche aspetto, essere utile, ma non è affatto necessario.

Ecco dunque come può essere formulato, da un puro punto di vista fisico e meccanico, il problema delle unità elettriche e magnetiche. Non mi propongo di esporre risultati sostanzialmente nuovi, il che sarebbe assai difficile in una così *vexata quaestio*, ma unicamente di presentare le cose nella forma che mi sembra la più semplice possibile.

Ammettiamo le leggi elementari di Coulomb per le forze elettriche e magnetiche, scrivendole nella forma solita:

$$F_e = A\,\frac{e\,e'}{r^2}, \quad F_\mu = B\,\frac{\mu\,\mu'}{r^2} \qquad (1)$$

ove e, e' sono quantità di elettricità; μ, μ' quantità di magnetismo, per cui ammettiamo soltanto che siano grandezze misurabili, A e B sono costanti di proporzionalità, per ora, completamente arbitrarie. La r rappresenta una distanza.

Assumiamo anche come nota l'espressione del potenziale elet-

tromagnetico di una corrente chiusa di intensità i sopra un polo magnetico μ. Questa espressione é

$$\Omega = C\, i\, \mu \int_s \frac{\partial\, 1/r}{\partial n}\, ds \tag{2}$$

e, come è ben noto, l'integrale del secondo membro rappresenta l'angolo visuale solido della linea del circuito vista dal punto potenziato. La superficie s è un diaframma arbitrario che chiude il circuito; infine C una costante di proporzionalità. La prima questione che si presenta è questa: le costanti A, B, C possono essere illimitatamente arbitrarie, o sono soggette a qualche vincolo?

Se indichiamo con l, m, t le unità di lunghezza, massa e tempo, che ammettiamo fissate invariabilmente, ed usiamo la notazione di Maxwell per le equazioni dimensionali, dalle (1), (2) ricaviamo:

$$[F_e] = \left[A \frac{e\, e'}{r^2}\right] = l\, m\, t^{-2} \qquad [F_\mu] = \left[B \frac{\mu \mu'}{r^2}\right] = l\, m\, t^{-2}$$

$$[\Omega] = [C\, i\, \mu] = l^2\, m\, t^{-2}$$

in quanto F_e, F_μ sono forze, Ω un lavoro. Da queste relazioni risulta subito:

$$\left[\frac{e^2}{i^2}\right]\left[\frac{A\,B}{C^2}\right] = l^2. \tag{3}$$

Ora si ammette ordinariamente che l'intensità di corrente sia il rapporto fra una quantità di elettricità ed un tempo, per cui:

$$[i] = \left[\frac{e}{t}\right]$$

Segue perciò dalla (3):

$$\left[\frac{A\,B}{C^2}\right] = \frac{l^2}{t^2}$$

cioè il rapporto $A\,B : C^2$ ha le dimensioni del quadrato di una velocità, e perciò le costanti A, B, C non possono essere completamente arbitrarie.

Considerazioni che è superfluo ripetere ci dicono che fissare le costanti A, B, C equivale a fissare le unità fondamentali di misura, e reciprocamente, fissate le unità, sono determinate le costanti. Supponiamo ora di avere due sistemi di unità di misura, cui corrispondono rispettivamente le costanti:

$$A\,,\ B\,,\ C \quad ; \quad A_1\,,\ B_1\,,\ C_1$$

indicheremo con e_1, μ_1, i_1 nel secondo sistema, le quantità e, μ, i del primo. Scrivendo le formule (1), (2) nel secondo sistema di unità, (supponendo anche per semplicità $e' = e$, $\mu' = \mu$) avremo:

$$A\, e^2 = A_1\, e_1^2\,, \qquad B\, \mu^2 = B_1\, \mu_1^2\,,$$

$$C\, i\, \mu = C_1\, i_1\, \mu_1$$

da cui:

$$\frac{A_1}{A} = \frac{e^2}{e_1^2} \qquad \frac{B_1}{B} = \frac{\mu^2}{\mu_1^2} \qquad \frac{C_1}{C} = \frac{i\,\mu}{i_1\,\mu_1}.$$

Ma i rapporti $e^2 : e_1^2$, $\mu^2 : \mu_1^2$ sono puri numeri che possiamo indicare con p^2, q^2. Ed avremo anche, secondo la definizione d'intensità di corrente:

$$\frac{i}{i_1} = \frac{e}{e_1} = p.$$

Ne vengono le relazioni:

$$\frac{A_1}{A} = p^2 \qquad \frac{B_1}{B} = q^2 \qquad \frac{C_1}{C} = p\, q$$

da cui:

$$\frac{A\,B}{C^2} = \frac{A_1\,B_1}{C_1^2}.$$

Questo rapporto, che abbiamo visto essere dimensionalmente il quadrato di una velocità, ha quindi *valore identico* in tutti i sistemi possibili di unità. Possiamo quindi scrivere la relazione:

$$\frac{A\,B}{C^2} = v^2 \tag{4}$$

ove v rappresenta una costante caratteristica di tutti i fenomeni elettro-magnetici. Purchè, naturalmente, questi fenomeni avvengano nelle stesse condizioni. Ciò non si verifica, se il mezzo, attraverso al quale le azioni elettro-magnetiche si manifestano, viene a cambiare.

Siamo quindi condotti ad attribuire alla costante v il carattere di costante caratteristica del mezzo, nel quale avvengono le azioni elettromagnetiche.

Se ora poniamo la domanda: *Quanti sistemi di unità elettro-magnetiche possono esistere in un determinato mezzo?* Dovremo rispondere: *Ne può esistere una doppia infinità, poichè delle tre costanti A, B, C due sono arbitrarie, mentre la terza è determinata dalla relazione* (4). Possiamo così caratterizzare ogni sistema di unità mediante la terna dei corrispondenti valori delle costanti A, B, C. Così avremo la seguente tabella:

	A	B	C
Sistema elettrostatico	1	v^2	1
» elettromagnetico	v^2	1	1
» di Gauss	1	1	$1/v$

E così per qualsiasi altro sistema. Segue di qui, se indichiamo con e_e, e_μ le unità di elettricità rispettivamente nel sistema elettrostatico ed elettromagnetico, che si deve avere:

$$e_e^2 = v^2\, e_\mu^2 \quad \text{ossia} \quad v = \frac{e_e}{e_\mu}$$

relazione ben nota, celebre nella storia dell'elettro-magnetismo.

Considerazioni sostanzialmente simili, se non identiche nella forma, alle precedenti si possono trovare nell'opera: *Misure elettriche* del Prof. Lorenzo Ferraris (Torino, U.T.E.T., 1932), che sono lieto di ricordare.

Supponiamo ora di considerare due mezzi di cui l'uno sia un dielettrico caratterizzato da una costante dielettrica ε e da una permeabilità magnetica η, mentre l'altro sia l'etere, per cui supponiamo $\varepsilon = 1$, $\eta = 1$. Ammettiamo che le costanti A, B, C delle formule precedenti si riferiscano all'etere, e quindi anche le formule (1) (2). Per il nuovo mezzo si abbia:

$$F_e' = A' \frac{e\,e'}{r^2}, \quad F_\mu' = B' \frac{\mu\,\mu'}{r^2}, \quad \Omega' = C'\, i\, \mu \int_s \frac{d\, 1/r}{d n}\, d s.$$

Per definizione delle costanti ε, η si ha:

$$\varepsilon = \frac{F_e}{F_e'} \qquad \eta = \frac{F_\mu}{F_\mu'}$$

quindi:

$$A' = \frac{A}{\varepsilon} \qquad B' = \frac{B}{\eta}. \tag{5}$$

Ora indichiamo con v' la velocità caratteristica del mezzo (ε, η). Fra le costanti A', B', C', v' di questo dovrà sussistere una relazione analoga alla (4), cioè:

$$\frac{A'\,B'}{C'^2} = v'^2$$

e anche, per la (4) e le (5),

$$\frac{A\,B}{\varepsilon\,\eta\, C'^2} = v'^2 \quad \text{cioè} \quad \frac{C}{C'} = \frac{v'}{v}\sqrt{\varepsilon\,\eta}. \tag{6}$$

Risulta così determinato il rapporto $C : C'$, al pari dei rapporti $A : A'$, $B : B'$.

Sappiamo che la quantità $4\pi\, C\, i\, \mu$ rappresenta il lavoro della forza elettromagnetica quando il polo magnetico, a cui è applicata, compie un cammino concatenato col circuito della corrente. Se si ammette che questo lavoro sia identico nei due mezzi considerati, cioè $4\pi\, C\, i\, \mu = 4\pi\, C'\, i\, \mu$, dovrà essere $C = C'$, e quindi:

$$v' = \frac{v}{\sqrt{\varepsilon\,\eta}} \tag{7}$$

relazione classica ben nota. Ma se ammettiamo invece che il lavoro $4\pi\, C\, i\, \mu$ possa variare a seconda del mezzo che si considera, sussisterà soltanto la relazione (6) che determina la costante C' relativa al mezzo (ε, η) in funzione di queste due costanti e dell'indice di rifrazione $v' : v$ corrispondente ai due mezzi.

Sono ben note le divergenze, che l'esperienza ha verificato, dalla formula (7) per molti corpi liquidi e solidi, mentre si è trovato buon accordo per molte sostanze gassose.

Quando la formula (7) non sia valida, le formule precedenti mostrano come debbono essere modificate le relazioni fondamentali, nelle quali sarà necessario introdurre la nuova costante v'. Ed insieme alle (5) si avrà la relazione:

$$C' = C \frac{v}{v' \sqrt{\epsilon \eta}}.$$

Qualora non si supponga $\epsilon = 1$, $\eta = 1$ per l'etere, ma si ammettano per l'etere due costanti ϵ_0, η_0 come per gli altri mezzi, nelle formule precedenti alle costanti ϵ, η si dovranno sostituire i rapporti:

$$\frac{\epsilon}{\epsilon_0}, \quad \frac{\eta}{\eta_0}.$$

Altre molte questioni si possono connettere con quella delle unità, come cambiamenti delle unità fondamentali di lunghezza, di massa, di tempo, aggiunta di nuove unità fondamentali, razionalizzazione, come suol dirsi, ossia trasporto del fattore 4π da una ad altra formula, determinazione fisica dei campioni di unità. Ma sono questioni di opportunità, o di pratica utilità, ed in esse le opinioni possono essere diverse.

In questa breve Nota ho voluto richiamare soltanto ciò in cui tutti *possono* — e si potrebbe anche dire *debbono* — convenire.

LE INSERZIONI ERRATE DI CONTATORI DOPPI CON TRASFORMATORI DI MISURA: UN APPARECCHIO PER EVITARLE

C. CIANCI

L'autore, fissate le condizioni a cui un contatore doppio, inserito con trasformatori di misura sull'a. t., deve soddisfare perchè risulti bene inserito, descrive un apparecchio che permette di verificare quelle condizioni.

Come è noto, in una misura di potenza trifase con trasformatori di tensione e di corrente non si può dalle semplici letture dei wattmetri o contatori inseriti stabilire se l'installazione è o no esatta (salvo alcuni casi speciali, e sempre con l'ausilio di noti accorgimenti), e tutti i tecnici che hanno trattato questo problema, dopo aver ampiamente illustrato le diverse inserzioni sbagliate, son venuti alla conclusione un po' malinconica che in linea generale per decidere sull'esattezza o meno di un'inserzione anche con carico equilibrato o è necessario installare un altro gruppo (trasformatori-contatori) e confrontare le indicazioni dei due, oppure è necessario seguire (ma quasi mai è possibile) i canapetti ed esser certi che le polarità dei trasformatori non siano errate, far variare il fattore di potenza ed osservare il comportamento delle indicazioni dei wattmetri, ecc. La nota regoletta delle quattro letture, per la quale in un impianto equilibrato, inseriti i due wattmetri o un contatore doppio, staccata la tensione centrale, le letture dei due strumenti s'invertono e si dimezzano se il contatore è bene inserito, non sempre è valida e, come ha messo in evidenza il De Pol (1) è valida solo se la fase centrale è al morsetto centrale del contatore doppio.

Non è nostro intendimento in queste note di trattare il problema dal lato teorico, cosa ormai superflua, dato che in due eccellenti studi (2) esso è stato trattato esaurientemente, ma solo di presentare un apparecchio atto ad evitare qualsiasi inserzione errata, con carico equilibrato, o poco squilibrato, e con qualsiasi natura di carico (ohmico, induttivo o di capacità). Come principio fondamentale del nostro apparecchio sta il fatto che se noi studiamo le suddette diverse inserzioni sbagliate (3), noi, ragionando « a contrario », verremo alla conclusione che il contatore è bene inserito se:

1°) non esiste alcuna corrente o tensione invertita rispetto all'altra, e sia le correnti che le tensioni hanno nel contatore lo stesso senso;

2°) la fase centrale di tensione è al suo posto di centro;

3°) il senso ciclico delle correnti e quello delle tensioni è identico.

Quindi, se noi costruiamo un apparecchio il quale ci permetta di poter ottemperare contemporaneamente a queste tre condizioni, noi saremo certi che l'inserzione è esatta anche senza dover seguire canapetti, far uso di suonerie, provare polarità, osservare indicazioni di wattmetri, ecc. Queste condizioni, che sono, naturalmente, necessarie e sufficienti per la giusta inserzione sia di un contatore a due sistemi wattmetrici che di uno a tre, risultano più evidenti per quest'ultimo tipo di contatore, e noi creeremo nel nostro apparecchio un tal genere di contatore il quale, a differenza del primo, ha la proprietà, se bene inserito, che il senso di marcia dei dischi dei tre sistemi è positivo con qualsiasi fattore di potenza.

Quanto sopra detto vale come spiegazione dei principî su cui si fonda il nostro apparecchio, il quale (fig. 1) come tutti quelli congeneri, è un insieme di circuiti e strumenti che potrebbero anche stare a sè soli, e, dopo averlo sommariamente descritto, passeremo a indicarne il funzionamento estremamente semplice e pratico.

Descrizione dell'apparecchio.

Si hanno dunque nell'apparecchio nove morsetti, di cui quattro amperometrici a_1, a_2, a_3, a_4, tre voltmetrici v_1, v_2, v_3, e due ancora a e b ai quali, staccati i trasformatori di tensione dalla rete, si dà una tensione di 50-100 volt (fig. 1).

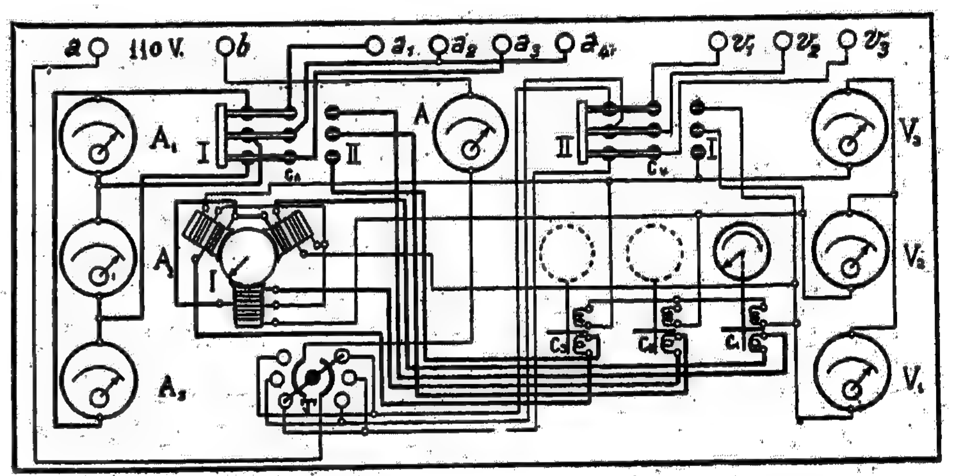


Fig. 1.

I quattro morsetti amperometrici, di cui quelli designati con a_2 e a_4 sono uniti tra loro per poter permettere le semplici manovre di cui diremo, vanno al centro di un commutatore tripolare C_a A il quale, messo nella posizione I, permette di inserire i tre amperometri A_1, A_2, A_3, (a sinistra di chi guarda la figura) a triangolo; messo invece nella posizione II, si vengono ad alimentare le amperometriche di tre piccoli contatori C_1, C_2, C_3, che hanno alla somma degli assi dei dischi tre indici che si vedono girare sotto tre piccoli vetri. In serie con le dette amperometriche sono inoltre le bobine di un indicatore di campo I il quale reca ancora sugli stessi nuclei quelle voltmetriche, dimodochè lo stesso strumento può servire sia per le correnti che per le tensioni (fig. 2).



Fig. 2.

I tre morsetti voltmetrici v_1, v_2, v_3 sono ugualmente collegati

(1) P. De Pol: Sugli errori d'inserzione degli strumenti trifasi. - *L'Elettrotecnica*, 1933, pag. 437.

(2) Oltre quello del De Pol esistono due accurati studi in proposito, dello Ziemendorff, E.T.Z., 1924, pag. 952, e del Dehrman, Der Elektrische Betrieb, 1924, fascicolo I, pag. 1. Poi ancora del Gocht (E.T.Z.), 1928, pagina 1539, ecc.

(3) Per lo studio di esse rimandiamo ai due lavori suddetti e al volume del Cianci: Inserzione e verifica di misuratori trifasi, ove si possono trovare, trasformate in forma più pratica, le formule date dal Ziemendorff.

al centro di un commutatore C_v, il quale nella posizione I inserisce a stella tre voltmetri, alimenta inoltre, s'intende in derivazione, le voltmetriche dei tre piccoli contatori, nonchè, come si è detto, le bobine dell'indicatore di campo. Nella posizione II invece fa in modo che la tensione data ai morsetti *a* e *b* (sinistra) vada, mediante un contattore *T*, ad alimentare, attraverso i fili di tensione, i secondari dei trasformatori di tensione connessi a V, e l'amperometro *A* situato al centro dell'apparecchio ci indicherà (in *m A*) la corrente che attraversa i fili di tensione nelle diverse posizioni del detto contattore *T*.

Funzionamento ed uso dell'apparecchio.

Innanzi tutto, se due poli dei trasformatori di corrente son messi a terra insieme con quello centrale di quelli di tensione, staccarli e lasciare isolati l'uno dall'altro i trasformatori.

1°) *Ricercare se c'è una tensione invertita.* — Premettiamo che i quattro morsetti dei trasformatori di tensione possono essere collegati in quattro modi diversi, dei quali due presentano una tensione invertita, uno ha le tensioni giuste e un altro le ha tutte e due invertite. Tutti e quattro questi schemi sono rappresentati a fig. 3 in cui, dato che ci sono ignote le polarità dei trasformatori,

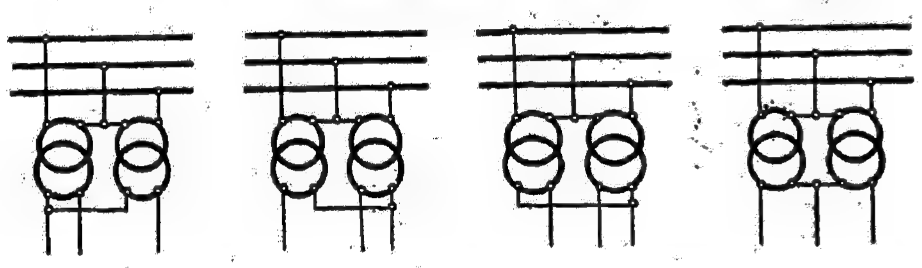


Fig. 3.

non abbiamo, naturalmente, specificato per ognuno a quale categoria corrisponde. Conviene però aggiungere che, trattandosi di correnti alternate, non ha significato la denominazione « invertita » presa a sè sola (cioè senza riferirla al senso di un'altra grandezza), quindi noi nel caso attuale possiamo considerare giuste sia le tensioni già denominate tali, sia quelle che si hanno invertendole *tutte e due*. Come vedremo, sia quelle che queste daranno indicazioni wattmetriche positive usando il nostro apparecchio ([4]). Aggiungiamo ancora che alcuna ragione nè pratica nè teorica impedisce in una misura di potenza su un circuito trifase a tre fili di invertire gli attacchi amperometrici e voltmetrici, essendo le due inserzioni perfettamente simili, anzi, secondo la primitiva formula Aron (*E. T. Z.*, 1892, pagina 193) i wattmetri si inseriscono in modo da dover sottrarre algebricamente l'indicazione del secondo da quella del primo. Il De Pol giustamente nella sua trattazione esplicitamente non crede di considerare questo caso, escludendo esso alcun errore. Premesso ciò, per ricercare se c'è una tensione invertita rispetto all'altra, attacchiamo i tre fili di tensione ai tre morsetti voltmetrici v_1, v_2 e v_3 dell'apparecchio, e giriamo il commutatore corrispondente nella posizione I. Se noi usassimo tre voltmetri per misurare le tensioni 1 — 2, 2 — 3 e 3 — 1, essi ci darebbero la stessa indicazione se non ci fosse alcuna tensione invertita, e queste sarebbero o tutte e due giuste o tutte e due invertite. Se invece una tensione è invertita rispetto all'altra, le tre tensioni secondarie formeranno un triangolo isoscele (fig. 4) in cui, posti eguali a 1 i due lati eguali, il terzo risulta 1,73.

Nell'apparecchio si è preferito disporre tre voltmetri di impedenze eguali, collegati a Y i quali forniscono le tensioni stellate formate dai tre segmenti di mediane del detto triangolo. Esse sono, in virtù di noti teoremi di geometria elementare ([5]), pari rispettivamente a $1/3$; $\sqrt{7}/3$; $\sqrt{7}/3$, intesi ancora unitari i lati eguali del triangolo isoscele.

Nel caso dunque che i voltmetri connessi a stella diano indicazioni risultanti fra loro nel rapporto $1 : \sqrt{7} : \sqrt{7}$ ciò significa che una tensione è invertita, e occorre poter avvicinare i due trasformatori di tensione e scambiare in uno dei essi gli attacchi al secondario; dopo di ciò i tre indici dei voltmetri dovranno dare *necessariamente* la stessa indicazione e le tensioni saranno o tutte e due invertite o tutte e due giuste ([6]).

2°) *Identificare il filo che corrisponde alla fase centrale.* — Per fare ciò, nel caso che nel lato A. T. in luogo di tre coltelli indipendenti (nel qual caso è estremamente facile individuare sulla bassa la fase centrale) ([7]) esista una terna a comando simultaneo, si stacchi questa lasciando in tal modo isolati i due trasformatori di ten-

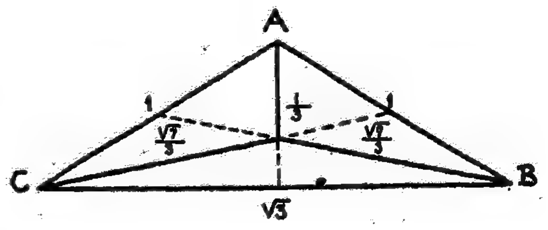


Fig. 4.

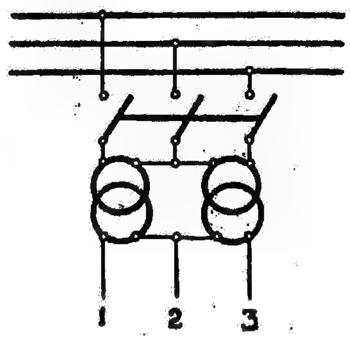


Fig. 5.

sione connessi a V. Fra i morsetti 1 e 3 (fig. 5), esisterà un'impedenza di valore doppio che non fra i morsetti 1 e 2 e 2 e 3; questo fatto appunto utilizzeremo per la nostra ricerca.

Messo il commutatore C_v nella posizione II, applichiamo tra i due morsetti *a* e *b* una tensione di 110 V circa ([8]); leggeremo adesso all'apposito amperometro *A* la corrente che attraversa il circuito e ne prenderemo nota; sposteremo successivamente il contattore nelle posizioni II e III e leggeremo ancora le correnti corrispondenti. Come è ovvio, i fili « laterali » saranno quelli fra i quali passa la corrente minore e quello rimasto sarà quello centrale.

([4]) Il caso delle tensioni tutte e due invertite non è stato contemplato dai due autori citati, nè poteva esserlo, date le premesse poste a base della loro trattazione. Tuttavia, esso è possibile e non è inutile prevederlo.

([5]) Si tenga presente che, chiamati *a*, *b*, *c*, i lati di un triangolo, la mediana corrispondente al lato *a* è data da:

$$m = \sqrt{\frac{b^2 + c^2 - \frac{a^2}{2}}{2}}$$

e si ricordi che il punto d'incontro delle mediane taglia queste in segmenti che stanno tra loro come 2 a 1.

([6]) Si poteva, naturalmente, operare sulle tensioni e le correnti così come venivano dai trasformatori di misura e, in caso d'inversione, una avrebbe avuto, come è noto, un valore 1,73 volte le altre. Si sono invece ricavate le correnti concatenate e le tensioni stellate per accentuare quella differenza ed avere intensità minori negli apparecchi. Inutile dire che in questa connessione a stella invece di tre voltmetri se ne può impiegare uno solo e due impedenze eguali a quella dello strumento adoperato.

Così per le correnti, contentandosi di avere, in caso d'inversione, una corrente 1,73 volte le altre due, sarebbero sufficienti anche soltanto due amperometri. Basterebbe, dopo aver fatta una prima lettura a questi strumenti, sovrapporre, per così dire, con un commutatore le due correnti nello stesso amperometro, l'entrata con l'entrata, l'uscita con l'uscita, (o meglio quelle che si ritengono le entrate e quelle che si ritengono le uscite) (figura 6). Se la risultante fosse eguale alle primitive (che sono fra loro eguali e a 120°), non vi sarebbe alcuna inversione; se fosse 1,73 volte le primitive ci sarebbe l'inversione di una di esse, e basterebbe invertire una coppia di fili. Anche qui, dopo di ciò le amperometriche sarebbero o tutte e due giuste o tutte e due invertite. Concludendo, noi riteniamo che se è opportuno lasciare la connessione a triangolo degli amperometri per accentuale la differenza delle loro indicazioni in caso di inversione d un'amperometrica, è quasi inutile l'inserzione a stella per le tensioni, dato che mentre la stabilità di esse rende perfettamente scevra d'inconvenienti la manovra di un commutatore, la loro quasi perfetta eguaglianza (salvo inverosimili equilibri, può far appagare, in caso d'inversione, del semplice rapporto fra le letture di 1,73.

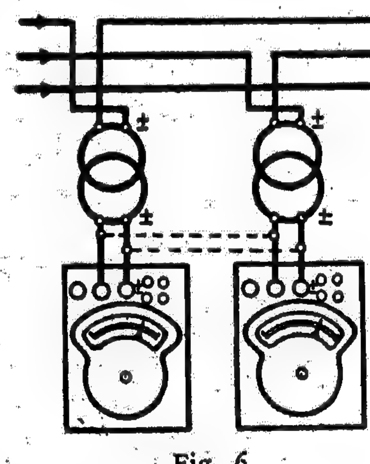


Fig. 6.

([7]) Basta attaccare i coltelli due per volta e osservare ai secondari tra quali fili c'è tensione.

([8]) Si è scelta questa tensione perchè quasi tutti i secondari dei trasformatori di tensione sono a V. 110, ma non è necessario avere detta tensione a disposizione, dato che con la corrente di una delle amperometriche si può ottenere una tensione dello stesso ordine; annesso all'apparecchio è un trasformatorino a diverse prese (tascabile) adatto allo scopo. Naturalmente, data l'enorme varietà di tipi dei trasformatori di tensione, e conseguentemente del loro assorbimento a vuoto, per avere sempre letture bene apprezzabili all'amperometro, questo si è scelto di portata media. Si può ancora far uso di una pila tascabile di quelle comuni; allora, poichè in questo caso si utilizza soltanto la resistenza ohmica degli avvolgimenti secondari dei trasformatori, e poichè questa è dello stesso ordine della resistenza dell'amperometro, dei fili conduttori e della pila stessa, si avrà fra i due fili estremi una lettura di pochi percento ($20 \div 25$) inferiore a quella fra il filo centrale e ciascuno di essi. Questa soluzione sarà forse meno evidente della precedente perchè la differenza fra le due letture è meno forte, ma egualmente sicura e inoltre più comoda.

Stabilito in questo modo qual'è il filo centrale, lo si attacchi al morsetto centrale voltmetrico v_2 (se già non vi è attaccato) e si attacchino gli altri due indifferentemente (9) ai morsetti laterali.

3°) *Stabilire il senso ciclico delle fasi di tensione.* — Attaccando il commutatore amperometrico C_A nella posizione I (per non lasciare i secondari amperometrici aperti) e lasciando attaccato quello voltmetrico nella posizione II, si osservi il senso del moto dell'indice dell'indicatore di fase.

4°) *Stabilire se un'amperometrica è invertita.* — Si può ripetere in questo caso tutto quanto è stato detto per ricercare se c'è una tensione invertita, tenendo presente che, connettendo in questo caso a triangolo i tre amperometri come a fig. 5, si fa un'operazione equivalente a quella prima compiuta connettendo a stella i tre voltmetri nei secondari dei trasformatori di tensione (fig. 7). Staccato il commutatore voltmetrico, e messo, come si è detto, quello amperometrico nella posizione I, si attacchino ai quattro morsetti amperometrici dell'apparecchio i quattro cavetti delle amperometriche a due a due. Se non v'è alcuna amperometrica invertita rispetto all'altra si avranno indicazioni perfettamente uguali (carico equilibrato) ai tre amperometri dell'apparecchio, e propriamente di valore $1/\sqrt{3}$ di quello delle correnti dei secondari dei riduttori.

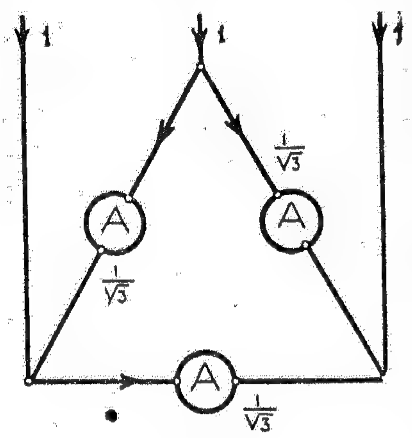


Fig. 7.

Se una delle due amperometriche è invertita, si leggeranno ai tre amperometri tre correnti proporzionali rispettivamente a 1; $\sqrt{7}$; $\sqrt{7}$. Si inverta in questo caso una coppia qualsiasi di cavetti corrispondenti ad una amperometrica. Dopo di ciò le amperometriche o saranno tutte e due invertite o tutte e due giuste. [Anche qui si possono risparmiare due amperometri: vedasi quanto detto a nota (6)]. Se invece di due cavetti bipolari se ne hanno quattro unipolari, per distinguere le due coppie di cavi, ognuna corrispondente ad un trasformatore, si provino a due a due i detti cavetti attaccandoli ai morsetti a_1 e a_2. Le due coppie di fili per le quali si avranno indicazioni agli amperometri, le quali stanno fra loro come $1:1:2$, corrisponderanno ciascuna ad un trasformatore; fatto ciò si opera come sopra detto.

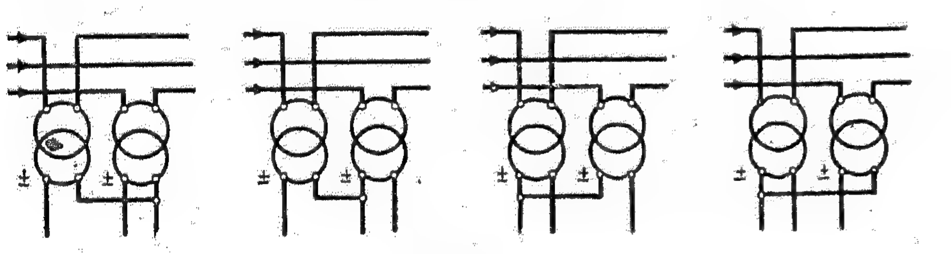


Fig. 8.

5°) *Si stabilisca adesso (e non prima di adesso) il senso ciclico delle fasi di correnti.* — Mettendo il commutatore amperometrico nella posizione II, e staccando quello voltmetrico, l'indice dell'indicatore di campo dovrà girare nello stesso senso di prima, cioè il senso ciclico delle correnti dovrà essere identico a quello delle tensioni. Se ciò non fosse, scambiare di posto le amperometriche mettendo ordinatamente la prima amperometrica dove sta la seconda e viceversa; più precisamente a_1 al posto di a_3 (e viceversa) e a_2 al posto di a_4 (e viceversa).

6°) *Mettere nella posizione II i due commutatori.* — Se noi alimentassimo le amperometriche e le voltmetriche di tre piccoli contatori (s'intende monofasi) con le correnti e le tensioni stellate suddette, essi girerebbero sempre nel senso positivo con qualsiasi fattore di potenza e con qualsiasi natura di carico, ohmico, di capacità, induttivo, (e squilibrio). Se girassero tutti e tre in senso negativo (*dato quello che precede, il senso di rotazione per tutte e tre i dischi deve essere in ogni caso lo stesso*) ciò indicherebbe l'inversione delle amperometriche o delle voltmtriche, e basterebbe invertire i capi delle due amperometriche. Dopo di ciò, portare ordinatamente ciascun canapetto dai morsetti dell'apparecchio a quelli del contatore e questo risulterà bene inserito. Naturalmente, invece di usare tre contatori, se ne può usare uno solo, sostituendo gli altri due con impedenze eguali a quella del contatore rimasto.

È bene avvertire che le operazioni sopra descritte si devono susseguire nell'ordine col quale sono state esposte, dato che l'anticipare o posporre una di esse può indurre in risultati sbagliati. Per esempio, se prima di stabilire se c'è qualche amperometrica invertita si ricerca il senso ciclico di esse, il risultato risulta senz'altro sbagliato.

Per esempio ancora, tutti e tre i dischi di cui al n. 6 possono girare tutti e tre positivamente e non ostante ciò essere il contatore inserito male, viceversa il girare nel senso positivo dei tre dischi è indizio infallibile che il contatore è bene inserito dopo aver eseguito con ordine le operazioni di cui ai numeri precedenti.

(9) « Indifferentemente » solo se, come per un buon contatore ordinario, non importa inserire lo strumento nel senso 1-2-3 o nel senso 3-2-1. Se si trattasse di un contatore di energia reattiva o fasometro, si metterebbero le tensioni e conseguentemente le correnti nell'ordine dovuto. Propriamente, se la lancetta dell'indicatore di campo gira nel senso delle lancette di un orologio si avrà il contatore inserito come a fig. 9 *a*); se gira nel senso contrario, come a fig. 9 *b*).

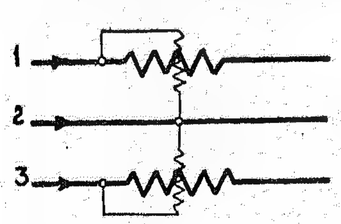


Fig. 9*a*.

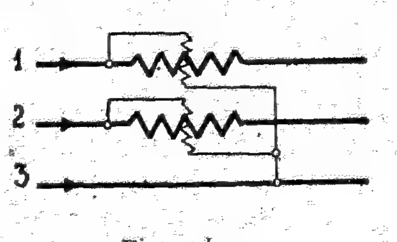


Fig. 9*b*.

APPENDICE.

Questo nostro apparecchio dà modo di evitare anche due altre inserzioni sbagliate non trattate dai due autori citati perchè non rientranti nel quadro di quelle che loro hanno considerato, ma non per questo meno frequenti, quelle cioè per le quali vengono messe in serie o in opposizione i secondari dei trasformatori di corrente. Esse, che sono state ampiamente trattate da U. Möllinger (10) possono aver luogo quando si usano tre fili invece di quattro dai trasformatori di corrente ai morsetti del contatore, dopo aver unito fra loro le due entrate o le due uscite dei trasformatori di corrente, o meglio, quelle che si credono le entrate o le uscite. Poichè noi non sappiamo quali sono dette entrate e uscite, anche qui, come per le voltmetriche, i casi sono quattro: e cioè possono essere unite fra fra loro le due entrate o le due uscite o, in due modi diversi un'entrata con un'uscita (fig. 8). Queste due ultime inserzioni, che sono senz'altro sbagliate, ci vengono rivelate subito dal nostro apparecchio perchè, attaccati i tre canapetti ai morsetti a_1, a_2, a_3, vedremo anche in questo caso che le indicazioni degli amperometri staranno fra loro come $1:\sqrt{7}:\sqrt{7}$. Certi in tal modo che le connessioni ai secondari dei trasformatori di corrente sono sbagliate, occorrerà poterli avvicinare e unire per esempio 2 con 4 o 3 con 1. Dopo ciò, sicuri ormai di aver collegato o due « entrate » o due « uscite » occorre

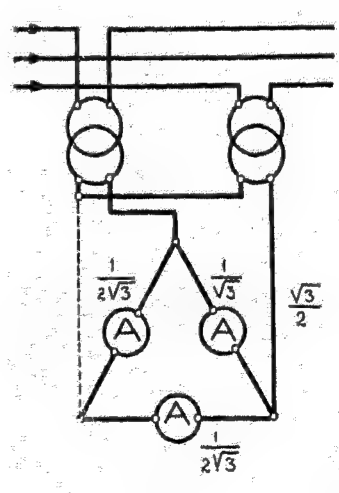


Fig. 10.

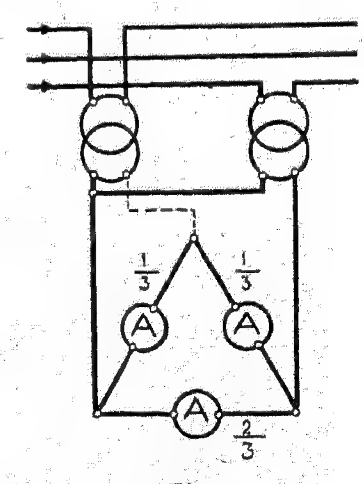


Fig. 11.

che il filo comune sia collegato al morsetto 2 (comune) dell'apparecchio. Per far ciò, attaccati i tre canapetti a_1, a_2, a_3 si stacchino uno alla volta (operare sollecitamente perchè in un certo momento un secondario resterà aperto) i tre canapetti: i tre amperometri (fig. 10 e 11) segneranno due volte indicazioni proporzionali a $1:1:2$ (fig. 11) e una volta indicazioni che *rispetto alle primitive* staranno come 0,866 : 0,866 : 1,732, cioè minori delle primitive (fig. 10). Il canapetto che, staccato, farà dare queste ultime indicazioni agli amperometri, sarà quello centrale. (Tutto ciò se il carico non è variato). Conosciuti i fili laterali che devono andare ai morsetti A_1 e A_3 e quello centrale che deve andare al morsetto A_2, sappiamo, come precedentemente, che non esiste nell'apparecchio alcuna amperometrica invertita rispetto all'altra, ed esse sono tutte e due giuste o tutte e due invertite.

(10) U. Möllinger: Eine eigenartige Stromvandler - Fehlschaltung beim Anschluss von Drehstromzählern, - *Siemens Zeitschrift*, marzo 1927.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Gli sviluppi nell'Industria Elettrotecnica Americana nel 1934. — Anche l'anno 1934 è stato caratterizzato negli Stati Uniti d'America dalla tendenza a procedere ad un rimodernamento degli Impianti industriali. Ciò è provato da una richiesta insolita di motori con caratteristiche speciali, sia meccaniche sia elettriche, in modo da poter ottenere il massimo rendimento delle macchine azionate.

Nonostante però il notevole lavoro di rimodernamento fatto nel corso degli ultimi anni, si ritiene che più della metà del macchinario elettrico degli stabilimenti americani possa oggidì considerarsi ancora antiquato, e ciò in seguito ai più recenti perfezionamenti apportati agli equipaggiamenti elettrici in genere.

Allo sviluppo dell'industria elettrotecnica in America ha notevolmente contribuito la General Electric Company, e perciò, da un'analisi del lavoro da essa eseguito in tale anno, si può avere un'idea dei progressi fatti dall'industria elettrotecnica americana.

Nel campo dell'industria elettrica si è verificato un notevole lavoro di rimodernamento negli impianti di quadri di manovra e distribuzione. Un'importante Società elettrica americana ha provveduto a ricostruire tre turboalternatori ed è riuscita ad ottenere un miglioramento nel rendimento del 25 % circa.

Nel campo delle installazioni di bordo merita di essere segnalato il varo della prima nave nella quale tutti gli azionamenti degli ausiliari vengono eseguiti per mezzo di motori a corrente alternata. Oltre a consentire una semplificazione degli equipaggiamenti elettrici, ciò ha permesso di ridurre notevolmente il peso degli equipaggiamenti stessi, il che è un elemento di grande importanza nel campo delle costruzioni navali.

In relazione ai lavori di elettrificazione della Ferrovia di Pennsylvania è stato costruito un nuovo tipo di locomotore a profilo aerodinamico che può sviluppare una velocità massima di 175 chilometri all'ora.

Si è inoltre verificato un notevole incremento nell'adozione di automotrici diesel-elettriche.

Anche nel campo della trazione filoviaria nel 1934 si sono verificati notevoli progressi ed attualmente sono in circolazione in Americo oltre 450 veicoli filoviari. Fu anche studiato un tipo perfezionato di vettura con equipaggiamento tale da permettere una grande accelerazione ed una rapida frenatura senza disturbo per i viaggiatori. È stato pure sviluppato un tipo di veicolo che può funzionare sia come autobus benzoelettrico, sia come vettura filoviaria.

Notevoli progressi sono stati pure realizzati nel campo della refrigerazione; oltre ai frigoriferi per i soliti usi commerciali e domestici, sono stati costruiti diversi tipi per impiego in unione a raddrizzatori a vapore di mercurio e a bagni di tempera dell'acciaio.

Anche ai condizionatori d'aria sono stati apportati notevoli perfezionamenti e oggidì si può realizzare con essi un completo ciclo di condizionamento degli ambienti, comprendente riscaldamento, raffreddamento, umidificazione, essicazione e circolazione d'aria. Nel 1934 è stato eseguito un impianto per il condizionamento completo di ambienti, comprendente 172 unità, nel collegio di Mount Holyoke in America.

Particolare interesse presenta il nuovo sistema di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica sviluppato nel corso dell'annata, il quale rende possibile la interconnessione mediante apparecchi statici di reti non in sincronismo. Il nuovo sistema, che utilizza diversi dispositivi elettronici, comprendenti pure tubi tiratron, e fanotron, permette di ottenere un elevato grado di stabilità e di ridurre al minimo le interruzioni dovute a corti circuiti.

Sono pure stati proseguiti gli studi e le ricerche nel campo delle scariche atmosferiche e all'uopo furono costruiti oscillografi speciali che permettono di rilevare le caratteristiche dei fulmini naturali e di studiare i fenomeni che li accompagnano. Per queste ricerche è stato anche costruito appositamente un generatore di impulsi, per 265.000 ampere alla tensione di 150.000 volt.

Sono pure stati realizzati notevoli progressi nel campo del macchinario elettrico grazie all'adozione di materiali aventi speciali caratteristiche.

Nel 1934 è stato anche costruito un tubo per raggi X per 300.000 volt, per il cui funzionamento non è necessario ricorrere alla pompa a vuoto. Questo tubo funziona a una tensione di 100.000 volt, superiore a quella precedentemente raggiunta in altri apparecchi del genere ed esso avrà notevoli applicazioni nel campo terapeutico.

Nel campo delle comunicazioni radiofoniche è stato sviluppato un sistema trasmittente-ricevente nelle due direzioni, a onde ultracorte, particolarmente indicato per servizi di pubblica sicurezza, in quanto permette alle vetture in giro d'ispezione di comunicare con l'Ufficio Centrale di Polizia e con i vari uffici periferici.

Nel corso del 1934 è stata pure ultimata la costruzione del primo alternatore da 82.500 kVA, per accoppiamento a turbina idraulica, destinato alla centrale di Boulder Dam. Esso è il più grande alternatore del mondo finora costruito sia per la potenza sviluppata sia per le dimensioni e per il peso.

Per la stessa centrale di Boulder Dam sono pure in costruzione presso le officine della C. E. Co. interruttori in olio per 287.000 volt. Il funzionamento di questi interruttori ultrarapidi aventi una potenza di rottura di 2,5 milioni di kVA, è basato sul principio degli impulsi; l'interruzione dei circuiti ad essi connessi avviene in 1/20 di secondo. Il volume d'olio occorrente per il loro riempimento è assai ridotto, essendo esso pari al 5 % di quello necessario per gli interruttori di tipo normale. Per lo stesso impianto di Boulder Dam sono pure in costruzione presso le officine della G. E. Co. sette trasformatori a raffreddamento in acqua, da 55.000 kVA, per la tensione di 287.500 volt.

Sono stati pure realizzati e perfezionati molti strumenti di misura e di controllo per uso industriale e di laboratorio. Così ad es. è stato studiato uno strumento indicatore che segnala a distanza l'eccentricità dell'albero di grandi turbine, le vibrazioni dei cuscinetti, come pure il consumo delle parti rotanti dovuto a sfregamento. È stato pure costruito un apparecchio di prova della rigidità dielettrica che permette di predeterminare l'approssimarsi della perforazione di un dielettrico.

È stato pure sviluppato un dispositivo per il controllo del traffico e che viene adesso adoperato per il conteggio e la misura della velocità dei veicoli stradali. Un nuovo dinamometro idraulico, sviluppato nel corso dell'annata ha reso pure grandi servizi nel campo della trazione automobilistica in relazione all'attuale tendenza ad accrescere le potenze e le velocità. Sono stati pure apportati notevoli perfezionamenti ai tachimetri per aeroplani, in modo da rendere più semplice la loro costruzione meccanica e di ridurne il peso.

È stato anche costruito un nuovo riflettometro che permette di misurare il coefficiente di riflessione di superfici sia speculari sia opache e sono pure stati studiati un apparecchio per la prova dell'uniformità di ricottura dei fili, un apparecchio per misurare la viscosità dei liquidi e un indicatore della successione delle fasi per prove nelle installazioni di motori e contatori polifasi.

Oltre agli strumenti indicati, meritano particolare cenno un apparecchio analizzatore dei rumori e un apparecchio per la registrazione automatica dei suoni. Sono stati pure apportati notevoli perfezionamenti ai contatori.

Nel campo dell'illuminazione va segnalata una lampada tubolare munita di filamento distribuito su tutta la lunghezza del tubo.

Durante il 1934 sono state eseguite numerose installazioni di lampade a vapore di sodio per illuminazione stradale. È stato pure sviluppato, sempre per illuminazione stradale, un nuovo tipo di lampada a vapore di mercurio che, impiegata in unione con una lampada ad incandescenza, permette di ottenere un'illuminazione a giorno. Questo tipo di lampada emette 29 lumen per watt ed ha un rendimento del 50 % superiore a quello di una lampada ad incandescenza di uguale potenza.

* *

Istituzione di una medaglia Gaston Planté. — A seguito della celebrazione del centenario di Gaston Planté solennemente tenuta lo scorso anno in Francia, la Società Francese degli Elettrotecnici ha deliberato di istituire una «Medaglia Gaston Planté» per onorare la memoria dell'illustre fisico.

La medaglia, accompagnata da un premio in denaro di 4000 franchi, sarà attribuita ogni triennio a uno studioso francese o straniero che coi suoi lavori di natura scientifica o tecnica abbia portato un contributo importante all'industria degli accumulatori elettrici, delle pile elettriche o dell'elettrochimica in generale.

Le Associazioni elettrotecniche dei diversi Paesi potranno proporre alla Commissione aggiudicatrice un loro candidato.

La prima assegnazione della medaglia sarà fatta nel giugno 1937.

Per informazioni in merito rivolgersi al Presidente della Société Française des Electriciens, 14 avenue Pierre Larousse - Malakoff (Seine).

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

Ministero dei Lavori Pubblici - Servizio idrografico. — *Le precipitazioni atmosferiche in Italia nel decennio* 1921-30 — Pubblicazione N. 16 — Istituto Poligrafico dello Stato 1934-XII - 1 volume 24.5×34 cm. di 320 pag. con molte figure.

Annali di Economia - Pubblicazione semestrale — Vol. X, n. 1, dicembre 1934 — C.E.D.A.M., Padova 1935 — 1 Vol. 17.7×25 cm. di 73 pagine.

Prof. Ing. Corrado Ruggiero. — *L'elettropompa nell'irrigazione* — C.G.E., 1 vol. 22×28 cm. di 42 pagine con parecchie figure.

E. Donati. — *Apparecchio per il controllo della corrente sui circuiti di alimentazione dei forni elettrici industriali.* Estratto dalla « Metallurgia italiana », n. 12, dicembre 1934, 1 volume 23.4×31 cm, di 10 pagine con 8 figure.

Travaux Publics Nationaux. — « Société des Nations. Organisation des Communications et du Transit » — 1 vol. 20.5×27 cm. di 282 pagine.

Poste pneumatiche. — « Licenza Mix e Genest - Aeromeccanica Marelli - Listino 153 ». — Un volume 22×28.5 cm, di 31 pagine con parecchie figure.

Dott. Ing. Pietro Bonetti. — *Della economica tensione di esercizio delle lampade elettriche in gas inerti alimentate a tensione costante* - Estratto dall'« Illuminazione Razionale ».

World Power Conference. — Annual Report 1934 — 1 vol. 24.5×34.8 cm. di 18 pagine.

Il centro di trasformazione e di distribuzione di Via Piacenza. — Azienda Elettrica del Governatorato di Roma — 1 vol. 24×32 cm. di 14 pag., con parecchie figure.

Ing. Gacinto Motta. — *Acqua, carbone, elettricità* - Discorso pronunciato alla XX riunione della Soc. Italiana per il progresso delle Scienze - Milano, 18 settembre 1931-IX.

Dott. Ing. Pl. Andronescu. — Comité Electrotechnique Roumain - *Le résultat de l'encadrement du phenomène magnétostatique dans la strutture mathématique.* — Bucarest 1934. — Un volume 16×21.3 cm, di 50 pagine, con 5 figure.

A. Della Riccia. — *Quelques généralités sur le calcul et le réglage des lignes de la transmission d'énergie électrique.* — Estratto di 16 pagine.

Dott. Ing. Carlo Palestrino. — *Caratteristiche degli alternatori in relazione alle moderne esigenze dei grandi impianti* — Estratto dalla « Energia Elettrica », di 7 pagine con 12 figure.

R. *Istituto Superiore di Ingegneria,* Torino. — Inaugurazione dell'Anno Accademico 1934-35-XIII — Estratto di 26 pagine.

Banca d'Italia. — Adunanza generale ordinaria degli azionisti, anno 41°. — 1 vol. 20.5×27.8 di 205 pagine.

Dott. Ing. Carlo Albera. — *Ferrovie e autotrasporti.* — Estratto dall'« Industria », di 10 pagine.

Ministero delle Comunicazioni - Direzione Generale PP. TT. — Relazione per l'anno finanziario 1933-34 — 1 vol. 23×32 cm. di 239 pagine con alcune figure.

NOTE LEGALI

Giurisprudenza sul tema di energia elettrica.

Contratto di Fornitura.

« Qualora in un contratto di fornitura di energia elettrica l'utente si sia impegnato preventivamente ad accettare tutte le modifiche di tariffe e relative condizioni di applicazione che venissero approvate dal Comune, la società fornitrice non è tenuta a dare comunicazione di dette modifiche prima di applicarle ».

(Corte d'Appello di Milano 4 dicembre 1934 - Mon. Trib. 1935, p. 390).

« È lecita la clausola con la quale fra utente e fornitore di energia elettrica si stabilisce l'obbligo da parte del primo al pagamento di un minimo di compenso fisso per potenza usata frazionato in rate per tutta la durata del contratto ancorchè il contratto stesso si interrompa per qualsiasi causa.

« Verificandosi tale ipotesi, per tanto, l'utente non può esimersi dal pagamento del compenso già acquisito, per la intervenuta condizione contrattuale, e limitarsi al pagamento del risarcimento dei danni ».

(C. Cassazione 20 marzo 1935 - Mass. Foro Ital. 1935 c. 234 n. 1012).

Servitù di elettrodotto.

« L'errore incorso nella concessione a titolo oneroso di una servitù di elettrodotto circa la indicazione della misura in lunghezza delle condutture, non dà luogo ad azione di danni da parte del conducente per aggravamento di servitù quando le condutture risultino eseguite e poste in opera in conformità al tracciato previsto e conosciuto da entrambi i contraenti al momento della stipulazione dell'atto costitutivo ».

C. Appello di Milano, 26 febbraio 1935 - Foro della Lombardia 1935 c. 72 n. 249).

« In tema di servitù di elettrodotto la competenza del giudice ordinario sorge soltanto quando sia intervenuto il decreto prefettizio, che ordini l'espropriazione, imponendo la servitù e determinando l'indennità.

« Se in precedenza vi sia stata occupazione d'urgenza di immobile per l'impianto e l'esercizio di una linea elettrica, l'atto diretto a conseguire la relativa indennità, proposto prima del decreto prefettizio d'espropriazione, non può valere come opposizione contro il decreto stesso, non essendo dalla legge ammessa l'opposizione preventiva ».

(C. Cassazione, 20 febbraio 1935 - Mass. Foro Ital. 1935 c. 152 n. 656).

SUNTI E SOMMARI (*)

ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA.

A. Frates — **I moderni accumulatori elettrici per trazione.** (L'En. Elettr., marzo 1935, pag. 205-214, con 24 fig.). **2 b**

L'impiego di veicoli elettrici ad accumulatori è, secondo l'A., conveniente non soltanto dal punto di vista economico, ma anche da quello nazionale, evitando il consumo di combustibili di importazione. Deve però essere tenuto presente che il veicolo ad accumulatori ha campi propri di applicazione, costituiti in generale da servizi di trasporto su percorsi limitati e su strade piane; meno adatto si presenta per strade accidentate e lunghe percorrenze. Vi sono in complesso in Italia circa km 400 di linee di trazione servite da automotrici ad accumulatori, con pendenze che arrivano anche al 25 per mille od oltre. Gli accumulatori che trovano impiego nella propulsione di veicoli sono ancora quelli al piombo e quelli al ferro-nichel. Altri tipi come quelli a piombo e negativo di zinco, cadmio, ecc., e quelli ad alogeni non hanno avuto praticamente successo rilevante. Un nuovo tipo ancora in via sperimentale è l'accumulatore Drumm che avrebbe positivi di ossido di nichel e negativi costituiti da una serie di fili di nichel puro o in lega fissati su una griglia di acciaio nichelato, con elettrolito di ossido di zinco sciolto in soluzione di potassa caustica; esso avrebbe una forza elettromagnetica più elevata e una resistenza interna minore e quindi un rendimento in energia più elevato (fra il 68 e il 75 %). L'A. passa poi in esame diversi tipi di accumulatori a piombo per trazione pesante o per trazione leggera, mettendo particolarmente in rilievo gli accorgimenti costruttivi rivolti a migliorare la durata degli accumulatori. Successivamente esamina le caratteristiche dell'accumulatore ferro-nichel che ritiene meno adatto per il servizio di trazione. È fatto cenno anche alle applicazioni per propulsione navale. *Ri.*

E. Schmidt e W. Piening — **Ricerche sul comportamento di accumulatori alcalini a bassa temperatura.** (E. T. Z., N. 36, del 6 settembre 1934, pag. 878-881, con 12 fig.). **2 b**

Gli AA. espongono i risultati di ricerche fatte sul comportamento di accumulatori alcalini, a temperatura sotto zero: da esse si è rilevato che si ha una notevole diminuzione delle capacità di scarica in questi accumulatori alle basse temperature. Allo scopo di eliminare questo inconveniente gli AA. hanno fatto una serie di prove sugli accumulatori nickel-cadmio usando diverse concentrazioni di alcali. Si è potuto giungere alla conclusione che la diminuzione della capacità di scarica può essere evitata aumentando la concentrazione della soluzione alcalina fino ad una densità di 1,3. Con accumulatori a tale concentrazione furono eseguite fino a 30 cariche e scariche senza inconvenienti. *Tt.*

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

A. Maret — **Compensazione della corrente di terra di una rete in cavo.** (Revue B. B., N. 10, ottobre 1934, pag. 187-188). **3 e**

La corrente che si stabilisce al verificarsi di una terra accidentale in una rete in cavo, è a seconda della natura dei cavi, da 30 a 60 volte maggiore di quella che si avrebbe in una rete di linee aeree della stessa tensione e della medesima estensione. Non ostante le prevenzioni contro l'impiego delle bobine di estinzione in tali reti e la tendenza ad impiegare di preferenza la protezione con disinserzione immediata dei tronchi guasti, alcuni non disco-

(*) Per i titoli delle riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

noscono i pregi della bobina di estinzione. Un sistema di compensazione della corrente di terra in una rete mista a 18 kV — in parte aerea ed in parte in cavo — è stato ordinato dai Servizi Elettrici di Ginevra. Si tratta di un complesso di due bobine di estinzione: una monofase da 2520 kVA ed una trifase della stessa potenza per l'uscita del neutro. Le due bobine sono dimensionate per 230 A e sono munite di 15 prese adatte per variare la corrente a gradini, da 6 a 140 A. La commutazione viene effettuata a vuoto, con commutatore di prese. *V. D. Ma.*

W. MAROLF — **Migliorie nella costruzione dei regolatori ad azione rapida.** (Revue B. B., N. 9, settembre 1934, pag. 170-171, con 2 fig.). **3 c**

Il miglioramento dei regolatori automatici di tensione si è reso necessario per soddisfare alle esigenze sempre più severe della pratica, le quali comportano l'adozione di apparecchi a grande potenza di regolazione. Al regolatore automatico ad azione rapida Brown Boveri, sono state apportate le seguenti modifiche sostanziali: aumento del numero di lamelle; cambiamenti costruttivi nel dispositivo di comando dei settori mobili, aumento della corrente massima per settore; miglioramento nell'isolamento della corona dei contatti e del sistema motore degli apparecchi a corrente continua; aumento della coppia senza aumento del consumo di energia. Fra le migliorie di dettaglio, sono citate: aggiunta di un dispositivo per la chiusura stagna alla polvere; adozione di un indice per l'indicazione del grado di staticità; impiego di un dispositivo di compensazione per eliminare l'influenza della temperatura. *V. D. Ma.*

V. GROSSE — **Dispositivo automatico di sincronizzazione con tubi a scarica nel gas a griglia controllata (tiratron).** (E. T. Z., N. 31, del 2 agosto 1934, pag. 761-763, con 5 fig.). **3 c**

L'A. descrive la costruzione e il modo di funzionamento di un dispositivo automatico di sincronizzazione e ne espone i risultati di prova in laboratorio. Questo dispositivo consente la messa automatica in parallelo di un alternatore e di una rete: comprende due tubi a scarica nel gas a griglia controllata, uno principale e uno ausiliario: il tubo principale comanda l'interruttore di messa in parallelo; entrambi controllano la messa in sincronismo. La messa in parallelo viene determinata dal controllo di griglia dei due tiratron. *Tt.*

D. MUELLER-HILLEBRAND — **Moderno sviluppo dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni negli impianti ad alta tensione.** (E. T. Z., N. 30 del 26 luglio 1934, pag. 733-738; N. 31 del 2 agosto 1934, pag. 765-769; N. 32 del 9 agosto 1934, pag. 782-784, con 22 fig.). **3 d**

L'A. riferisce sull'attuale stadio di sviluppo degli scaricatori per impianti ad alta tensione: vengono esposti i fenomeni che si verificano, viene illustrato il modo di funzionamento e dimostrato come venga esercitata la protezione da parte degli scaricatori stessi: di questi vengono descritti varî tipi. Il principio di funzionamento dei moderni scaricatori è in generale il seguente: bisogna, in caso di sovratensione, che si possa adescare un arco in un punto debole appositamente scelto della linea, e che, dopo che per esso si è scaricata la sovratensione, venga al più presto interrotta la corrente di linea che tenderebbe a scaricarsi a terra per tale via. Solitamente si adottano scaricatori a resistenza variabile colla tensione. *Tt.*

J. RATZKE — **Regolazione astatica del numero dei giri di motori a corrente continua mediante tubi elettronici.** (Archiv f. Elek., aprile 1934, pag. 223-241, con 15 fig.). **3 c**

Per regolare il numero dei giri di una macchina a corrente continua è conveniente ricorrere a variare il flusso induttore rendendo proporzionale al numero dei giri la corrente nell'avvolgimento eccitatore principale o in uno ausiliario. Sono stati proposti parecchi dispositivi coi quali queste variazioni nella corrente di eccitazione sono provocate per mezzo di tubi elettronici inseriti nel circuito di eccitazione. Tali dispositivi realizzano però in generale una regolazione statica, nella quale cioè ad ogni condizione di carico o di tensione della rete corrisponde, secondo le caratteristiche della regolazione, una determinata velocità di rotazione. In parecchi casi occorre invece disporre di una regolazione astatica tale da mantenere praticamente costante il numero dei giri. L'A. descrive un dispositivo di nuovo genere il quale impiega un tubo elettronico a catodo caldo in parallelo con una resistenza, il quale inserito nel circuito di eccitazione produce le necessarie variazioni di corrente di eccitazione cosicchè al momento della macchina come motore a corrente continua si sovrappone un momento sincronizzante dipendente dal numero dei giri. L'alimentazione della griglia del tubo elettronico dipende da due piccole «macchine tachimetriche» una delle quali ruota colla stessa velocità del motore e l'altra è mantenuta alla velocità normale di regolazione; l'alimentazione della griglia è appunto effettuata colla tensione dipendente dallo sfasamento delle due macchine. Lo studio analitico di un simile dispositivo conduce ad una equazione differenziale di quarto grado della quale l'A. fornisce la risoluzione esatta. Per gli scopi pratici tuttavia basta una teoria approssimata nella quale, introducendo alcuni valori ricavati sperimentalmente, si abbassa il grado dell'equazione. Nell'articolo è esposta per esteso la teoria del sistema proposto il quale poi è analizzato e discusso nel suo funzionamento in via sperimentale sulla base di rilievi oscillografici eseguiti su motori in esercizio. È da rilevare che le due «macchine tachimetriche» assorbono una potenza che è sempre una frazione piccolissima di quella del motore da regolare. *N.*

D. C. PRINCE — **Interruttori per la linea della Boulder Dam.** (Elec. Eng., aprile 1935, pag. 366-372, con 10 fig.). **3 b**

La linea a due terne dall'impianto della Boulder Dam a Los Angeles, funziona alla massima tensione finora raggiunta (275 kV) e colla sua lunghezza di 430 km è la più lunga linea senza derivazioni intermedie. Essa è sezionalizzata in due punti da due cabine intermedie poste rispettivamente a circa 150 km dai due estremi; nelle cabine sono installati 4 interruttori da 2.500.000 kVA, connessi in modo che nella eventualità di un guasto qualsiasi venga messo fuori servizio soltanto un tronco di 150 km, cosicchè l'energia continui a essere trasmessa su due terne per 280 km e su una terna sola pei rimanenti 150 km. Gli studi preventivi eseguiti dimostrarono che si poteva ottenere un aumento notevole nel limite massimo di potenza trasmissibile riducendo da 8 a 3 periodi il tempo di interruzione. Interruttori in olio di tipo ordinario avrebbero comportato dimensioni, pesi, e quantità d'olio eccezionalmente grandi; si preferì quindi ricorrere a un tipo di interruttore ad esplosione a volume d'olio ridotto. I vantaggi principali, oltre alla minore spesa d'impianto e per il riempimento e il cambiamento dell'olio, sono i seguenti: minimo pericolo di incendi, nessuna necessità di speciali dispositivi pel trattamento dell'olio, grande rapidità nel ricambio di esso, facilità di ispezione delle parti interne, riduzione nell'importanza delle fondazioni e nelle difficoltà del trasporto e del montaggio. Viene brevemente accennato alla teoria degli interruttori ad esplosione ed illustrato efficacemente in modo qualitativo il funzionamento di essi. L'interruttore adottato, frutto di lunghi studi anche sperimentali, comprende due elementi in parallelo ciascuno con 4 rotture in serie, e i suoi dettagli costruttivi più caratteristici vengono illustrati dall'A. Ciascuno degli interruttori trifasi completo pesa circa 55 tonnellate mentre una unità analoga di tipo ordinario sarebbe arrivata a 140 tonnellate; il contenuto d'olio è di circa 11.000 litri invece di 100.000 litri, cioè circa la decima parte; l'olio esposto agli effetti dell'arco è però soltanto meno di 1000 litri. Alle prove questi interruttori hanno dimostrato di poter efficacemente interrompere il pieno carico (5000 A a 275 kV) in meno di 3 periodi della frequenza di 60 Hz. *N.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

Costruzioni metalliche saldate ad arco. (L'Ingegnere, 15 febbraio 1935, pag. 68-70, con 7 fig.). **5 c**

L'impiego della saldatura ad arco elettrico, si è estesa ai tipi più vari di costruzioni metalliche come è illustrato dalle varie figure che integrano il testo della nota, come ad esempio: un tamburo scortecciatore di legno per fabbrica di cellulosa, costituito da ferri ad U, saldati a 14 anelli; lungo m 9 ed avente un diametro di m 2,90; casse di vetture lunghe m 25, costruite completamente mediante saldatura elettrica ad arco; raccordi multipli; intere reti di tubazioni di vapore, sfiatatoi in tantalio per l'industria chimica, ecc. In quest'ultimo caso, dato le particolarissime qualità del tantalio, il quale riscaldato oltre i 650° C diviene duro e fragile, la saldatura ha dovuto essere eseguita in bagno di tetracloruro di carbonio, usando elettrodi di carbone duro; le parti da unire sono state munite di flangie e queste, accostate, sono state saldate in testa. *E. R.*

G. FRANCHE — **L'evoluzione della saldatura e la stampa tecnica.** (La Tech. Mod., 1° marzo 1935, pag. 167-168). **5 c**

La nota costituisce un aggiornamento degli ultimi importantissimi lavori eseguiti con la saldatura. Interessante si presenta la azione della saldatura nella conservazione delle rotaie, ripristinando le parti consumate e le estremità rotte: l'aumento di durata è del 50 al 100 %. D'altra parte diverse Compagnie praticano la tempera superficiale delle estremità, col cannello, e l'operazione si compie dopo rapido riscaldamento ad oltre 800° C seguito da rinvenimento a 340° C.

La saldatura della ghisa all'arco elettrico si compie in maniera perfetta e le punte di tempera si possono evitare mantenendo al colore bianco il metallo riportato, per un tempo di 30 sec, durante il quale il carbone precipita sotto forma di grafite. Cure particolari si richiedono per la riparazione mediante saldatura di recipienti per il servizio di materie infiammabili: uno dei rimedi più semplici consiste nell'eseguire l'operazione col recipiente riempito d'acqua, per essere perfettamente sicuri della tenuta. Altri cenni sono riportati in merito a nuove tendenze nella saldatura all'arco, a nuovi tipi di cannelli per saldatura, alla saldatura di lastre di acciaio per usi particolari, e particolarmente interessanti risultano le ricerche relative alle qualità di materiali di riporto. *E. R.*

La saldatura carbo-magnetica delle lamiere sottili. (Asea, gennaio-marzo 1935, pag. 18-23, con 11 fig.). **5 c**

Solo recentemente si è trovata una soluzione soddisfacente per la saldatura all'arco elettrico delle lamiere sottili; le difficoltà consistevano specialmente nella necessità di una regolazione accuratissima della temperatura per impedire i facili fenomeni di bruciatura delle lamiere. Con elettrodi metallici non si riesce a scendere a spessori di lamiere minori di 1,5 mm. Si è fatto ricorso allora alla saldatura all'arco di carbone colla quale, non essendovi trasporto di gocce fuse fra l'elettrodo ed il pezzo da saldare, la temperatura nella zona di lavoro resta costante. Resta però una difficiltà dovuta al fatto che l'arco tende a saltare da un bordo all'altro del cordone di saldatura. Anche questa difficoltà è stata superata con la saldatura carbo-magnetica che permette di ottenere facilmente una saldatura che corrisponde perfettamente per resistenza ed omogeneità al materiale da saldare. Il pericolo dell'assorbimento di carbone viene escluso, come le apposite ricerche hanno dimostrato, mantenendo la lunghezza dell'arco superiore ad un certo valore e la intensità inferiore a certi limiti. Per effettuare la saldatura carbo-magnetica, uno degli elettrodi è collegato a un polo della dinamo mentre l'altro polo è collegato al pezzo da saldare; il portaelettrodi è provvisto di una bobina di soffiamento magnetico che dirige l'arco in una direzione ben determinata. Come materiale di apporto si usa un filo di elettrodo rivestito. Con questo metodo si possono saldare lamiere sottili fino a 0,5 mm. Le saldature presentano una grande resistenza e permettono, senza rotture, piegamenti ad angolo acuto. Quando occorra una rettificazione della saldatura, essa si può fare facilmente alla mola. La saldatura carbo-magnetica si presta molto bene anche per le saldature di metalli non ferrosi come l'alluminio e sue leghe e il rame; così pure gli acciai speciali in lamiere sottili si lasciano più facilmente saldare con questo metodo. *Ri.*

A. HANSSON — **La saldatura elettrica nella costruzione delle macchine.** (Asea, gennaio-marzo 1935, pag. 24-34, con 22 fig.). **5 c**

Prima di ammettere il metodo di costruzione a saldatura in una fabbrica di grandi macchine è necessario procedere ad una razionale preparazione ed a ricerche sperimentali per determinare il tipo di elettrodi che meglio si presta ai diversi impieghi, e le proprietà fisiche delle saldature ottenute. I vantaggi maggiori di tale metodo consistono nella riduzione dei costi, in seguito alla eliminazione dei modelli e degli scarti di fonderia, e sopratutto nella maggiore rapidità della costruzione; inoltre è eliminata l'incertezza nei calcoli di resistenza derivante dagli sforzi interni che si generano nella solidificazione di grandi pezzi fusi; si è liberi di scegliere in tutti i punti gli spessori voluti, cosicchè si arriva a notevoli riduzioni di peso. Bisogna ancora ricordare che con la saldatura si possono effettuare, in qualunque momento della costruzione, aggiunte e modificazioni al progetto primitivo. Il metodo di costruzione a saldatura permette anche una maggiore libertà nella scelta delle forme delle singole parti, permettendo di abbandonare le vecchie forme classiche di fusione. Nello studio di macchine da costruirsi con saldatura bisogna tenere presenti i seguenti concetti: scegliere forme convenienti per l'esecuzione delle saldature; rinforzare con profilati i pezzi inflessi; prevedere una tolleranza in più o in meno del 5 per mille; utilizbare le minime dimensioni di saldatura per ridurre gli sforzi secondari. Nella costruzione di parti curve è preferibile fare uso di lamiere riportandovi le nervature con saldatura, anzichè curvare dei profilati. Vengono citati numerosi casi di importanti costruzioni saldate, fra le quali lo statore di un alternatore trifase da 12.000 kVA con diametro esterno di m 11,50; anche lo statore dell'alternatore trifase da 19.000 kVA, a 115 giri al minuto, per la centrale Diesel-elettrica di Copenhagen è stata costruito con saldatura. *Ri.*

APPLICAZIONI VARIE.

J. GEWECKE — **Equipaggiamenti elettrici per grue diesel-elettriche.** (E. T. Z., N. 40, del 4 ottobre 1934, pag. 973-975, con 6 fig.). **6 c**

Viene descritto un nuovo equipaggiamento per grue diesel-elettriche, che ha dato buoni risultati. La speciale caratteristica di tensione della dinamo a grande caduta è tale da proteggere automaticamente il motore Diesel da sovraccarichi: la dinamo ha tre avvolgimenti d'eccitazione: uno è per eccitazione indipendente fornita da una piccola eccitatrice coassiale: un secondo avvolgimento è alimentato in derivazione, mentre il terzo è compound ed è regolato dallo spostamento della spazzole. Le caratteristiche di una tale dinamo variano entro ampi limiti. La tensione scende gradualmente dal 110 % a vuoto al 90 % per una corrente del 160 %, poi diminuisce molto più rapidamente e il funzionamento diventa instabile per una corrente del 180 %. *Tt.*

H. MATTEL — **L'equipaggiamento elettrico di una grande piallatrice-fresatrice.** (Revue B. B., N. 9, settembre 1934, pag. 159-162, con 7 fig.). **6 c**

L'A. descrive le caratteristiche del comando elettrico di una doppia macchina utensile, ritenuta come la più grande piallatrice-fresatrice esistente. La macchina, installata nelle officine della Casa Sulzer di Winterthur, è caratterizzata dalle seguenti dimensioni principali: larghezza ed altezza massime di passaggio fra le colonne 5×5 m; lunghezza della tavola 11,25 m; corsa massima della tavola 10 m. Il peso completo è di 350 t. L'equipaggiamento elettrico offre un interesse particolare perchè il comando è realizzato con la ripartizione della potenza di 225 kW fra 17 motori posti il più vicino possibile agli utensili comandati ed alle parti mobili della macchina. I motori sono resi dipendenti l'uno dall'altro in modo da soddisfare alle esigenze della lavorazione e della sicurezza del personale, del servizio e della manutenzione. I motori sono azionati a distanza mediante contattori montati in un armadio affiancato alla piallatrice-fresatrice; il pannello centrale dell'armadio è corredato da uno schema luminoso e porta pure montati gli interruttori, gli strumenti di misura ed i reostati di campo. Una serie di dispositivi automatici di protezione concilia la manovra semplice e precisa della macchina con una sicurezza assoluta di servizio. *V. D. Ma.*

J. TAILLARDET — **Alcune applicazioni industriali dei motori con riduttori di velocità.** (Asea, maggio 1935, pag. 46-55, con 29 fig.). **6 c**

Le applicazioni dei motori elettrici con riduttori a ingranaggi vanno sempre più diffondendosi nelle industrie. Molti di questi motori trovano impiego nell'industria del cemento. L'industria della gomma adotta pure tali motori, specialmente per i mescolatori, in causa della forte capacità di sovraccarico di questi motori, che possono sopportare punte molto elevate; si possono ottenere costruzioni molto compatte perchè i moderni motoriduttori non richiedono che una manutenzione molto ridotta. Numerosi esempi vengono citati di applicazioni per altre macchine dell'industria della gomma, come masticatori e calandre. Altri motori a riduttori sono stati impiegati nell'industria della carta e della cellulosa, dove si hanno macchine a velocità molto bassa. Nell'industria chimica i motori a riduttori hanno trovato una quantità di applicazioni per i compressori, gli agitatori, i forni rotativi ecc., che richiedono piccola velocità di rotazione e pei quali il comando con motori elettrici a riduttori rappresenta la soluzione migliore. Altri esempi sono citati per l'industria della ceramica nel comando delle molasse e di altre macchine speciali; così pure per l'industria della cioccolata, per il comando di compressori frigoriferi, di elevatori, ecc. La riduzione di giri che si può ottenere coi dispositivi descritti è assai rilevante ed arriva in qualche caso a 1/10 ed anche assai più; fra i casi citati ve ne sono di quelli da 1420 a 60 giri al minuto e altri da 570 a 22 giri al minuto ecc. Il costo relativamente elevato dei motori a riduttori è in parte solo apparente, perchè essi permettono di risparmiare una quantità di accessori che sarebbero indispensabili con altri sistemi di comando e d'altra parte offrono una serie di vantaggi non raggiungibili altrimenti. *Ri.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

M. FERRARIO — **Prove su raddrizzatori stabilizzati.** (A. F., N. 2, dell'aprile 1935, pag. 154-160, con 6 fig.). **10 e**

Si riferiscono i risultati di alcune prove eseguite su raddrizzatori stabilizzati a mezzo di tubi a scarica luminescente nel neon e di resistenze di ferro in atmosfera di idrogeno: sono state eseguite prove di stabilità della tensione di uscita e di variazione della tensione di uscita al variare di quella di entrata; sono stati rilevati alcuni oscillogrammi del transitorio dovuto a variazioni istantanee della tensione di entrata ed infine sono state eseguite prove di variazione della tensione di uscita al variare del carico utile erogato.

W. P. JOUSÉ — **Alcune ricerche sopra il meccanismo di funzionamento dei raddrizzatori statici elettronici.** (Phys. Zeit. Sow., 1935, n. 1, pag. 1-18, con 15 fig.). **10 d**

Gli studi sperimentali che sono stati eseguiti intorno ai raddrizzatori statici del tipo di quelli a ossidulo di rame hanno indotto a ritenere che il meccanismo di funzionamento di essi risieda nel cosidetto strato di sbarramento, cioè in un sottile strato cattivo conduttore interposto fra il metallo e il semiconduttore. Le ricerche microscopiche non hanno però rilevato nessuna linea di confine che permetta di individuare tale strato di sbarramento, cosicchè l'A. è indotto ad emettere una delle 2 ipotesi: che fra il rame e l'ossidulo di rame non esista un vero stato intermedio, ma soltanto uno spazio vuoto, oppure che lo strato intermedio sia esso pure composto di ossidulo di rame il quale però nelle immediate vicinanze del rame avrebbe un contenuto di ossigeno in eccesso tale per cui diverrebbe un cattivo conduttore. Numerose esperienze tendono a confermare la seconda ipotesi. Allo scopo di studiare il fenomeno l'A. ha costruito un raddrizzatore a strato intermedio di spessore variabile, facendo uso di un lamierino di ossidulo di rame ottenuto per ossidazione di rame elettrolitico; su una faccia del lamierino venne deposto uno strato d'oro; sull'altra faccia veniva fatto depositare uno strato di quarzo o di B_2O_3. Il tutto veniva coperto con una lastra perforata, sulla quale si faceva depositare uno strato d'oro, ottenendo così una serie di piccoli elettrodi metallici distribuiti sulla superficie del raddrizzatore e che permettevano di

esplorare la proprietà di esso nei diversi punti. Siccome lo strato di SiO_2 o di B_2O_3 era foggiato a cuneo, esplorando i diversi punti era possibile studiare l'influenza dello spessore dello strato sulle proprietà del raddrizzatore. Il campo di spessori esaminato va da 1×10^{-6} a 5×10^{-4} cm; per evitare effetti di riscaldamento la tensione (al massimo 20 V), veniva applicata per tempi brevissimi dell'ordine di $0{,}8\times10^{-4}$ secondi. La massima efficacia di raddrizzamento si è ottenuta per uno spessore fra 2×10^{-6} a 1×10^{-5} cm, sebbene l'effetto permanga anche per spessori di 1×10^{-4} cm. Vengono riportati numerosi diagrammi che illustrano l'influenza dello spessore dello strato, della tensione applicata e della temperatura sulle proprietà del raddrizzatore. *Ri.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

M. BARRÈRE — **Il grosso macchinario elettrico.** (La Tech. Mod., 15 marzo 1935, pag. 193-202, con 24 fig.). **11 a**

La nota passa in rassegna il grosso macchinario ruotante — esclusi i gruppi turbo-alternatore termici ed idraulici — e le grosse apparecchiature. Un posto notevole spetta ai compensatori sincroni di cui vengono messi in evidenza particolari dal punto di vista dell'avviamento, del comando automatico, dell'eccitazione, della regolazione della tensione ecc. Le più grandi costruzioni europee riflettono i tipi delle cabine di Chevilly, da 45.000 kVA, ad 11 kV, 500 giri al minuto, muniti di motori di lancio del tipo asincrono sincronizzato. Alcune illustrazioni mettono in evidenza le principali particolarità costruttive. Si vanno diffondendo le sottostazioni mobili con raddrizzatori a vapore di mercurio, sia in Europa che negli Stati Uniti. Nei motori asincroni sono ricordati parecchi progressi realizzati nel campo meccanico od in quello elettrico. Per le macchine a corrente continua si è verificato un grande progresso nella riduzione del peso per kW, che nell'ultimo ventennio è passato da 33 a 12 kg. Notevoli sono stati i progressi degli interruttori per i quali si sono compilate norme sempre più perfezionate in base ai risultati di esercizio; la nota riporta numerose illustrazioni e schemi. Viene infine fatto cenno al materiale corazzato e blindato. *E. R.*

Attività dell'industria elettrica nel 1934. (The Elec., 1 febbraio 1935, pag. 159-162, con 4 fig.). **11 a**

Vengono riassunte le principali lavorazioni eseguite durante l'anno 1934 dall'industria elettrica inglese. Una delle più importanti macchine costruite è un alternatore da 20.000 kW alla tensione di generazione di 36.000 V, costruito per la centrale di Salt River nell'Africa del Sud. Due turboalternatori di caratteristiche affatto particolari furono costruiti per impianti di prova di interruttori; uno di essi ha una potenza massima di corto circuito di 1.500.000 kVA e può fornire tale potenza alla tensione di 22.000, 12.700, 11.000 oppure 3650 V secondo i collegamenti che si effettuano. Per gli impianti idroelettrici è da ricordare una turbina ad asse verticale da 17.000 kW per gli impianti del gruppo del Grampian. Per l'Azienda comunale di Johannesburg venne fornita una quinta unità da 20.000 kVA. Un grosso gruppo di macchinario venne fornito per le miniere di Cotabambas situate in una delle regioni più inaccessibili del Perù ad una altitudine di m 4000; circa 6000 tonnellate di tale macchinario furono portate alla miniera per gli ultimi km 100 mediante viaggi in areoplano, superando montagne alte circa m 5000 e impiegando circa 30 minuti per compiere ogni viaggio, che con gli ordinari mezzi disponibili avrebbe richiesto 24 giorni. Sono stati sviluppati alcuni nuovi tipi di interruttori della categoria in olio ad esplosione, con capacità di rottura fino a 500.000 kVA a 33 kV. Per alte intensità di corrente venne costruito un tipo di interruttore a bassa tensione corazzato per capacità di rottura fino a 50.000 kVA a 400 V. I raddrizzatori a mercurio più potenti finora costruiti in Inghilterra sono stati due unità per tensione di 20.000 V. Parecchio grosso macchinario venne esportato e fra esso è ricordato un turboalternatore da 62.500 kVA a 1800 giri al minuto, per il Giappone; tre turboalternatori da 33.000 kW a 3090 giri al minuto, per le centrali Klip nel Transval; un alternatore da 40.000 kVA a 3000 giri al minuto, ecc. Numerosissime altre costruzioni minori sono ricordate. *Ri.*

Progressi nell'elettrotecnica. (Power, gennaio 1935, pag. 12-14, con 2 fig.). **11a**

Non si sono verificati cambiamenti importanti nel macchinario idroelettrico durante il 1934, tuttavia sono da ricordare alcune unità di eccezionale potenza. Per l'impianto della Boulder Dam sono stati messi in costruzione un alternatore da 55.000 kVA e 4 da 82.500 kVA; questi ultimi avranno un'altezza totale di circa m 10; un diametro esterno di circa m 12 e un peso totale di circa 1000 tonnellate. Un'altra unità importante è quella monofase da 35.000 kVA, 13.300 V, 25 per/sec entrata in servizio a Safe Harbor; si tratta della più grande unità monofase sinora costruita; lo statore è montato su molle per impedire la trasmissione delle vibrazioni alle fondazioni. A Safe Harbor si è pure messo in azione un convertitore di frequenza monofase da 31.250 kVA, fattore di potenza 0,80 a 13.800 V, 25 per/sec comandato da un motore trifase a 60 per/sec da 25.000 kW. Per l'impianto della Boulder Dam si sono costruiti 7 trasformatori a raffreddamento ad acqua monofasi da 65.000 kVA di carico continuo e 80.000 kVA per 2 ore; altre 7 unità, per lo stesso sistema di impianti, sono da 55.000 kVA, 60 per/sec, 287.500/16.320 V e pesano ciascuna 178 tonnellate. Interessante è l'impianto motore-generatore dello stabilimento di River Rouge della Ford: un motore a corrente alternata è accoppiato a 2 dinamo da 3000 kW, 750 V e a un volano da 50 tonnellate; il gruppo fornisce potenza ad un motore da 5000 kW che comanda un laminatoio reversibile. Sulla linea a 287.500 V della Boulder Dam si sono installati interruttori del nuovo tipo a volume d'olio ridotto; essi hanno una potenza di interruzione di 2500.000 kVA e rapidità di apertura in 3 periodi (0,05 secondi); essi contengono meno di 5000 litri d'olio ciascuno, mentre coi tipi di costruzione normale ne sarebbero occorsi circa 100.000 litri. Negli impianti sperimentali per scariche di fulmini si è arrivati a produrre scariche di circa 250.000 A a 150.000 V, ciò che rappresenta una potenza impegnata di oltre 30.000.000 kW; il periodo di scarica è di circa 8 microsecondi. *Ri.*

O. KASPEROWSKI — **Prove con spazzole di carbone di nuovo tipo.** (El. Bahnen, N. 9, settembre 1934, pag. 198-203, con 13 fig.). **11 c**

Le nuove spazzole sono costituite da più strati isolati fra loro e riuniti a formare un blocco compatto mediante un mastice ad alta rigidità dielettrica. All'estremo opposto alla faccia aderente al collettore, gli strati sono elettricamente collegati. Lo scopo della suddivisione della spazzola è quello di accrescere la lunghezza del percorso della corrente di corto circuito fra lamelle e di attenuare quindi l'intensità della corrente stessa. Prove eseguite su spazzole di questo tipo hanno dimostrato in sala prove un buon comportamento, tanto su motori a corrente continua, quanto su motori a corrente alternata. Prove su vasta scala verranno fatte sopra motori di automotrici della Höllentalbahn, allo scopo di studiare il comportamento di motori monofasi costruiti per $16\,{}^2/_3$ Hz ed alimentati a 50 Hz. *V. D. Ma.*

W. BADER — **Interruttori a tamburo a utilizzazione multipla.** (Archiv f. Elek., aprile 1935, pag. 259-271, con 9 fig.). **11 b**

Come è noto i cosidetti controller o interruttori a tamburo ruotante, hanno lo scopo di realizzare attraverso contatti intermedi certi predeterminati collegamenti fra morsetti di circuiti, secondo un piano precedentemente stabilito. Si può talvolta realizzare risparmio di spazio, di peso e di materiale nei controller utilizzando i contatti per molteplici scopi. L'A. studia l'argomento con scopi pratici indicando il modo generale di procedere per poter realizzare mediante un unico controller due servizi diversi, partendo dagli schemi predisposti. Le regole di indole generale così esposte vengono illustrate a proposito di alcuni esempi particolari. *N.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

E. F. MÜLLER, H. F. STIMSON — **Un termostato per pile campione saturate.** (Bur. St. Journ. Res., novembre 1934, pag. 699-705, con 1 fig.). **13 c**

Come campione corrente di forza elettromotrice, anche in misure potenziometriche di precisione, si sono adottate generalmente pile campione non saturate al cadmio, preferendole a quelle saturate specialmente per il vantaggio di essere portatili e di aver un basso coefficiente di temperatura. Con queste cellule una causa insospettata di errori sensibili può essere talvolta costituita dal cosidetto effetto di isteresi, il quale consiste in un cambiamento temporaneo di forza elettromotrice conseguente ad una variazione di temperatura della pila; l'effetto tende a divenire coll'invecchiare della pila più pronunciato e persiste talvolta per alcuni giorni. Le pile sature che sono più costanti come forze elettromotrice, hanno lo svantaggio di un coefficiente negativo di temperatura rilevante, circa 40 microvolt per grado a 20 gradi, e circa 60 microvolt per grado a 35 gradi. Per misure di grande precisione occorre determinare accuratamente la temperatura della pila o collocarla in un termostato. G. AA. descrivono un dispositivo studiato per rendere trasportabili le pile sature, pur assicurando una costanza praticamente soddisfacente nella loro temperatura. Due scatole in alluminio concentriche contengono le pile e la temperatura della cassa esterna viene regolata automaticamente con un termoregolatore; la cassa interna assume una temperatura molto prossima alla media, nel tempo, delle temperature assunte dalla cassa esterna; proporzionando opportunamente la massa in acqua delle 2 casse e l'isolamento interposto fra esse, le oscillazioni di temperatura di quella interna possono essere rese estremamente piccole. Il termoregolatore per la cassa esterna comprende un reostato di riscaldamento, alimentato da un piccolo trasformatore da campanelli e da uno speciale relais. Le esperienze eseguite hanno dimostrato che le temperature della cassa interna oscillavano entro limiti di 1 centesimo di grado al massimo, anche per variazioni di temperatura ambiente relativamente grandi. Il dispositivo è anche facilmente trasportabile e di costruzione robusta e sicura. *Ri.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

A. Kessler — **Le condizioni acustiche delle sale di audizione.** (La Tech. Mod., 1° aprile 1935, pag. 227-230, con 5 fig.). **14 d**

Le conoscenze moderne sulla tecnica dell'audizione consentono di apportare alle costruzioni, considerevoli modificazioni, e varie correzioni per migliorarne l'acustica. Tali conoscenze permettono pure di determinare in precedenza le condizioni acustiche di locali da costruire e di stabilire tutti gli elementi per avere un'acustica perfetta. L'Autore, dopo avere esposto i fondamenti della tecnica delle condizioni acustiche: leggi di progagazione e delle riflessioni sonore; assorbimento; studi delle condizioni geometriche; modalità d'impiego dei materiali; analisi delle condizioni acustiche; passa a trattare un caso concreto, scelto per illustrare l'applicazione delle teorie esposte. Si tratta del teatro antico d'Orange, all'aperto, e per esso viene fatto l'esame delle migliori condizioni acustiche allo scopo di determinare il muro di fondo. Tale determinazione coincide con quanto esiste, ciò che non a torto fa considerare tale teatro come uno dei modelli del genere. Viene poi analizzata pure la condizione della potenza ed intensità sonora. Infine l'Autore tratta del problema dell'isolamento acustico, per l'attenuazione dei rumori nell'interno dei locali. *E. R.*

S. Strauss — **La misura delle radiazioni ultraviolette.** (Lichttech., 18 novembre 1934, pag. 28-30, con 4 fig.). **14 c**

Per la misura delle radiazioni ultraviolette sono state finora usate celle fotoelettriche al cadmio; però, siccome la sensibilità di queste celle non si spinge oltre le 3500 U. A., esse non possono essere utilizzate per la misura delle radiazioni ultraviolette provenienti dal sole. L'A. ha perciò ideato una cella fotoelettrica con catodo di zinco chimicamente puro in lega con metalli (quali il nichel, il rame, il ferro, il piombo, ecc.) che richiedono un grande lavoro di estrazione elettronica e, aggiunte a questa lega, tracce di calce, antimonio e bismuto. Tale cella, che, come appare dalla curva di sensibilità riportata nell'articolo, ha la soglia di sensibilità presso a poco al limite dello spettro visibile, è stata impiegata nella costruzione di un apparecchio di misura integratore (che è basato sullo stesso principio di un noto lumenmetro fotoeletttrico dello stesso A.) lo schema elettrico del quale è illustrato nell'articolo. *G. Co.*

H. Geffcken e H. Richter — **Nomenclature dei tubi a scarica nel gas.** (E. T. Z., N. 30, del 26 luglio 1934, pag. 738-739, con 2 fig.). **14 b**

Gli AA. propongono una nuova nomenclatura e simboli per classificare i tubi a scarica nel gas. Una prima divisione si ha fra tubi senza griglia e con griglia: nel primo gruppo di tubi si distinguono quelli a luminescenza e quelli ad arco, nel secondo si hanno tubi a catodo incandescente e a riempimento di vapore di mercurio; questi ultimi servono solitamente come relais. *Tt.*

C. Trage — **Fondamenti della misura soggettiva ed oggettiva dell'intensità sonora.** (E. T. Z., N. 38, del 20 settembre 1934, pag. 931-934, con 10 figure). **14 d**

L'A. riassume le notizie riguardanti la scala dell'intensità sonora e i più importanti processi di misura soggettiva e oggettiva di essa. La misura dell'intensità sonora si fa paragonando il suono da misurare a un suono campione, che di solito è un suono puro, a frequenza unica, pari a 1000 per/sec. Nella misura soggettiva si riceve ad un telefono applicato ad un orecchio il suono da misurare e all'altro orecchio si applica il telefono col suono campione: si regola poi l'intensità di questo, mediante un potenziametro graduato in intensità sonore, fino a portarlo uguale al suono da misurare. Nelle misure oggettive invece si fa agire il suono da misurare su un microfono e lo si amplifica: si leggono poi i valori della tensione prodotta dall'effetto sonoro. Questo sistema ha dato buoni risultati per la misura di rumori uniformi e costanti, quali si presentano spesso in pratica. *Tt.*

P. I. Lukirshy, J. L. Hurgin — **Sull'effetto fotoelettrico selettivo.** (Phys. Zeit. Sow., 1935, N. 1, pag. 98-107, con 6 fig.). **14 c**

L'intensità dell'effetto fotoelettrico è per un dato metallo, come è noto, dipendente dalla lunghezza d'onda, dall'angolo di incidenza e dalla condizione di polarizzazione della luce incidente. L'effetto della polarizzazione può essere verificato esattamente soltanto in ricerche compiute su superfici liquide o metalliche ben lisciate; nel caso di metalli alcalini si ha per lo più a che fare con superfici ruvide. Gli AA. richiamano le ricerche sperimentali compiute da numerosi altri autori, le quali tendono a mettere in evidenza che l'effetto fotoelettrico presenta un massimo per una certa lunghezza d'onda. La teoria dell'effetto fotoelettrico mette in evidenza l'importanza di considerare il campo elettromagnetico, dovuto alla energia luminosa incidente, immediatamente al di sotto dello strato superficiale del metallo, strato che ha uno spessore dell'ordine di 10^{-8} cm. Analizzando le curve risultanti dai valori numerici misurati dai vari sperimentatori, gli AA. mettono in evidenza che per i metalli alcalini e per i metalli più comuni, tracciando i diagrammi dell'intensità dell'effetto fotoelettrico per diverse lunghezze d'onda, diversi angoli di incidenza e diverse condizioni di polarizzazione in funzione del campo sotto lo strato superficiale, si ottengono curve nelle quali manca ogni indicazione di un massimo selettivo. Il così detto effetto fotoelettrico selettivo viene dagli AA. riferito ad una variazione di intensità del campo elettromagnetico in funzione della lunghezza d'onda e della condizione di polarizzazione della luce incidente. *Ri.*

N. Fedeneff — **Effetto fotoelettrico in uno strato d'argento depositato sul nichel.** (Phys. Zeit. Sow., 1935, N. 1, pag. 58-66, con 6 fig.). **14 c**

Le esperienze sull'effetto fotoelettrico relative specialmente a strati di cesio o di bario eseguite da diversi autori hanno fatto emettere diverse ipotesi sul meccanismo della emissione degli elettroni. Tali esperienze sono state sempre effettuate mediante la sovrapposizione di sostanze elettropositive, cosicchè la polarizzazione ha creato le condizioni più favorevoli per l'emissione degli elettroni. L'A. ha invece studiato il rapporto fra il lavoro di emissione e lo spessore dello strato nel caso in cui lo strato sovrapposto sia una sostanza più elettronegativa che il metallo sul quale lo strato voluto è deposto. L'istrumento usato per l'esperienza era un cilindro di vetro munito di 2 bracci diametralmente opposti: da uno di essi, chiuso da una lastra di quarzo, entrava un raggio di luce monocromatica che andava a cadere su un catodo collocato nel secondo braccio e portante la placca da esaminare. Un cilindro di maglia di rame collocato entro il cilindro di vetro funzionava da secondo elettrodo ed era collegato coll'esterno; nel cilindro si manteneva il vuoto mediante pompe a olio ed a mercurio. La corrente fotoelettrica era misurata mediante un elettrometro di Dolezalek con la sensibilità di 750 a 800 divisioni per volt. Come elemento sensibile era usata una placca di nichel ricoperta di un sottilissimo strato di argento ottenuto per evaporazione. Dalle esperienze eseguite si è riconosciuto che il lavoro di emissione degli elettroni dipende dallo spessore dello strato; coll'aumentare di esso il lavoro cresce dapprima da 3,7 V per il nichel puro fino a 4,2 V per uno spessore di strato di 3,5 U. A. e poi diminuisce fino a 3,9 V per l'argento puro. I risultati contrastano colla teoria generale, secondo la quale il massimo di lavoro dovrebbe corrispondere ad uno spessore monomolecolare, mentre nell'esperienza dell'A. il massimo si è verificato per uno spessore maggiore. In proposito vengono esposte alcune considerazioni che tendono a chiarire tale divergenza. *Ri.*

J. Roger — **Le nuove sorgenti di radiazioni ultraviolette e le loro applicazioni.** (Lux, novembre 1934, pag. 138-141, con 6 fig.). **14 c**

Dopo aver ricordato la classificazione che, dal punto di vista degli effetti fisiologici prodotti, è stata adottata per le radiazioni ultraviolette, l'A. descrive le principali sorgenti artificiali di radiazioni ultraviolette che sono state ideate negli ultimi anni (una lampada ad incandescenza speciale, una lampada ad arco in vapori di mercurio a pressione atmosferica, e una lampada a luminescenza di mercurio a bassa pressione; tutte lampade provviste di palloncino trasparente alle radiazioni ultraviolette fino al limite di 2800 U. A.) riassumendone le caratteristiche e le applicazioni più importanti. *G. Co.*

P. A. Chalileew — **Variazione della resistenza della magnetite in un campo magnetico a basse temperature.** (Phys. Zeit. Sow., 1935, N. 1, pag. 108-114, con 4 fig.). **14 h**

Fra i corpi ferromagnetici, la magnetite Fe_3O_4, presenta caratteristiche affatto particolari quando è sottoposta a basse temperature. Così la magnetizzazione di essa diminuisce bruscamente ad una temperatura che sta fra — 120° e — 160°; la variazione è tanto maggiore quanto più debole è il campo magnetico e scompare completamente in campi abbastanza intensi (20.000 gauss). Intorno alla temperatura critica suddetta, che sembra molto prossima a — 160° variano tutte le caratteristiche della magnetite; ad esempio il calore specifico presenta un massimo a circa — 159°. Si ritiene perciò generalmente che esistano due stati allotropici, detti uno magnetite α, stabile sotto — 162°, e un altro, stabile al di sopra di tale temperatura, detto magnetite β. L'A. ha in particolare studiata la variazione della resistività nel campo di temperature indicato. Un piccolo prisma di magnetite, portante 2 elettrodi alle estremità ed un avvolgimento per generare il campo magnetico, era immerso in un recipiente di aria liquida; la resistività era misurata al ponte di Wheatston con un galvanometro avente una sensibilità di 3×10^{-6} V/mm. Le esperienze hanno dimostrato in un campo di temperature fra — 150° e — 190° una diminuzione di resistività tanto con un campo magnetico longitudinale che con uno trasversale. La variazione relativa della resistività ($\Delta\rho/\rho$) presenta un massimo alla temperatura di — 161,7° e a questa temperatura in un campo di 9000 gauss raggiunge un valore dell'8 % circa. Le variazioni sono più piccole in campi magnetici deboli che in campi magnetici forti. Il complesso delle ricerche tende a far ritenere che nei pressi della temperatura citata la magnetite subisca una modificazione che è simile a quella che subiscono i corpi ferromagnetici nel punto di Curie; non sembra potersi trattatre di una vera modificazione allotropica perchè le ricerche eseguite coi raggi X hanno dimostrato che non si verifica alcuna modificazione di struttura. *Ri.*

E. McMillan, E. O. Lawrence — **Trasmutazione dell'alluminio per effetto di deutoni.** (Phys. Rev., 1° marzo 1935, pag. 343-348, con 7 fig.). **14 b**

Una laminetta d'alluminio percossa dal fascio di deutoni fortemente accelerati emette delle particelle; per studiare queste ultime

la laminetta durante il bombardamento era collocata nel vuoto e le particelle di disintegrazione venivano fatte uscire attraverso una finestra di mica. Per studiare la radio attività, il fascetto di deutoni veniva fatto passare attraverso una sottile finestra di alluminio (con assorbimento corrispondente ad 1 cm d'aria) cosicchè la laminetta posta di contro alla finestra poteva essere bombardata fuori dal vuoto e poteva essere rimossa dall'istrumento subito dopo l'esposizione. Una laminetta d'alluminio esposta ad una corrente di 0,5 microampere di deutoni con energia di 1,9 milioni di volt per un tempo sufficiente a raggiungere la saturazione dell'attività, veniva poi posta in una camera di ionizzazione contenente un sensibile elettroscopio a filo di quarzo e provvista di una sottile finestra di alluminio per ammettere le particelle beta. La funzione della rapidità di scarica nel tempo assume, in tracciamento logaritmico, un andamento nettamente rettilineo dando una vita, di riduzione a metà dell'attività, di 156 ± 5 secondi. Si è potuta riconoscere la emissione di protoni, di neutroni e di particelle alfa; probabilmente la loro formazione è dovuta a reazioni in cui appaiono Al^{28} (radio-alluminio), Si^{28} e Mg^{25}. I protoni sono i più abbondanti, circa 8 ogni 10^7 deutoni e si dividono in molti gruppi con ranghi diversi di 10 - 21 - 30 - 53 cm; il rango massimo di cm 62 corrisponde ad una energia di reazione di 5,3 milioni di volt. Il prodotto radioattivo emette elettroni negativi e intensi raggi gamma. *Ri.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

R. HOLM — **L'andamento del riscaldamento di un contatto metallico.** (Archiv f. Elek., marzo 1935, pag. 207-210, con 3 fig.). **15 b**

Il problema delle variazioni di temperatura che subisce nel tempo un contatto metallico fra due conduttori col variare della intensità della corrente è stato finora trattato in modo soltanto approssimato. L'A. ne ricerca invece una soluzione esatta, come funzione del tempo, della superficie di contatto e del materiale dei contatti stessi. Ricorre perciò dapprima all'artificio di sostituire alla superficie reale di un piccolo contatto, una piccola sfera supposta di conduttività infinita e di capacità termica nulla; le linee di corrente nei due conduttori assumono quindi un andamento radiale rispetto alla sfera. Scrive allora l'equazione differenziale della temperatura di un punto ad una distanza generica dal centro della sfera e, integrando, arriva ad una espressione in termini finiti nella quale entra una speciale funzione ψ abbastanza complessa per la quale sono forniti due diagrammi grafici. La soluzione si scinde in due a seconda che i due conduttori fra i quali si stabilisce il contatto sono dello stesso materiale o di due materiali diversi. Con un semplice artificio si passa poi dal caso teorico del contatto sferico assunto per la impostazione del calcolo, al caso reale di un contatto su una superficie piana. L'A. assicura di avere controllato sperimentalmente la validità delle formule proposte. *N.*

H. FREYTAG — **Elementi fondamentali per la taratura di resistenze intercambiabili in serie e in derivazione.** (E. T. Z., N. 40, del 4 ottobre 1934, pag. 979-980). **15 c**

Nell'articolo viene mostrato in quale misura i valori di correzione di resistenze in serie e in derivazione dipendono dalla resistenza degli strumenti ad esse collegati: si vede così che per effettuare misure esatte di corrente o di tensione è necessario conoscere l'errore proprio dello strumento e quello dovuto alle resistenze in serie o in derivazione. L'A. indica come per altro tali errori possano essere dati complessivamente, per lo strumento e per le resistenze, da un'unica formula. *Tt.*

W. VOLKERS — **Instabilità nel collegamento in parallelo di una bobina di autoinduzione con nucleo in ferro e di un condensatore.** (E. T. Z., N. 39, del 27 settembre 1934, pag. 950-952, con 11 fig.). **15 b**

Non solo il collegamento in serie di una bobina di autoinduzione e di un condensatore portano a fenomeni di instabilità, ma anche il loro collegamento in parallelo può dar luogo allo stesso inconveniente, qualora non sia inserita in serie con essi una sufficiente resistenza. L'A. determina per via grafica il valore minimo della resistenza che deve essere inserita per evitare l'instabilità. Qusto fenomeno è stato analizzato anche coll'oscillografo e nell'articolo è riprodotto uno schema per eseguire lo studio in questo modo. *Tt.*

H. BUCHHOLZ — **Lo sforzo assiale in bobine cilindriche a un solo strato senza nucleo di ferro, e considerazioni nel calcolo dell'induttanza di tali bobine.** (Archiv f. Elektr., aprile 1935, pag. 281-296, con 4 fig.). **15 c**

L'A. parte dalla considerazione di una bobina di lunghezza infinita costituita da un solo strato di spire avvolte una strettamente vicina alla susseguente e nella quale i singoli conduttori dell'avvolgimento abbiano la forma di nastri metallici di spessore trascurabile. Sviluppa anzitutto in via analitica il calcolo delle espressioni degli elementi caratteristici più importanti; il vettore del potenziale, la componente radiale dell'intensità del campo magnetico lungo l'avvolgimento, la pressione assiale sulle spire e il coefficiente d'autoinduzione della bobina; richiama in proposito i precedenti studi del Lorenz e Grovers. Passando poi ad occuparsi in particolare del calcolo dello sforzo assiale che si genera in una spira di estremità, scompone tale forza in due componenti: lo sforzo che sulla spira eserciterebbe una bobina chè fosse di lunghezza infinita all'altro capo, e la forza che, per una opposta direzione di corrente, eserciterebbe la parte della supposta bobina infinita da una parte che si trovi oltre l'ultima spira della bobina reale. Un grafico permette di meglio apprezzare l'importanza relativa dei due termini a seconda della lunghezza della bobina reale. Vengono poi sviluppate formule di uso più comodo, mediante nuovi sviluppi in serie, pel calcolo dell'induttanza delle bobine, formule specialmente comode nel caso di bobine a sezione quadrata. *N.*

IDRAULICA.

B. GENTILINI — **Sull'equazione del movimento uniforme delle correnti liquide.** (L'En. Elettr., marzo 1935, pag. 162-178, con 15 fig.). **18 b**

Le formule più generalmente usate per il calcolo della velocità dell'acqua per correnti uniformi, si possono quasi tutte ricondurre al tipo $V = \chi \sqrt{R J}$ dove V è la velocità media, R il raggio medio, J la cadente, χ un coefficiente funzione della velocità media, della viscosità, del raggio medio, della densità, del peso specifico, della scabrezza. Una caratteristica comune a tutte le formule proposte, è quella di ritenere il raggio medio atto ad interpretare anche l'influenza che la forma della sezione esercita sulla velocità; le formule presuppongono cioè che in condotti di sezione di forma diversa la velocità media sia eguale qualora siano eguali la cadente, la scabrezza e il raggio medio. Sebbene i risultati sperimentali facciano ritenere abbastanza attendibile tale concetto, l'A. ha voluto analizzare quale sia l'influenza del raggio medio e della forma della sezione sulla distribuzione della velocità e sul valor medio di essa. Considera anzitutto le correnti uniformi in regime di Poiseuille richiamandone la teoria generale, dimostra come l'indagine teorica non consenta di precisare la legge di resistenza per le correnti uniformi turbolente, cosichè per esse è necessario ricorrere all'esame dei valori sperimentali. Prende successivamente in esame i rilievi sperimentalmente eseguiti da molti autori su condotti di forme diverse e ne analizza criticamente il significato. Ne deduce che la influenza della forma della sezione sulla legge di resistenza per il regime tubolento in condotti lisci non è grande e tende a svanire con l'aumentare del numero di Reynolds; però appare anche evidente che, a rigore, il raggio medio non basta a precisare la sezione nei riguardi dell'influenza che essa esercita sul valore della velocità media. Qualche rilievo è anche esposto circa l'influenza della forma della sezione sul movimento uniforme in condotti lisci. *Ri.*

M. BERGERON — **Pompe centrifughe e centrali di pompaggio. Colpi d'ariete all'arresto.** (La Tech. Mod., 1° marzo 1935, 19 pag. e 45 fig.). **18 d**

La trattazione fa un'ampia premessa su quanto si riferisce ai principi teorici e di funzionamento delle pompe centrifughe, riportando diagrammi, schemi e grafici vari. Vengono poi messe in evidenza le forme di diversi tipi, di ruote, atte ciascuna ad assorbire la portata di 1 m³/sec, con 1 m di prevalenza; queste ruote vengono illustrate attraverso le loro curve caratteristiche ed attraverso il loro comportamento con funzionamento in serie, in serie parallelo e serie miste, come indicato in alcuni schemi. In questa parte viene anche fatto cenno di tipi di pompe multicellulari di diverse Case costruttrici e del loro raggruppamento e installazioni, ecc. nelle stazioni di pompaggio. La seconda parte dell'articolo, è relativa ai colpi d'ariete. Fatto un cenno sulle diverse leggi fondamentali di propagazione delle onde di pressione, si passa a discutere i casi che possono presentarsi in pratica: 1°) Fermata di una pompa munita di valvola a chiusura lenta; 2°) Caso in cui la condotta in cui è inserita la pompa genera perdite di carico notevoli; 3°) Caso in cui la condotta presenta un certo numero di discontinuità nel suo sviluppo; 4°) Fermata di una pompa provvista di valvola semplice a clapet; 5°) Fermata di una pompa posta all'estremità di una condotta munita di serbatoio d'aria, ecc. Tutti questi casi sono attentamente esaminati e discussi, ed infine viene fatto un richiamo sui diversi tipi di valvole studiate per evitare o ridurre i colpi d'ariete. *E. R.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Progressi nell'illuminazione. (The Elec., 19 ottobre 1934, pag. 494). **19 a**

Viene riassunto il rapporto del Comitato Tecnico della Società degli Ingegneri Inglesi dell'Illuminazione. Si sono effettuati importanti progressi nelle lampade a vapore di mercurio ad alta pressione da 400 watt; mediante l'introduzione di un terzo elettrodo per adescare la scarica si è potuto abbassare la tensione a 200 volt e ridurre del 50 per cento il tempo di riaccensione; si è migliorato il fattore di potenza e l'attitudine a sopportare improvvise cadute di tensione. Si è anche attenuta una maggiore uniformità del flusso luminoso durante la vita della lampada. In alcuni tipi mediante l'introduzione di vapori di zinco o di cadmio si è notevolmente aumentata la percentuale di radiazioni rosse, riducendo però il rendimento da 40 a 30 lumen per watt. Si sono costruite lam-

pade da 250 watt con caratteristiche simili a quelle da 400 watt e con rendimento 35 lumen per watt. Per ottenere una migliore distribuzione del flusso luminoso si è cercato di adottare la posizione orizzontale, facendo uso di elettromagneti per impedire alla corrente luminosa di scarica di urtare contro le pareti. Una lampada al sodio per 200 a 260 V fornisce 4000 lumen con un consumo di 105 watt. Si sono riprese in considerazione le lampade ad anidride carbonica a alta tensione, che danno uno spettro a molte righe distribuite su tutto il campo visibile; si possono costruire lampade tubulari lunghe oltre m 40 da distribuire lungo le pareti o il soffitto dei locali. Vengono anche citati alcuni recenti tipi di riflettori e di apparecchi diversi. Nel campo della architettura luminosa si diffonde il sistema della illuminazione indiretta mediante nicchie, cornici, ecc. Le lampade tubulari, che oggi si possono costruire fino alla lunghezza di altre un metro ed in tutte le forme, si prestano molto a tali scopi; si sono introdotti parecchi nuovi tipi di lampade di svariato colore. L'illuminazione con lampade a scarica nei gas si vanno diffondendo anche nell'industria. I nuovi fari per rotte aeree installati sulla rotta Croydon-Lympne dànno un lampo di luce ogni 3 secondi visibile alla distanza di oltre 90 km con tempo chiaro; la massima intensità è di 1.350.000 candele e la distribuzione della luce si accorda molto bene con quella teorica. *Ri.*

IMPIANTI.

E. F. Scattergood — **Alcuni aspetti del progetto del Boulder Canyon.** (Elec. Eng., aprile 1935, pag. 361-366, con 3 fig.). **20 i**

L'A. riassume dapprima la storia di questo impianto che prende origine da studi destinati originariamente ad assicurare il rifornimento d'acqua della città di Los Angeles. Nella sua realizzazione attuale l'impianto oltre alla produzione di energia elettrica è anche inteso a scopi di regolazione del fiume e a fini agricoli; esso avrà una potenza disponibile di 240.000 kW che sarà trasmessa a Los Angeles mediante due circuiti a 275 kV, divisi ciascuno in tre tronchi mediante due sottostazioni intermedie, e lunghi circa 480 km. Nella zona di Los Angeles, che a sviluppo completo assorbirà un carico previsto di 1.500.000 kW, funzionano attualmente 3 grandi cabine riceventi e una quarta è in costruzione. In queste cabine la energia che arriva a 275 kV viene trasformata a 132 kV mediante autotrasformatori che possono considerarsi come facenti parti della stessa linea di trasmissione. Le varie cabine sono fra loro collegate con linee a 132 kV, e alimentano cabine secondarie a 33 kV; queste hanno le sbarre sezionate in 4 tronchi ciascuno dei quali provvisto di un proprio trasformatore 132/33 kV. La diga del Boulder Canyon è alta circa 195 metri sul livello naturale delle acque e crea un serbatoio della capacità di 30 miliardi di m³. A sviluppo ultimato l'impianto conterrà 16 gruppi principali da 65.000 kW capaci di una potenza massima di 85.000 kW; l'energia producibile in modo continuativo è valutata a 4330 milioni di kWh, con un largo margine di energia stagionale. La disponibilità di energia andrà però diminuendo di poco meno di 9 milioni di kWh all'anno in seguito a previste utilizzazioni idriche a monte dell'impianto. L'A. fornisce anche numerose notizie di carattere economico circa le spese di costruzione e di impianto e circa i piani di finanziamento, utilizzazione e ammortamento previsti. *N.*

G. Fisler, H. Rehsteiner — **La centrale di Albbruck-Dogern.** (Revue B. B., N. 10, ottobre 1934, pag. 186-187). **20 i**

La centrale sfrutta un salto di 12 m che rappresenta il dislivello fra due punti del Reno trovantisi rispettivamente sotto il ponte della ferrovia Coblenza-Waldshut ed a Schwaderloch-Albbruck. Essa comporta tre gruppi idroelettrici, i cui generatori hanno caratteristiche particolarmente notevoli: potenza 32.500 kVA; tensione 10.500 V; frequenza 50 Hz; velocità 75 giri/min; peso della ruota polare col relativo albero 245 t; diametro della ruota polare 9, m; diametro esterno dello statore, senza lamiere di protezione, 11 m; peso totale 550 t. Ciascun alternatore alimenta direttamente un trasformatore, senza l'intermediario di interruttori e di sbarre collettrici. Ciascun trasformatore, da 35.000 kVA, è del tipo per montaggio all'aperto con conservatore d'olio; a raffreddamento naturale per potenze fino al 50 % del carico nominale ed a raffreddamento con ventilazione forzata per potenze superiori. I tre trasformatori sono collegati, attraverso interruttori e sezionatori, ad altrettante linee a 104 kV che fanno capo alla sottostazione all'aperto di Thiengen (Foresta Nera), distante circa 15 km. *V. D. Ma.*

W. Kissling — **La centrale idroelettrica di Curupao (Venezuela).** (Revue B. B., N. 9, settembre 1934, pag. 171-172, con 2 fig.). **20 i**

L'impianto comprende un'officina generatrice ed una stazione di trasformazione situate in due fabbricati adiacenti. Nella prima sono installati due gruppi idroelettrici comprendenti ciascuno una ruota Pelton ed un alternatore trifase da 2050 kVA; $\cos\varphi = 0{,}8$; 660 V; 750 giri/min; 50 Hz. I due generatori funzionano in parallelo su di un sistema di sbarre collettrici a 6,6 kV, dal quale parte una linea che alimenta una rete di distribuzione nelle vicinanze ed al quale fa capo una linea proveniente da una centrale vicina. Nella cabina di trasformazione, la tensione è elevata a 73 kV mediante due trasformatori da 3200 kVA, a raffreddamento naturale. Dalle sbarre a 73 kV partono due linee munite di interruttore in olio a cassa unica da 750 MVA di rottura. Sono notevoli i dispositivi di protezione dell'impianto così ripartiti: dal lato 6,6 kV: bobine di self di messa a terra per la scarica delle cariche statiche e per l'indicazione di messa a terra; apparecchi di protezione contro le sovratensioni sulle linee in arrivo e in partenza; dal lato 73 kV: una bobina di estinzione a dissonanza per la protezione contro le messe a terra accidentali; bobine di self per l'indicazione di messa a terra; protezione selettiva con relais ad impedenza. La centrale è dotata di un impianto di segnalazione e di allarme che interviene al manifestarsi di modifiche impreviste nei collegamenti dell'officina. La sincronizzazione dei gruppi e delle linee si effettua in modo interamente automatico. *V. D. M.*

Il nuovo impianto di energia di punta e di riserva della "S. A. des Forces Motrices de St. Gall et d'Appenzell". (L'Ingegnere, 1° marzo 1935, pag. 192-202, con 19 fig.). **20 f**

Quest'impianto è munito di tre gruppi Diesel-alternatori, con motori Sulzer a doppio effetto, della potenza normale complessiva di 16.000 kW, che la nota descrive dettagliatamente. Vengono pertanto messe in evidenza le caratteristiche dell'impianto e dei motori Diesel, le cui particolarità costruttive e gli accessori sono illustrate da numerose figure. Sono poi accennate le operazioni di avviamento e di condotta, l'approvvigionamento dell'acqua di alimentazione, ecc. Gli alternatori, alla velocità di 187 giri al 1', sono collegati direttamente ai motori, essi sono previsti per la potenza continua di 6250 kVA, tensione di 10.700 V, ed un fattore di potenza uguale a 0,8, per corrente alla frequenza di 50 per/sec. La carcassa dello statore è in due metà, l'avvolgimento è isolato per una tensione di prova di 22.400 V. Il rotore, in acciaio fucinato, è pure in due metà ed è provvisto di massa volano sufficiente per rispondere alle esigenze di regolazione della velocità. *E. R.*

R. B. Purdy — **Impianti a vapore.** (Power, gennaio 1935, pag. 2-6, con 1 fig.). **20 f**

Sebbene nel 1934 non sia stata costruita in America quasi nessuna nuova centrale termoelettrica, tuttavia si sono realizzati ulteriori progressi, specialmente nell'ampliamento degli impianti esistenti o nella modernizzazione di quelli più vecchi. Un esempio importante è quello di Connors Creek in cui sono stati smontati i 3 preesistenti gruppi da 20.000 kW, che saranno sostituiti da 3 gruppi nuovi da 30.000 kW, che utilizzeranno gli impianti ausiliari preesistenti; saranno pure installate 4 nuove caldaie da 220 tonnellate/ora ciascuna per vapore a 50 atm e 450°. Venne messa in costruzione la centrale di Port Washington che entrerà in servizio nel 1935 con una potenza di 80.000 kW in un sol gruppo con vapore a 100 atm e 450°. Nel 1935 entrerà pure in servizio il nuovo gruppo da 165.000 kW nella centrale Richmond di Filadelfia; il vapore sarà fornito da 2 caldaie da 300 tonnellate/ora di vapore a 28 atm e 450°. Si sono pure avuti 2 nuovi impianti per industrie private funzionanti a 85 atmosfere. Uno di essi, nello stabilimento Ford di Detroit, è servito con vapore a 480°, senza surriscaldamento intermedio; la turbina è servita da una caldaia da 100 atm, capace di 400 tonnellate/ora di vapore. In una fabbrica di gomma a Akron è stato pure installato un gruppo da 10.000 kW a 100 atm e 400° che scarica a contropressione di 18 atm; è servito da una caldaia da 150 tonnellate/ora, il vapore di scarico è utilizzato in 5 evaporatori da 25 tonnellate orarie. Una installazione interessante è stata quella di un gruppo da 7500 kW a 56 atm, 400°, con la turbina predisposta per l'estrazione di 55 tonnellate/ora di vapore a 14 atm per alimentare turbine preesistenti; la turbina può anche funzionare interamente a contropressione scaricando vapore a 7 atm per servizi industriali. Numerosi impianti importanti sono stati effettuati presso fabbriche di birra o distillerie che hanno ripreso in pieno l'attività. La produzione di energia durante il 1934 è andata aumentando fino a raggiungere 1695 milioni di kWh nell'ultima settimana. La produzione totale delle centrali pubbliche per il 1934 è stata di 90.140 milioni di kWh, con un aumento del 5,5 % sulla produzione del 1933. *Ri.*

MACCHINE A COLLETTORE.

A. Waclawik — **Vantaggi e svantaggi della dinamo per saldatura ad arco a campo trasversale.** (E. T. Z., N. 29, del 19 luglio 1934, pag. 711-715, con 16 fig.). **25 a**

L'A. esamina i diversi sistemi di regolazione usati per le dinamo per saldatura ad arco a campo trasversale. È noto che la semplice dinamo colle spazzole ausiliarie cortocircuitate ha l'inconveniente di rispondere con ritardo alle necessità di variazione dell'intensità di corrente; per migliorare la regolazione di una tal dinamo si può ricorrere all'inserzione di un trasformatore nel circuito ausiliario, a poli di regolazione, a shunt negativi, ecc. Bisogna inoltre tener presente che con questo tipo di dinamo è possibile adottare il comando a distanza solo con una apparecchia-

tura molto costosa. Inoltre bisogna badare al pericolo di inversione di polarità, tanto più facile a presentarsi quando due o più dinamo vengano fatte lavorare per saldare lo stesso pezzo in vari punti. *Tt.*

MATERIALI.

N. BEKKEDAHL — **Forme della gomma rivelate dai rapporti fra la temperatura e il volume.** (Bur. Stand. Journ. Res., settembre 1934, pagina 411-430, con 10 fig.). **26 f**

Le esperienze vennero condotte su gomma greggia, sull'idrocarburo della gomma e su diversi composti solforati di essa. Lo scopo delle esperienze era quello di riconoscere esattamente la legge di variazione del volume in funzione della temperatura, allo scopo di trarne indicazione per riconoscere le diverse forme costitutive in cui la gomma può esistere e di riconoscere le condizioni nelle quali avviene la transazione da una forma all'altra. Vennero eseguite misure in un campo di temperature da —85° fino a + 85°. Si è riconosciuto che la gomma non vulcanizzata può esistere sotto quattro forme. Quella comune, chiamata forma amorfa I, subisce fra 6° e 16° una lenta trasformazione in una forma cristallina I che è una modificazione stabile fra + 6° e —72°. A zero gradi la transazione avviene più rapidamente, richiedendo circa dieci giorni, ed è accompagnata da un cambiamento di volume del 2,65 %. A circa —72° la forma cristallina I e quella amorfa I si trasformano rispettivamente (con forte diminuzione nel coefficiente di espansione), nella forma cristallina II e nella forma amorfa II. La gomma vulcanizzata presenta soltanto le forma amorfa I e amorfa II. L'A. riporta anche i valori numerici dei coefficienti di espansione delle diverse forme della gomma. È da osservarsi che raffreddando la gomma rapidamente al sotto del punto di transazione, la cristallizzazione resta impedita e non si verifica. Le ricerche dell'A. vengono messe in relazione con numerosi altri studi di diversi sperimentatori circa il comportamento delle diverse forme in cui la gomma può presentarsi e circa le variazioni che si verificano nelle diverse proprietà di essa. Così la costante dielettrica della gomma nello stato cristallino I è sensibilmente superiore a quella della forma amorfa. Nel campo di temperatura fra —65° e —75° si verifica una variazione nella costante dielettrica che corrisponde al passaggio dalla forma amorfa I alla forma amorfa II che ha una costante dielettrica leggermente superiore. *Ri.*

MISURE.

C. M. FOUST, J. T. HENDERSON — **Misura diretta delle correnti di fulminazione.** (Elec. Eng., aprile 1935, pag. 373-378, con 8 fig.). **28 e**

Lo studio sistematico dei fenomeni di fulminazioni e di sovratensioni nelle linee di trasmissione richiede di poter disporre di apparecchi semplici, da poter installare in grande quantità lungo le linee e che permettano di determinare agevolmente la intensità e la forma delle correnti di scarica. Lunghi lavori sperimentali hanno permesso di mettere a punto un istrumento detto amperometro di cresta di scarica che risponde ai requisiti voluti. Sostanzialmente esso è costituito da due piccoli pezzi di materiale magnetico ad elevata ritentività che vengono collocati presso al conduttore che scarica a terra la corrente di fulminazione, ma a diversa distanza da esso. Quando il conduttore è percorso da correnti i due pezzi subiscono una magnetizzazione che dipende dall'intensità della corrente e dalla loro distanza dal conduttore; la magnetizzazione dei due campioni può poi essere misurata mediante un istrumento appositamente studiato e facilmente portatile. L'impiego di questo dispositivo esige per l'interpretazione dei risultati, un preventivo complesso lavoro di taratura che è stato oramai compiuto e che viene brevemento chiarito. Si sono così potuti tracciare alcuni nomogrammi che permettono di interpretare con relativa facilità i risultati rivelati dall'esame dei campioni installati, dopo una fulminazione. In una tabella sono riportati alcuni dei rilievi più interessanti che con questo dispositivo si sono potuti fare nel corso del 1934 durante il quale 50.000 di tali apparecchi sono stati in servizio su linee americane. Sono anche esposte alcune considerazioni sulla approssimazione dei risultati che si ottengono e sulle cause che su di essa possono agire. *N.*

W. VAN LIERDE — **Alcune note intorno ai contatori a induzione.** (Bull. Soc. Belge Elec., gennaio 1935, pag. 20-26). **28 e**

Nella tecnica della costruzione dei contatori di energia si notano attualmente due tendenze: mentre i costruttori europei si studiano di realizzare apparecchi leggerissimi, in America si preferiscono costruzioni di tipo più robusto. I tipi leggeri sono meno costosi, ma sembra logico ritenere che essi abbiano una durata meno grande e siano esposti di più a cause di deperimenti o di guasti che possano essere di grave noia per gli esercenti. I tipi americani sono molto più costosi, ma in generale più robusti; per essi viene dato molto valore al cosidetto fattore di qualità, che è il rapporto fra la coppia motrice in grammi-centimetri e il peso dell'equipaggio mobile espresso in grammi; quanto maggiore è il fattore di qualità, tanto maggiore è la stabilità di buon funzionamento. I contatori americani consumano almeno un watt, mentre in generale si preferisce un consumo circa la metà di quello: secondo l'A. questo concetto è errato perchè il maggior consumo corrisponde ad un aumento della coppia e quindi ad una maggiore stabilità di funzionamento. Dimostra a questo proposito come il danno economico che una Società distributrice può avere per il maggior consumo proprio dei contatori si possa ritenere praticamente trascurabile di fronte ai vantaggi che si realizzano sulla sicurezza e stabilità di funzionamento. L'A. si dichiara quindi nettamente favorevole alla adozione dei contatori di tipo più robusto, anche se più costosi, capaci di funzionare senza manutenzione speciale per un periodo di almeno 20 anni. Accenna anche alle prove rapide forzate che si possono eseguire per giudicare sulla durata probabile utile di un contatore. In ultimo è riferito circa prove eseguite in un laboratorio belga circa l'opportunità della lubrificazione dei supporti inferiori dei contatori, la quale si è dimostrata assai utile. Anche le variazioni di temperatura ambiente, quando siano molto sentite, possono indurre errori sensibili nelle indicazioni dei contatori. *Ri.*

J. E. HENDERSON, W. H. GOSS, J. E. ROSE — **L'impiego del voltmetro rotativo per misure fino a 830 kV.** (Rev. Scient. Instr., marzo 1935, pag. 63-66, con 5 fig.). **28 c**

Ricordate le difficoltà inerenti alla misura delle altissime tensioni viene descritto il voltmetro rotativo di Kirkpatrick, Miyake e Gunn, il quale presenta i seguenti vantaggi: non deriva energia dalla sorgente; ha una taratura lineare che permette una facile e sicura estrapolazione per le maggiori tensioni; inoltre esso fornisce un mezzo anche di misurare la forma d'onda della tensione applicata. L'istrumento consiste essenzialmente in un generatore elettrostatico con rotore di 15 cm di diametro e 30 cm di lunghezza ottenuto tagliando longitudinalmente un tubo di duralluminio: esso è provvisto di un commutatore a 2 settori con spazzole di carbone ed è fatto ruotare a 1800 giri al minuto mediante un motore sincrono; questo è montato su supporti in modo che può ruotare come un tutto unico permettendo la determinazione della forma d'onda quando sia alimentato dalla stessa tensione che alimenta il trasformatore ad alta. Il voltmetro con tutti i pezzi polari viene semplicemente montato su una parete vicino all'impianto ad alta tensione; se l'apparecchio è tarato in tali condizioni, non è influenzato dalla dissimetria del campo sulle 2 facce del rotore. L'apparecchio fu applicato in un impianto per raggi X che era anche provvisto di spinterometro con sfere da 75 cm: il voltmetro era posto sulla parete a circa 2 m dalla sfera caricata negativamente. La corrente generata dal voltmetro rotativo è dell'ordine di 10 a 20 microampere. Una serie di prove di controllo ha dimostrato l'attendibilità di questo apparecchio, che è in pratica relativamente di facile impiego, come viene sommariamente indicato dagli Autori. *Ri.*

E. W. FREISEWINKEL — **Raggi ionici di ritorno e oscillografo a raggi catodici.** (Archiv. f. Elektr., aprile 1935, pag. 272-281, con 13 fig.). **28 e**

L'A. considera la causa di alcune imperfezioni che si manifestano talvolta nelle registrazioni ottenute coll'oscillografo a raggi catodici, specialmente quando esso è munito di dispositivi di arresto o deviazione permanente del fascio per impedire che esso batta sullo schermo nel tempo durante il quale non vi è nulla da registrare. Specialmente se si lavora con fasci di elevata intensità si rende visibile sullo schermo una macchia luminosa anche quando il blocco magnetico del fascio è in funzione. L'A. ha studiato sperimentalmente il fenomeno che risulta dovuto ai così detti raggi di ritorno i quali sono costituiti originariamente da ioni positivi che poi perdono o assumono cariche durante il loro tragitto nel gas cosicchè possono attraversare in forma di particelle neutre il blocco magnetico e raggiungere poi lo schermo come miscuglio di atomi neutri e di ioni positivi. Gli studi dell'A. oltre a chiarire le particolarità del fenomeno hanno permezzo di arrivare ad apprezzamenti quantitativi di questi raggi di ritorno nel confronto del fascio totale di raggi agenti nell'oscillografo, e di valutare l'influenza che sulla intensità di essi hanno i diversi elementi che entrano in gioco nell'istrumento. Per eliminare gli effetti perturbatori di questi raggi di ritorno, il blocco magnetico è inefficace, mentre migliori risultati, per quanto non completamente soddisfacenti, si ottengono con un blocco elettrostatico. Vengono in proposito esposte alcune considerazioni su altri accorgimenti per una ulteriore eliminazione dell'inconveniente che si rende particolarmente notevole quando si operi a tensioni elevate e con fasci di grande intensità. *N.*

E. PUGNO VANONI — **Sull'VIII ciclo di tarature.** (L'Elettrot., 10 febbraio 1935, pag. 91-95, con 5 fig.). **28 v**

È reso conto dei risultati ottenuti nell'VIII ciclo di tarature promosso dall'A.E.I. e che consisteva in misure di resistività, di perdite dielettriche, di costanti dielettriche e di rigidità dielettriche su piccoli condensatori di carta bachelizzata. Dalla discussione dei risultati è messa in evidenza l'utilità della compilazione di norme precise per le prove degli isolanti. *Ri.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

W. Schnisky — **Perdite accessorie nella gabbia di un motore a induzione all'avviamento e loro conseguenze.** (Archiv f. Elek., marzo 1935, pag. 210-215, con 3 fig.). **29 c**

Gli studi precedentemente pubblicati sulle perdite nella gabbia di un motore a induzione per effetto dei campi di armoniche superiori, tendevano a far ritenere che in certe circostanze tale perdite potessero assumere valori assai rilevanti. L'A. riprendendo in esame l'argomento arriva a conclusioni opposte dimostrando come tali perdite siano sempre piccole e possano arrivare al massimo, in pratica, al 5 o al 10 % delle perdite dovute all'onda fondamentale. L'argomento è trattato in linea teorica ed analitica. In correlazione alle perdite suddette intervengono dei momenti secondari che si sovrappongono a quello principale dovuto all'onda fondamentale. Per la riduzione di dette perdite e dei rispettivi momenti dovuti alle armoniche superiori giova il fare nel rotore i canali obbliqui. Nel loro complesso questi momenti accessori, che sono parte negativi e parte positivi, tendono a diminuire il momento totale all'avviamento rispetto a quello che sarebbe prodotto dall'onda fondamentale. Esse si rendono perciò particolarmente notevoli durante l'avviamento nelle prove in corto circuito. L'A. insiste però nel dimostrare che i momenti secondari di carattere asincrono sono di piccolo valore e non possono giustificare certe irregolarità di funzionamento dei motori a basso numero di giri, irregolarità la cui origine deve invece essere riferita alle azioni di carattere sincrono esplicate dai campi di frequenza armonica. *N.*

W. Kraemer — **Il motore a induzione compensato ad alimentazione rotorica come motore sincrono ideale.** (E. T. Z., N. 40, del 4 ottobre 1934, pag. 975-978, con 8 fig.). **29 d**

L'A. mostra come da un motore a induzione compensato ad alimentazione rotorica si possa ottenere un motore sincrono con buone caratteristiche di funzionamento: invero un tale motore può avviarsi sotto carico e può essere messo facilmente in sincronismo portandolo per qualche istante a velocità superiore al sincronismo: esso inoltre presenta una regolazione automatica del campo. Il fattore di potenza di un tale motore si mantiene sui valori di $0{,}7 \div 0{,}8$ in anticipo: d'altra parte il motore è insensibile a brusche variazioni di carico, presentando con ciò le stesse caratteristiche di robustezza e di sicurezza di funzionamento dei motori a induzione; può sopportare sovraccarichi fino al 50 % della sua potenza nominale senza uscire dal sincronismo. *Tt.*

MOTORI PRIMI.

F. Huettner — **La turbina di Huettner.** (E. T. Z., N. 30, del 26 luglio 1934, pag. 742-744, con 7 fig.). **30 d**

L'inventore si è preoccupato di eliminare nel suo impianto di turbina a vapore tutti gli elementi accessori: qui la caldaia avvolge la turbina e alimenta direttamente il distributore girando in senso contrario alla ruota motrice per effetto della reazione del vapore sulle palette. Così restano eliminate tutte le macchine ausiliarie e i dispositivi di regolazione: anche il ciclo termico si realizza automaticamente senza spreco di energia. Il rendimento di una tale turbina è elevato: l'energia perduta per la rotazione della caldaia è compensata dall'assenza di perdite di calore nelle tubazioni del vapore, che qui non esistono. In un modellino da 200 watt costruito dall'inventore la caldaia ruota a 5000 giri al minuto e la ruota motrice a 17.500 giri al minuto. Nell'articolo viene riferito anche sui risultati di misure eseguite, risultati che, secondo l'inventore, sono pienamente favorevoli all'adozione di questo tipo di turbina per il maggior rendimento termico dell'impianto. *Tt.*

RADIOTECNICA.

La nuova stazione inglese di radio-diffusione a Droitwich. (La Revue Industrielle, marzo 1935, pag. 129-130, e The Electrical Times, settembre 1934). **34 c**

La B. B. C. (British Broadcasting Corporation) che possedeva a Daventry la più grande stazione emittente ad onde lunghe, l'ha sostituita con quella di Droitwich, tre volte più potente, rispondente ai seguenti requisiti fondamentali: 1º) Il sistema di modulazione adottato è quello detto « in serie »; 2º) L'energia di alta tensione a c. c. (150 kW) è fornita da raddrizzatori a vapore di mercurio invece dei gruppi convertitori; 3º) L'apparecchiatura di comando delle diverse sorgenti di energia può esere azionata automaticamente dal quadro di comando; 4º) Uno speciale dispositivo inserito fra l'uscita dell'emittente e la linea di alimentazione consente di realizzare una buona trasmissione; 5º) Le palificazioni di sostegno delle antenne raggiungono l'altezza di m 210.

La centrale elettrica comprende gruppi Diesel-alternatori con speciale riguardo al sistema di fondazione, allo scopo di evitare le vibrazioni. *E. R.*

J. Marique — **Alcune idee attuali sulla telegrafia senza fili.** (Bull. Soc. Belge Elec., gennaio 1935, pag. 1-19, con 11 fig.). **34 a**

L'A., dopo avere brevemente rifatta la storia delle trasmissioni radiotelegrafiche prima con onde lunghe e poi coll'adozione più recente di onde corte, considera l'influenza fondamentale degli strati ionizzati nell'alta atmosfera riguardo alla propagazione delle onde radiotelegrafiche. Prende successivamente in considerazione il problema della propagazione di un'onda elettromagnetica in un gas ionizzato e considera poi separatamente i fenomeni della riflessione delle onde sul suolo, delle zone di silenzio, dell'evanescenza con onde corte, l'effetto Lussemburgo ecc., illustrandone l'interpretazione in base agli effetti della ionosfera. È fatto cenno ai metodi di misura dell'altezza degli strati ionizzati e dei metodi per combattere gli effetti di evanescenza. *Ri.*

E. Schürmann e W. Esch — **Sui fenomeni di corrosione su resistenze per radio avvolte su supporto isolante di steatite.** (E. T. Z., N. 41, dell'11 ottobre 1934, pag. 1003-1005, con 6 fig.). **34 o**

Gli AA. riferiscono sugli studi fatti per ricercare la cause che hanno prodotto fenomeni di corrosione su resistenze per radio avvolte su supporto isolante di steatite. Si è visto che il fenomeno è dovuto a impurità di pirite contenute nella steatite, poichè il fenomeno di corrosione si verifica specialmente là dove sulla steatite affiorano macchie brune dovute alla presenza di cristalli di pirite. Poichè le resistenze sono costituite da filo di nickel-cromo, gli AA. hanno dovuto occuparsi del comportamento del nickel sotto l'azione del solfuro di ferro e hanno constatato che il nickel può essere attaccato in presenza di umidità. *Tt.*

W. Nestel — **Amplificatori con regolazione dipendente dall'amplificazione.** (E. T. Z., N. 36, del 6 settembre 1934, pag. 882-884, con 9 fig.). **34d**

Mentre di solito nella costruzione degli amplificatori si richiede un'assoluta indipendenza della regolazione dell'amplificazione stessa, qui vengono descritti amplificatori basati sulla caratteristica contraria e applicati nella stazione trasmittente germanica a onda corta per il Nord America. In tal modo automaticamente viene ridotta la amplificazione dei fortissimi musicali e accresciuta quella dei pianissimi. Si tratta di tubi a caratteristica esponenziale che vengono regolati mercè l'automatica variazione della tensione di griglia polarizzata. L'articolo è corredato da un esempio e da una serie di curve. *Tt.*

STATISTICA.

A. Friedrich — **Sviluppo delle elettrificazioni in Turchia.** (E. T. Z., N. 39 del 27 settembre 1934, pag. 957-958, con 1 fig.). **36**

L'elettrificazione in Turchia è limitata a piccole centrali disseminate nel paese e non ancora collegate da alcuna rete. Più dei quattro quinti della produzione di energia elettrica aveva luogo nel 1929 nel territorio di Istambul, dove si ha anche un primo tentativo di costituire un nucleo di rete di distribuzione. La produzione di energia elettrica è stata nel 1932 di soli 130 milioni di kWh, con un aumento peraltro del 35 % rispetto al 1929. La produzione per abitante fu di 9 kWh. Le riserve idriche sono minime, mentre il paese dispone di risorse di carbone presso Eraclea, dove è prevista la costruzione di una grande centrale termo-elettrica. Nel 1929 vi erano circa 100 aziende produttrici di energia elettrica: la più importante era quella di Istambul con circa 70.000 kW installati. *Tt.*

TRASFORMATORI.

G. Eckart — **Variazioni del rendimento colla frequenza in trasformatori a circuito magnetico chiuso.** (Archiv f. Elek., marzo 1935, pag. 215 a pag. 220, con 5 fig.). **39 d**

Nei trasformatori che vengono usati nella modulazione anodica nei grandi trasmettitori intervengono carichi rilevanti in una vasta zona di frequenze; acquista quindi interesse l'esame della variazione del rendimento in funzione della frequenza stessa. L'A. esamina anzitutto l'effetto pellicolare magnetico rilevando come colle alte frequenze non si verifichino più in misura sensibile le perdite per isteresi pel fatto che il campo non penetra nell'interno del ferro. Viene poi messo in evidenza che il rendimento a partire dalla frequenza zero (corrente continua, rendimento nullo) va, per le frequenze limitate, crescendo col quadrato della frequenza; differenziando l'espressione del rendimento è dimostrato come esso ammetta un massimo per un certo valore della frequenza e poi diminuisca nuovamente per le frequenze più elevate in causa dei fenomeni di dispersione. Per un vasto campo di frequenze il carico ohmico al quale corrisponde il rendimento massimo è definito dalla condizione che le perdite nel rame siano eguali a quelle nel ferro. Questa regola però non vale più quando si abbia a che fare con frequenze molto basse o, viceversa, molto elevate, per le quali il trasformatore diviene praticamente inservibile. *N.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

R. Lundholm — L'influenza dei condensatori di protezione contro le sovratensioni. (Ericsson Technics, 1935, N. 1, pag. 3-12, con 16 fig.). **40 d**

Fra i dispositivi di protezione contro le onde di sovratensione ve ne sono di quelli di tipo a resistenza in derivazione e di quelli a condensatore. Le protezioni del tipo a reattanza perdono terreno, perchè è stato dimostrato che un semplice appiattimento della fronte dell'onda non risolve il problema della protezione; è altrettanto importante che venga ridotta anche l'ampiezza della sovratensione e sotto questo aspetto i dispositivi a reattanza sono inferiori agli altri tipi. Mentre in molti Paesi l'attenzione è specialmente rivolta alle protezioni del tipo a resistenza in derivazione (tirite o autovalvola), nella Svezia si è preso in particolare considerazione la protezione con condensatori, che si è dimostrata assai efficace nelle pratiche applicazioni. L'A. studia dal punto di vista analitico il comportamento di un condensatore investito da un'onda di sovratensione; viene così dimostrato che l'onda di sovratensione incidente viene trasformata in causa della generazione di un'onda riflessa che si sovrappone a quella incidente. Mediante un esempio numerico è dimostrato come l'attenuazione dell'onda di sovratensione sia molto rilevante anche a distanza considerevole dal condensatore di protezione installato. Esso può quindi essere installato alquanto lontano dall'impianto o dalla cabina che si vuol proteggere. Studiando poi il caso in cui il condensatore di protezione sia investito da un treno di onde, viene rilevato come sia possibile dal punto di vista teorico che si generino fortissime sovratensioni dovute a fenomeni di risonanza: viene però dimostrato come in pratica sia estremamente difficile che si verifichino le condizioni perchè tali fenomeni avvengano. In ultimo è considerato il caso di una induttanza in serie col condensatore, dimostrando che i trasformatori di corrente non riducono sensibilmente l'efficacia protettiva del condensatore. *Ri.*

V. Szieghart — Il doppio corto circuito a terra in reti di cavi ad alta tensione e la sua eliminazione per mezzo di relais di distanza. (E. T. Z., N. 38, del 20 settembre 1934, pag. 928-930, con 6 fig.). **40 d**

Una rapida eliminazione dei guasti nei cavi per mezzo di relais di distanza può ottenersi solo per mezzo di relais sensibili alla corrente di messa a terra: in caso di doppio circuito a terra è necessario introdurre una corrente di terra e questo si può ottenere ricorrendo a un riduttore di corrente. L'esecuzione pratica è illustrata facendo riferimento a un caso di protezione così realizzata. *Tt.*

E. Heide — Innovazioni negli impianti delle linee di contatto in miniere di lignite. (E. T. Z., N. 41, dell'11 ottobre 1934, pag. 1001-1003, con 9 figure). **40 v**

L'A. descrive un sistema di impianto delle linee di contatto per il funzionamento degli escavatori in miniere di lignite, inteso ad assicurare un facile spostamento delle linee stesse in relazione alle necessità di coltivazione delle miniere stesse. Si è studiato perciò di montare le linee su morsetti a slitta fissati all'isolatore: così al filo può essere data una notevole tensione, mentre i morsetti possono essere convenientemente distanziati così da ridurre il numero dei supporti. Per le ferrovie di miniera sono stati studiati particolari dispositivi per la messa rapida in tensione del filo di contatto: sulle linee a carattere provvisorio, dei morsetti facilitano la liberazione del filo in caso di spostamento: su linee di questo genere si possono raggiungere velocità di 40 km/h. *Tt.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

La funivia del Gran Sasso d'Italia. (L'Ingegnere, 1° marzo 1935, pag. 188-192, con 5 fig.). **41 v**

Questa funivia, della lunghezza di m 3240, supera il dislivello di m 1007,50; essa è equipaggiata con due vetture della capacità massima di 21 persone ciascuna e comprende tre stazioni, quella motrice, in alto, quella di rinvio in basso, ed una stazione intermedia. Si hanno cinque funi, di cui tre per il servizio — la portante, la traente, la fune freno, — e due cavi di segnalazione. Nella stazione superiore sono installati due gruppi motori di trazione, uno dei quali di riserva, e due gruppi elettrogeni, composti ciascuno da un motore Diesel di 85 kW, di cui ognuno può azionare l'uno o l'altro dei due motori di trazione. L'organo di comando è provvisto di sei freni, di cui due a mano, due elettromagnetici e due automatici a fluido. Le vetture sono munite di carrello con otto ruote, con scatola del freno automatico, ecc. esse inoltre sono dotate di impianto telefonico e di illuminazione elettrica, alimentato da una batteria di accumulatori. *E. R.*

Royer e Trollux — Applicazione dei motori termici ad iniezione meccanica alla trazione su strade ferrate. Sistemi di trasmissione. (La Tech. Mod., 1° marzo 1935, pag. 145-152, con 15 fig.). **41 g**

Gli Autori, continuando la trattazione intrapresa in merito all'impiego dei motori termici, nella trazione ferroviaria, si occupano in questa parte dei sistemi di trasmissione della potenza motrice: sistemi di trasmissione meccanica, pneumatica, idraulica e trasmissione elettrica. Quest'ultima trova il massimo sviluppo, ed in essa la questione più importante è costituita dalla regolazione. I sistemi di regolazione possono classificarsi tenendo conto di differenti punti di vista: *a*) Regolazione a mano, a mezzo di un reostato che agisce sulla corrente di eccitazione della generatrice connessa al motore termico; *b*) Regolazione automatica, che può effettuarsi con una generatrice a due avvolgimenti, a tre avvolgimenti con e senza reostato automatico, e con generatrice shunt. Questo sistema viene adeguatamente illustrato attraverso diagrammi che riportano le curve di variazione della coppia resistente; *c*) si ha poi la regolazione automatica esterna, ottenuta con sistemi diversi, dalle varie Case costruttrici, di cui la nota fa cenno. Dall'analisi dei diversi sistemi di trasmissione del moto agli assi, emerge che quello elettrico presenta anche un vantaggio nel tempo, poichè il suo rendimento non viene praticamente influenzato dagli anni, laddove lo stesso non può ritenersi verificato per gli altri sistemi. *E. R.*

C. Harmel — Le filovie. (Bull. Soc. Belge Elec., marzo 1935, pag. 111-137, con 7 fig.). **41 v**

In un sommario confronto fra gli autobus a motore termico e le filovie l'A. mette in rilievo i grandi vantaggi che quest'ultima soluzione offre sia sotto gli aspetti della manutenzione dei motori, sia per la loro durata. Inoltre il motore a corrente continua si presta alla frenatura elettrica e al funzionamento economico su una larga scala di velocità. La costruzione meccanica delle vetture riesce molto semplificata, non avendo bisogno nè di frizione nè di cambi di velocità. Anche la guida e la conduzione delle vetture riesce più semplice. Vengono descritte le vetture filoviarie di recente introdotte a Liegi. La struttura è di costruzione saldata con una ossatura interamente metallica. Le vetture hanno 30 posti a sedere e 30 in piedi; esse possono girare su una curva di raggio esterno di m 9. La velocità massima è di km 45 all'ora, ma si possono avere velocità economiche fino a circa km 13 all'ora; il frenamento a ricupero è effettuato fino a km 14 all'ora, mentre quello reostatico è efficace fino a circa 2 o 3 km all'ora. Il motore da 55 kW a 770 giri al minuto può arrivare a 2600 giri al minuto riducendo opportunamente il campo; la costruzione è stata abbastanza difficile, date le dimensioni assai ridotte dello spazio disponibile. L'indotto ha l'isolamento in mica. Tutta l'apparecchiatura è stata concentrata nella cabina anteriore della vettura. L'A. richiama poi lo sviluppo storico delle filovie citando le più recenti applicazioni che ne sono state fatte in Europa e fuori. Sviluppa poi un confronto economico generale fra l'impiego delle comuni tramvie elettriche e quello delle filovie, mettendo in evidenza l'importanza che per la convenienza rispettiva assume la intensità e la distribuzione del traffico. Le filovie sono specialmente convenienti nei riguardi della spesa di impianto e di esercizio, per il minor ingombro stradale, per le maggiori accelerazioni e decelerazioni, per l'assenza di rumori e di gas di scappamento. *Ri.*

VARIE.

Esposizione della Società di Fisica. (The Elec., 11 gennaio 1935, pag. 37-41, con 9 fig.). **42**

Vengono descritti un certo numero di apparecchi esposti nella Mostra annuale promossa dalla Società di Fisica Inglese. Per il rapido ed approssimato confronto di lampade elettriche di tipo non troppo dissimile, era esposto un fotometro consistente in due camerette adiacenti di forma cubica, in ciascuna delle quali viene posta una delle due lampade da confrontare; una cellula fotoelettrica del tipo raddrizzante è installata in modo da ricevere la luce riflessa da entrambi le camere; viene accesa prima una delle lampade e si manovra uno schermo fino a che un microamperometro connesso alla cellula segni il valore 100; si spegne la prima lampada e si accende l'altra e si legge direttamente il rispettivo valore percentuale in lumen. Un apparecchio della Western per la misura dei rumori permette di misurare direttamente l'intensità equivalente di un suono complesso, in decibel oppure in phon; esso consiste di un microfono a bobina mobile, di un amplificatore a rapporto variabile, di un dispositivo «pesatore delle diverse frequenze» per imitare la sensibilità dell'orecchio, e di un apparecchio indicatore; esso può essere impiegato in un campo da 30 a 120 decibel ed è facilmente trasportabile. Un altro apparecchio permette di misurare i tempi di riverberazione dei locali e può anche essere usato per determinare i coefficienti di assorbimento dei materiali. Nel riparto più propriamente scientifico si notava fra l'altro un apparecchio per la misura della conduttività termica dei metalli alle alte temperature, basato sul metodo del flusso longitudinale di calore in campioni a forma di sbarre. Un apparecchio era destinato agli studi sull'effetto radioattivo prodotto con bombardamento con particelle alfa; un braccio oscillante che porta la sostanza da esaminare viene trattenuto nelle posizioni estreme per breve tempo per mezzo di magneti e durante tali periodi è alternativamente bombardato da particelle alfa e esposto a un contatore Geiger. Sono ricordati anche: un apparecchio per generare con buona stabilità microonde di 50 cm; un apparecchio per la verifica dei fili per lampadine, numerosi apparecchi per la telefonia e la radiotecnica, ecc. *Ri.*

CRONACA TECNICA

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

3 b L'impiego degli **interruttori ad espansione** va diffondendosi in Belgio, ove particolarmente è sentita la necessità di far fronte alle potenze di corto circuito, derivanti dalla estesa interconnessione delle reti, senza la costruzione di nuovi locali per l'installazione di interruttori in olio a grande potenza di rottura. Alcuni tipi di tali interruttori a 11 kV, 400 A, 250 MVA sono illustrati nella *Revue B. B.* dell'agosto 1934. *V. D. Ma.*

CONDUTTURE.

9 d Notizie sui cavi a riempimento gasoso sono esposte in *The Elec.* 21 dicembre 1934, pag. 807. L'uso di aria o gas inerte sotto pressione può opportunamente sostituire l'olio nei tipi di cavi a riempimento d'olio col vantaggio di eliminare parecchie complicazioni di impianto e di non essere costretti ad usare conduttori cavi. La rigidità dielettrica dei cavi ad isolamento impregnato è, come è noto, limitata dalla formazione di bolle gasose. Ma l'inconveniente viene assai ridotto, se si mantiene in forte pressione il gas contenuto. Vengono riportati i dati di prove eseguite su un cavo a isolamento in carta con pressione interna di gas di 14 atm, rilevando le ottime caratteristiche che esso ha dimostrato. Il pericolo di alterazioni chimiche degli impregnanti da parte del gas di riempimento viene eliminato facendo uso di gas privi di ossigeno, come l'azoto, i quali hanno dimostrato di non dare inconvenienti anche a temperature di 100°. *Ri.*

9 b Un esempio di calcolo di palo in cemento armato per grande portata è indicato da Cournu in *R. G. E.* (3 novembre 1934, pagg. 603-07). Si trattava di superare un avvallamento con una sola tesata di 644 m essendo ammessa una freccia di soli 26,50 m. L'A. espone il calcolo meccanico dei conduttori a 15 kV e degli sforzi all'estremità del pilone e illustra la sezione scelta per il palo che è a forma di T con fori per diminuire la sollecitazione dovuta al vento. Un breve confronto con una palificazione metallica nelle stesse condizioni mostra che l'uso del cemento armato permette un'economia del 20 % nella sola costruzione dei sopporti. *G. Cc.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

13 c Dei più recenti brevetti delle pile elettriche svolge una rassegna ordinata e sistematica in *R. G. E.* (3 novembre 1934, pagg. 625-33) Juman. Il tipo Leclanché, specialmente per le pile a secco si manifesta come il più diffuso. Anche la pila a depolarizzazione ad aria è oggetto di alcune nuove realizzazioni. *G. Cc.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

14 b Risultati di studi sperimentali sulla disintegrazione dell'azoto per mezzo di neutroni sono riportati in *Phys. Rev.* 15 gennaio 1935, pag. 97. I neutroni erano ottenuti bombardando il berillio con deutoni. Viene dimostrato che la perdita di energia cinetica può essere spiegata soddisfacentemente, ammettendo la formazione momentanea di un isotopo radioattivo dell'azoto N^{15} in seguito a cattura di un neutrone; tale azoto si disintegra con emissione di particelle alfa. Viene fatta una distinzione fra le trasformazioni nucleari, nelle quali l'energia assorbita è costante (come nella disintegrazione dell'azoto con particella alfa) e quelle nelle quali è costante l'energia di disintegrazione; le disintegrazioni causate dai neutroni sono, a quanto pare, sempre di questo tipo. *Ri.*

14 b Notizie sulla disintegrazione di nuclei di atomi leggeri per mezzo di neutroni sono riportate in *Phys. Rev.* 1 gennaio 1935, pag. 52. È descritta la disintegrazione di nuclei di neon o di fluoro con cattura di un neutrone e formazione di un nuovo isotopo 16 dell'azoto. I neutroni efficaci nella disintegrazione sembrano essere non solo quelli emessi direttamente dalla sorgente, ma anche quelli dispersi nell'urto nucleare prima della disintegrazione; la energia cinetica è raramente conservata, ma più frequentemente scompare nel processo trasformandosi in aumento di massa, o in raggi gamma o eccitando i nuclei e dando luogo a radioattività artificiale. L'esperienze sul carbonio non hanno ancora messo in evidenza con certezza casi di disintegrazione per urto di neutroni. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 b Della moderna illuminazione delle strade è fatta parola in *The Elec.* 21 dicembre 1834, pag. 803. È messo in rilievo come la maggior parte degli oggetti che devono essere visti durante la notte siano praticamente oscuri nel senso che essi rinviano al massimo il 15 % della luce che su di essi cade, ed è perciò assai difficile ottenere un buon contrasto, quando si voglia illuminarli contro uno sfondo anch'esso oscuro, come è generalmente quello di materiali stradali. Un principio di recente preso in considerazione è quello di ottenere il contrasto, nei riguardi della superficie della strada, utilizzando la proprietà di quasi tutti i materiali hano di riflettere grandemente la luce, quasi specularmente, quando i raggi luminosi fanno con essi un angolo molto piccolo. Questo principio viene analizzato dimostrando come si presti a realizzare nuovi sistemi di illuminazione stradale. Un altro metodo è quello di illuminare la strada il più intensamente possibile mediante lampade con apparecchi diffondenti, disposte abbastanza vicine ed a altezza sufficiente per dare illuminazione uniforme. Questo metodo sembra tuttavia meno efficace del precedente. *Ri.*

29 d Di alcune lampade speciali a incandescenza riferisce Pecheux in *R. G. E.* (22 settembre 1934, pagg. 395-402). Si tratta del tipo a due filamenti (e a duplice regime di illuminazione) e di quello a smerigliatura interna dell'ampolla. I risultati delle misure elettriche e fotometriche, riportati con una certa ampiezza, conducono alle seguenti conclusioni: le lampade a duplice filamento, nonostante l'intensità luminosa ridotta da esse fornita, assicurano una diffusione regolare e piacevole della luce, dovuta anche alla presenza del bulbo opalino; l'intensità luminosa è poco sensibile alle variazioni della tensione di alimentazione. Le lampade a smerigliatura interna migliorano la ripartizione dell'intensità luminosa e la perdita di flusso luminoso dovuto alla smerigliatura è trascurabile. I migliori risultati si ottengono con filamenti a zig-zag. *G. Cc.*

19 a Alcune considerazioni sulla illuminazione in stabilimenti industriali sono esposte in *The Elec.* 23 novembre 1934, pag. 665. Sono citati alcuni casi di illuminazioni irrazionali che hanno potuto essere migliorate grandemente pure con notevole risparmio nella potenza totale delle lampade installate. In molti casi si sono ottenuti vantaggi assai notevoli adottando i sistemi di illuminazione localizzata, specialmente mediante lampade efficacemente schermate. In qualche caso, come nel controllo delle lame da rasoio per le quali occorrono fortissime intensità luminose localizzate, si sono dimostrate vantaggiose le lampade a luce solare ed anche quelle a vapore di mercurio; queste ultime potrebbero essere assai utilmente impiegate in molti casi, qualora si potessero costruire in dimensioni meno ingomgranti. Spesso è bastato sostituire riflettori logoratisi con altri nuovi e più razionali per migliorare notevolmente i risultati pratici. Parechi altri casi sono riportati che tendono a dimostrare la convenienza economica di una illuminazione razionale. *Ri.*

MACCHINE A COLLETTORE.

25 c Un nuovo dispositivo di alimentazione delle dinamo è indicato da Graetzmuller in *R. G. E.* (6 ottobre 1934, pagg. 467-71) ed è stato studiato allo scopo di ottenere nell'indotto della dinamo una corrente proporzionale a una certa tensione la quale è introdotta nell'avvolgimento d'eccitazione insieme a due altre tensioni. La prima tensione è fornita di solito dalla rete attraverso un dispositivo di regolazione; le altre da una dinamo ausiliaria e dall'indotto principale stesso. Lo stesso procedimento può utilizzarsi nel circuito di eccitazione di una eccitatrice e il sistema trova applicazione in trazione, quale variante del sistema compound semidiretto proposto dallo stesso Autore, con notevole vantaggio, in combinazione col sistema in serie, nei periodi di avviamento e di variazioni di accoppiamento. *G. Cc.*

MISURE.

28 c Un contatore idraulico di Greinacher di quanti e di particelle ionizzanti è descritto in *Revue Scientific Instruments*, febbraio 1935, pag. 39. Un piccolo getto orizzontale d'acqua batte su una membrana di gomma; perpendicolare al getto in vicinanza all'ugello è collocata una punta ottusa di ferro portata ad un potenziale positivo di 2000 V rispetto all'acqua. Se si produce ionizzazione nello spazio fra punta e getto, avviene una caduta istantanea di potenziale nell'elettrodo, così che cambia la sua attrazione elettrostatica e il getto d'acqua devia; la membrana di gomma dà un piccolo suono ben distinto. L'apparecchio può essere modificato per servire anche come contatore di fotoni. *Ri.*

28 c Un misuratore a lettura diretta per altissime frequenze è descritto in *Rev. Scientific Instruments* febbraio 1935, pag. 43. L'apparecchio impiega un dispositivo raddrizzatore a tiratron il quale dà un impulso costante di corrente ad un apparecchio indicatore, ogni qualvolta si inverte la polarità di un segnale ad esso applicato. Il valor medio della corrente nell'indicatore riesce esattamente proporzionale alla frequenza del segnale fino a 7000 per/sec e si mantiene approssimativamente proporzionale anche per frequenze maggiori. La corrente può essere variata in modo da poter usare un normale istrumento come diretto indicatore di frequenza. Le indicazioni sono, entro larghi campi, indipendenti dall'ampiezza

o dalla forma d'onda del segnale. L'apparecchio si presta ad esempio per lo studio delle variazioni di frequenza che intervengono nella parola o nella musica. *Ri.*

28 c Un registratore d'onde per frequenze di 60 per/sec è descritto in *Rev. Scientific. Instruments* febbraio 1935, pag. 50. Esso serve nei casi in cui la tensione e la corrente disponibili per la registrazione di un'onda sono così piccole, che l'oscillografo a raggi catodici o quello elettromagnetico non potrebbero essere usati, se non con l'intermediario di un amplificatore, il quale inevitabilmente introduce qualche distorsione o quanto meno elimina ogni eventuale componente continua presente nell'onda. L'apparecchio ha una impedenza di oltre 250.000 ohm e registra direttamente su carta graduata nella scala di un centimetro per un volt e 18 cm per un periodo. Il tracciamento di un'intera curva richiede circa un minuto e possono essere individuate cuspidi della durata di soli 50 microsecondi. *Ri.*

28 e Un ohmetro per la misura della resistenza delle messe a terra, di nuova concezione, è descritto da R. Cain in *R. G. E.* (6 ottobre 1934, pagg. 491-93). L'apparecchio sostituisce al magnete in uso presso strumenti analoghi (Siemens, Chauvin, ecc.) una batteria di accumulatori con un vibratore, e al galvanometro un rivelatore telefonico. In luogo del trasformatore di corrente viene impiegato una resistenza di regolazione. Lo strumento si presta facilmente ad una costruzione portatile di uso francamente industriale. *G. Cc.*

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ecc.

35 Sul materiale esposto nella annuale **esposizione della Società di fisica inglese** è data qualche notizia in *The Elec.* 28 dicembre 1934, pag. 833. Viene ricordato un galvanometro Pot per corrente continua con sensibilità di 15 mm per microampere a un metro di distanza. Un apparecchio misuratore del fattore di forma con approssimazione di 0,002 è costruito in modo compatto e di facile impiego e impone un carico di soli 10 milliampere al circuito di misura. È pure ricordato un megaohmetro capace di misurare tensioni alternative da 0,1 a 3 volt e resistenze da 0,1 a 10.000 megaohm, e, coll'aggiunta di una batteria da 80 V, anche fino a 100.000 megaohm. Per la misura della conduttività di soluzioni è presentato un ponte elettrolitico facilmente trasportabile ed atto all'intero campo di misure dall'acqua distillata fino a forti soluzioni saline. Era pure esposto un nuovo tipo di contatore di Geiger per raggi cosmici e particelle alfa e beta. Un apparecchio per l'analisi dell'acqua pesante si basa sulla differenza della conduttività termica dell'idrogeno e del deuterio. Fra i numerosi apparecchi per fotometria è ricordato un fotometro fotoelettrico che permette di misurare l'intensità luminosa di una lampada in tutte le direzioni e di tracciare il completo diagramma polare di essa. Un fotometro registratore dà non solo una indicazione continua dell'intensità di illuminazione, ma anche una registrazione continua. *Ri.*

STATISTICA.

36 Sugli sviluppi dell'industria elettrica in Australia sono contenute notizie in *The Elec.* 9 novembre 1934, pag. 603. Viene fra l'altro ricordata l'installazione di alcuni nuovi gruppi generatori, fra cui uno da 7500 kW. Molta propaganda viene fatta per le applicazioni elettrodomestiche. È stata decisa la costruzione di una nuova centrale idroelettrica da 65.000 kV sul fiume Derwend in Tasmania. *Ri.*

36 Sulla industria elettrica della Nuova Zelanda sono date notizie in *The Elec.*, 28 dicembre 1934, pag. 830. L'area totale del territorio è di circa 260.000 km²; circa il 20 % di questa area è servito con energia elettrica e tale zona comprende circa il 93 % della popolazione totale. Vi sono 26 centrali principali, che nella annata 1932-33 hanno prodotto poco meno di 800.000.000 kWh, pari a circa il 96,3 % dell'energia totale prodotta. L'energia consumata per abitante è di circa 450 kWh all'anno, e si è pressochè raddoppiata negli ultimi 10 anni. L'industria della distribuzione dell'energia è alquanto gravosa, data la piccola densità della popolazione servita e la scarsità di grandi utenze concentrate. *Ri.*

36 Sullo stato degli impianti idroelettrici in Inghilterra è data notizia in *The Elec.* 9 novembre 1934, pag. 608. In particolare nella regione di North Wales gli impianti idroelettrici in attività producono attualmente 95.000.000 di kWh che potrebbero essere portati a 140.000.000 con una migliore utilizzazione delle acque. Circa l'80 per cento delle risorse idroelettriche inglesi sono situate nella Scozia. Fra le centrali più importanti si sono quella di Lochaber con 75.000 kW installati, quella di Rannoch per 32.000 kW e di Tummel per 34.000 kW, tutte nella Scozia. Nel Gallese vi è una centrale di 18.000 kW e un'altra da 15.400 kW. I maggiori salti utilizzati sono di poco più di m 300. Attualmente sono in costruzione nella Scozia la centrale di Glenlee per 21.500 kW con un salto di circa m 120 e la centrale di Tongland da 36.000 kW con un salto di circa m 30. Assai importante si presenta il problema di un razionale collegamento fra le centrali termiche e quelle idrauliche. Le centrali per utilizzazioni delle maree, che sono state proposte, richiedono ingentissimi impieghi di capitali. *Ri.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

38 a L'impiego della corrente pulsante in telefonia è discusso in *R. G. E.* (15 settembre 1934, pagg. 467-70) da R. Marro il quale, dopo aver constatato che una corrente di tal genere immessa in un circuito in cavo subisce affievolimenti che sono indipendenti dalla frequenza, propone l'uso di un raddrizzatore all'origine del circuito per trasformare in pulsante la corrente sinussoidale e, di un trasformatore all'uscita, al fine di evitare le distorsioni per affievolimento che si verificano sulle linee telefoniche a lunga distanza con correnti sinussoidali il cui affievolimento varia sensibilmente con la frequenza. *G. Cc.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

40 a Un topogramma rettilineo per il calcolo elettrico delle linee è indicato da Genkin in *R. G. E.* (29 settembre 1934, pagg. 427-32). Al luogo geometrico dei punti rappresentativi del regime di una linea a caduta costante, che è una famiglia di circonferenze, si sostituisce un fascio di rette e la correzione necessaria per tener conto di questa semplificazione è data da un termine ricavabile a sua volta dall'abbaco. L'A. indica il modo di costruire il topogramma e di servirsene appoggiandosi a una tabellina e ad un esempio numerico. *G. Cc.*

40 b La linea a 220 kV da Kembs a Creney (Troyes) è ampiamente illustrata in *R. G. E.* (10 novembre 1934, pagg. 657-71). I conduttori sono in alluminio-acciaio del diametro di 25 mm e la sollecitazione massima prevista è di 8 kg/mm². La palificazione è completamente metallica secondo cinque tipi che servono ai vari scopi. Le catene di isolatori sono costituite da 15 elementi ciascuno dei quali ha una tensione di perforazione in olio di 115 kV. Le spese sono ripartite per il 57,6 % sul materiale, per il 27,3 % sulla costruzione; il resto per indennità e spese generali La linea, lunga 278 km, funziona attualmente a 150 kV. *G. Cc.*

40 e Uno studio delle correnti vagabonde nelle condutture sotterranee è riprodotto da Gibrat in R. G. E. (6 ottobre 1934, pagine 471-77) il quale, partendo dalle equazioni generali, sviluppa alcuni esempi e valuta l'efficacia di qualche provvedimento protettivo (drenaggio elettrico, giunti di protezione, ecc.). *G. Cc.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 a Le ferrovie norvegesi dello Stato hanno testè elettrificato la linea Voss-Eide, lunga 27,5 km e con percorso assai accidentato (pendenza massima 45 ‰). È stata adottata la tensione monofase a 15 kV, 16 2/3 Hz. L'esercizio è fatto con automotrici a 4 assi da 464 kW orari, capaci di rimorchiare un treno da 106 t sulla pendenza del 45 ‰. Le automotrici sono munite di freno reostatico che permette il frenamento elettrico su tutte le pendenze. (*Revue B. B.*, agosto 1934). *V. D. Ma.*

41 g Sui primi risultati di esercizio delle 4 locomotive Diesel-elettriche da 1250 kW della Great Southern Railway Co. di Buenos Aires riferisce la *Revue B. B.* del settembre 1934. Tre locomotori disimpegnano il servizio suburbano di Buenos Aires rimorchiando treni da 526 t composti di 8 vetture capaci di 916 posti a sedere. Al 1 marzo 1934, i tre locomotori avevano compiuto i seguenti percorsi: 79.000 km in 9 1/2 mesi, 80.000 km in 7 1/2 mesi, 63.800 km in 7 mesi, rispettivamente. Il quarto locomotore è destinato al servizio dei treni diretti a grande distanza. Esso è in grado di rimorchiare un treno di 700 t alla velocità media di 80 km/h, su di un percorso di 802 km. Al primo marzo 1934, la percorrenza del locomotore era di 78.000 km. In generale, i locomotori hanno funzionato in modo pienamente soddisfacente e l'introduzione della trazione Diesel-elettrica sulle linee della Great Southern Railway Co. di Buenos Ayres è stata coronata da un pieno successo. *V. D. Ma.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI FIRENZE

Per invito della Presidenza la sera del 13 aprile il Dott. Ing. **Sisto Sammarco,** Direttore dei Servizi Elettrici della Società Metallurgica Italiana di Milano ha tenuto una conferenza sul tema: **« Forni Elettrici ».**

L'Oratore passa in rapida rassegna i tipi di forni elettrici che si sono affermati in pratica: forni ad arco, forni ad induzione a

bassa frequenza, forni ad induzione ad alta frequenza, forni a resistenza.

Di ciascuno illustra le origini, le difficoltà costruttive brillantemente superate, il campo di impiego, le caratteristiche funzionali, il costo d'impianto, il prezzo limite dell'energia elettrica economicamente tollerabile e i dati di consumo praticamente riscontrati.

Dopo avere accennato ai grandi vantaggi di carattere tecnologico che si conseguono con l'installazione di forni elettrici in ogni particolare lavorazione e le doti di precisione nella regolazione di temperatura che sono peculiari dei forni elettrici, richiama l'attenzione dell'uditorio su un esempio caratteristico che si riscontra in Italia.

La Società Metallurgica Italiana, produttrice di munizionamenti bellici e prodotti commerciali di rame e sue leghe (lastre, tubi, ecc.) sin dal 1927 ha iniziato con tenace costanza l'esperimento su larga scala d'impianti di forni a resistenza di cui attualmente possiede quarantaquattro esemplari di ogni tipo e potenza; di installazione di forni ad induzione a bassa frequenza per fusione di ottone, alpacca, ecc., di forni ad alta frequenza (primo impianto del genere in Italia) per fusione di nickel e di altri metalli di sua produzione, di forni ad arco.

I forni di fusione, in numero di 19, le consentono attualmente di praticare la fusione di tutti i suoi metalli in forni elettrici.

Particolare menzione viene fatta del nuovo tipo di fonderia elettrica Ajax installato a Livorno, che per le sue caratteristiche può ritenersi all'avanguardia delle moderne costruzioni europee.

Tali forni, come l'80 % di quelli installati, sono stati progettati e costruiti dalla Società stessa.

Per concludere l'oratore illustra i dati di esercizio del 1927, epoca dell'inizio dell'esperimento, al marzo del 1935.

Sono riportati, su lucidi diagrammi, la produzione, la spesa per combustibile, per energia elettrica, la spesa totale per tonnellata, che è andata a mano a mano diminuendo al crescere della potenza dei forni elettrici e della energia assorbita.

I brillanti risultati conseguiti in un esperimento così completo, fanno auspicare all'oratore una politica d'intesa fra industriali e distributori di energia, al fine di conseguire un grande perfezionamento tecnico e limitare l'importazione di combustibili dall'estero.

Alla fine della conferenza, illustrata da oltre cinquanta proiezioni, l'oratore è stato calorosamente applaudito dalla folla degli intervenuti fra cui si notavano parecchi industriali metallurgici ed elettrotecnici.

* *

SEZIONE DI GENOVA

Visita alla Fabbrica di cavi e conduttori elettrici della Società Italiana Pirelli a Milano il 27 aprile 1935-XIII. — Un numerosissimo gruppo di soci della Sezione si è recato a Milano il 27 aprile u. s. per visitarvi gli importanti Stabilimenti della Società Italiana Pirelli, per la fabbrica dei cavi e conduttori elettrici isolati. Partiti da Genova di buon mattino con vettura speciale i soci furono ricevuti alla stazione Centrale di Milano dai cortesissimi Ingegneri della Pirelli e su due torpedoni, molto gentilmente offerti dalla stessa Società, raggiunsero gli Stabilimenti della Bicocca. Ebbe subito inizio la visita alle nuove trafilerie che costituiscono uno dei più moderni, apprezzati ed interessanti stabilimenti del genere.

I soci ebbero così campo di vedere in piena efficienza ed in completo funzionamento prima i forni di riscaldo ed il laminatoio per la trasformazione dalla barra alle vergelle. Il laminatoio è costituito da un doppio treno azionato elettricamente e comandato a distanza con dispositivo automatico di blocco per impedire le false manovre.

I soci passarono poi nella trafileria ove le vergelle, ottenute dal laminatoio, vengono trafilate a freddo in macchine speciali per ottenere fili di grosso diametro e fili sagomati per trolley; furono osservate le velocissime trafile per i diametri minori, fino a quelli piccolissimi e vennero ammirate le macchine del reparto speciale per la trafila dei fili capillari di qualche centesimo di millimetro, veri prodigi di finezza eseguiti con macchine di precisione sulle quali i visitatori si soffermarono a lungo. In questi reparti fu anche rilevata l'impostazione tecnico scientifica della lavorazione, caratteristica propria degli Stabilimenti Pirelli, per cui ad ogni stadio della lavorazione appositi laboratori di reparto, che dispongono di appropriati strumenti di controllo e di collaudo, seguono il prodotto nelle varie fasi di produzione. Detti reparti hanno anche Officine per la riparazione e la manutenzione degli apparecchi stessi ed in particolare di quelle delle trafile.

Passati attraverso il reparto di stagnatura eseguita con sistemi del tutto moderni, i soci visitarono quindi la fabbrica dei cavi e condutori isolati in gomma dove poterono osservare tutto il susseguirsi delle varie lavorazioni inerenti alla preparazione delle mescole di gomma: dalle setacciature e pesature dei vari ingredienti che compongono le mescole di gomma, ai mescolatori a cilindri per la confezione delle mescole stesse, e dalle calandre, per tirare in foglia la gomma, alle «spreading» per la preparazione delle tele gommate.

Si osservarono i diversi sistemi di isolamento dei conduttori: quello ottenuto con l'applicazione di vari nastri di gomma sovrapposti ed avvolti ad elica sul conduttore, quello così detto «a dischi» ottenuto su vari conduttori tirati paralleli mediante nastri di gomma applicati longitudinalmente e opportunamente pressati e tagliati intorno ai conduttori, e infine il sistema a trafila ove la gomma allo stato pastoso viene applicata per pressione direttamente sul conduttore.

Tutte le anime e i conduttori così trattati e con gli appropriati rivestimenti di gomma vengono poi passati alla vulcanizzazione ottenuta con vari sistemi, in relazione alle diverse caratteristiche della gomma, e quindi ad una prima verifica dell'isolamento. Le gomme che hanno già nel loro reparto subìto dei rigidi controlli vengono ora nuovamente verificate unitamente al filo ormai isolato, mediante macchine speciali di prova a secco nelle quali i conduttori sono sottoposti ad una opportuna tensione di prova. Rivelatori automatici indicano immediatamente eventuali punti del conduttore difettosi.

Per conduttori di grandi dimensioni o per tensioni alquanto elevate le prove vengono fatte in acqua entro apposite vasche.

Anche i cordoncini per le applicazioni di uso corrente passano attraverso la stessa serie di controlli per cui ne deriva un prodotto di qualità rigidamente verificato prima del passaggio a magazzeno. Particolare interesse fu poi destato dalle macchine per l'isolamento dei fili e piattine per avvolgimento con amianto feltrato purissimo e privo di qualsiasi altra fibra tessile, il che rende questi fili adatti per temperature più elevate di quelle cui possono resistere gli altri normali fili isolati in amianto. I soci ebbero agio di vedere il funzionamento di queste macchine con le quali per mezzo di ingegnosi accorgimenti si ottiene direttamente sul conduttore la formazione di un feltro di amianto.

Un altro reparto che ha interessato pure vivamente i visitatori è stato quello dei fili smaltati, dove si ebbe agio di seguire il procedimento di smaltatura dei fili ottenuta mediante macchine studiate appositamente nei laboratori della Pirelli e costruite dalla Pirelli stessa, macchine con le quali si ottengono fili smaltati fino al diametro di 0,05 mm, con assoluta uniformità del rivestimento e con le migliori caratteristiche dello smalto.

È stata veramente degna di nota la cura particolare che è messa non soltanto nelle macchine per la smaltatura dei fili, ma anche quella posta in tutti i dettagli relativi alla preparazione degli stessi in questi appositi reparti, accuratezza che permette di ricavare un prodotto di tutta sicurezza.

Altro reparto speciale visitato è stato quello dei cavi in guttaperca, isolante che ha un'applicazione tutta particolare nei cavi sottomarini ed esige notevoli cautele nella manipolazione delle materie prime e nella lavorazione.

Si sono ammirati i complessi impianti per le depurazioni delle guttaperche grezze, le macchine per l'isolamento dei conduttori e gli annessi laboratori per le molteplici verifiche elettriche delle anime. Si è notato con interesse un dispositivo per la prova di pressione idrostatica su cavi immersi ad una profondità corrispondente a 6000 metri.

Dopo un sommario passaggio attraverso i vasti reparti che si occupano dei conduttori correnti e di quelli per i cavi telefonici nei quali i soci poterono ammirare gli ingegnosi accorgimenti usati dalla Pirelli per la migliore efficienza dei cavi telefonici, la visita passò ai reparti per la fabbricazione dei cavi d'energia isolati in carta impregnata di oli minerali.

Grande interesse ha destato la visita alla lavorazione dei cavi per altissime tensioni isolati con olio fluido che si fabbricano ora in tutto il mondo sotto il controllo e con i brevetti della Pirelli.

I soci poterono vedere in funzione parecchie delle grandi macchine fasciatrici adoperate per l'avvolgimento della carte intorno ai conduttori ed ebbero agio di esaminare gli accurati e particolari sistemi di lavorazione e di controllo attraverso tutte le successive lavorazioni: dal trattamento dell'olio isolante all'impregnamento, dalla messa in piombo fino alla protezione esterna.

Di qui i gitanti passarono alla visita dei vastissimi laboratori per le prove ed i collaudi di ogni genere su tutti i tipi di conduttori finiti, e alla grande sala prove, dotata fra l'altro di trasformatori per tensione sino ad un milione di volt, dove furono prodotte diverse scariche, veri fulmini artificiali, ad altissima tensione.

Dopo aver ancora visitato i reparti per il progetto e la costruzione degli accessori dei cavi ad alta tensione che hanno una cura particolare e i reparti per le diverse armature dei cavi sotterranei, i visitatori ebbero il piacere di poter vedere un'altra serie di laboratori e cioè i laboratori generali i quali si occupano degli studi e delle ricerche su tutte le materie prime che interessano la fabbricazione dei cavi e su tipi di cavi nuovi, ed ancora eseguiscono prove ed esperimenti di cavi già in costruzione per dedurne nuovi elementi di perfezionamento. Si sono visti così i laboratori chimici di ricerche, i laboratori fisici, i laboratori tecnologici per la gomma, quelli per i trattamenti termici, i laboratori elettrici di ricerche; e altri ancora, la descrizione anche sommaria dei quali esigerebbe troppo spazio ed esulerebbe dallo scopo di questa cronaca.

I soci ebbero di questa grandiosa organizzazione la più profonda impressione e si resero conto con intima soddisfazione del come que-

sta grande industria italiana abbia potuto imporsi con la genialità dei suoi tecnici e dei suoi dirigenti al mondo intero; ciò che ha maggiormente colpito l'attenzione dei tecnici in visita, è stata la perfezione e la vastità dei laboratori in funzione di controllo di tutta la lavorazione e che iniziano il loro compito sulle questioni generali e poi sulle materie prime, spostandosi quindi nella fabbrica, dove la vita del conduttore viene attentamente seguita e sorvegliata sino alla sua entrata nel magazzeno per essere quindi messo in uso.

A mezzogiorno ebbe termine la visita e prima dello scioglimento il Presidente della Sezione, l'Ing. Dario Profumo tenne a complimentare molto cordialmente, e a ringraziare particolarmente l'egregio Ing. Emanueli che con grande ed apprezzata cortesia volle ricevere ed accompagnare i nostri soci nella visita agli Stabilimenti, visita che fu molto efficacemente e con particolare competenza illustrata dai vari ingegneri della Pirelli, che furono ospiti ed illustratori veramente valenti e cortesi.

La comitiva ritornò quindi al centro sugli stessi autobus, gentilmente offerti dalla Pirelli per recarsi poi nel pomeriggio alla visita alla Fiera Campionaria.

* *

SEZIONE DI MILANO

La sera di venerdì 12 aprile 1935, nel salone sociale di Via San Paolo 10, ha avuto luogo l'annunciata conferenza del Dott. Ing. Cav. **Giovanni Rodio** sul tema: **« Nuove vie nella tecnica delle fondazioni ».**

Presentato ai numerosi Soci intervenuti, dal Vice Presidente Comm. Ing. Locatelli, l'Ing. Rodio svolge con competenza e chiarezza il tema proposto, parlando dei numerosi ed ingegnosi sistemi di fondazione che la propria Ditta attua da molti anni in Italia ed all'estero.

La conferenza illustrata da numerose fotografie è riuscita quanto mai interessante e gradita ai Soci i quali alla fine hanno salutato l'Oratore con vivissimo applauso.

*

Venerdì sera 19 aprile c. a. il Dott. Prof. **G. Occhialini** ha tenuto, nel Salone di Via S. Paolo, l'annunciata conferenza su **« Cambridge e il Laboratorio di Lord Rutherford ».**

L'oratore dopo aver illustrato la costituzione e l'organizzazione del celebre laboratorio di Cambridge ha intrattenuto l'uditorio, con l'ausilio di numerose diapositive, sulle principali « tecniche » seguite dagli sperimentatori del Laboratorio per gli studi fisico-atomici che vi vengono effettuati.

La conferenza, seguita con molta attenzione dai Soci intervenuti, è stata alla fine calorosamente applaudita.

L'Ing. Comm. Gasparoni si è vivamente congratulato con l'oratore e lo ha ringraziato anche a nome di tutti i Soci presenti.

*

La sera di giovedì 25 aprile 1935 è stata effettuata la consueta **visita collettiva alla Fiera Campionaria.**

I Soci che si erano dato convegno alle ore 21 davanti l'ingresso del palazzo della meccanica sono stati guidati nella visita dal Vice-Presidente Ing. Locatelli ed hanno visitato successivamente numerosi stand del palazzo della meccanica e del padiglione dell'elettrotecnica. In ciascuno degli stand i Rappresentanti delle Ditte sono stati larghi di informazioni e di spiegazioni ai Soci.

* *

SEZIONE DI ROMA

La sera del 22 febbraio u. s., il Dott. Ing. **Vittorio Gori,** della Società Italo Radio, ha tenuta una conferenza sul tema: **« Gli aerei direttivi e loro applicazioni alla tecnica radiotelegrafica ».**

L'oratore, premesso che il rapidissimo affermarsi delle onde corte nel campo delle radiocomunicazioni a grande distanza sia in gran parte legato al fatto che col loro uso è relativamente facile realizzare sistemi irradianti a grande concentrazione, il conferenziere richiama quali siano le basi tecniche su cui si fonda il problema della dirigibilità delle onde elettromagnetiche. In linea di principio, il calcolo dei diagrammi di direttività spaziale di sistemi comunque complessi di antenne non presenta difficoltà, e si possono facilmente concepire raggruppamenti tali da irradiare l'energia oscillatoria entro un fascio il cui asse coincida con una prefissata direzione arbitrariamente scelta.

Ciò richiede di poter governare con estrema esattezza sia la ampiezza, sia le fasi delle correnti da cui gli aerei sono percorsi. Nella quasi generalità dei casi tuttavia, i sistemi direttivi usati in pratica sono più o meno riducibili ai due seguenti tipi:

a) allineamenti di aerei alimentati con correnti di eguale ampiezza e di eguale fase; *b*) allineamenti di aerei alimentati con correnti di eguale ampiezza, ma la cui fase differisce l'una rispetto all'altra di un angolo corrispondente alla loro reciproca distanza espressa in lunghezza d'onda.

Il primo tipo, detto a *radiazione trasversale*, dà luogo ad una caratteristica di direttività che, riferita al piano azimutale, ha il suo asse principale coincidente con le due seminormali al piano degli oscillatori. Ovvie ragioni di simmetria dimostrano come in questo caso la direttività sia *bidirezionale*.

Il secondo tipo, detto a *radiazione longitudinale*, è invece caratterizzato dal fatto che, supposte verificate certe condizioni, il sistema presenta una sola direzione privilegiata.

La combinazione dei due tipi di allineamenti dà luogo ad una caratteristica di *direttività* che è il prodotto delle singole caratteristiche di direttività.

Nella loro realizzazione effettiva, gli aerei direttivi sono in generale così costituiti: un gruppo di oscillatori percorsi da correnti in fase è disposto in un piano, e un altro gruppo di oscillatori, essi pure percorsi da correnti in fase fra loro ma non *coincidente* con quella dei primi, è posto in un piano parallelo al precedente ad una distanza che è funzione dei risultati che si vogliono ottenere. Così, supponendo una distribuzione eguale delle ampiezze delle correnti nei due piani, e prefiggendosi di volere *raddoppiare* la radiazione da una banda del piano ed *annullarla* dall'altro, si può facilmente dimostrare che le correnti nei due sistemi debbono essere in *quadratura* e la distanza fra i due piani di un *quarto* di lunghezza d'onda. Il sistema di aerei posti dalla banda oscura del piano costituisce ciò che chiamasi *riflettore*. A questo proposito è da osservare che uno studio più spinto della questione, in cui si tenga conto sia della complessità del campo intorno agli oscillatori, sia della loro mutua influenza, porta a concludere che la distanza *ottima* sia avvicina a 0,32 di lunghezza d'onda.

Ricordate queste nozioni, e fatto notare a più riprese come il merito della valorizzazione degli aerei direttivi, così come delle onde corte, spetti incontestabilmente al genio di Marconi, l'oratore illustra, mediante una serie di diapositive, alcuni tipi di antenne direttive in uso presso i maggiori Centri italiani e esteri.

Per l'opportuno proporzionamento delle linee di convogliamento dell'energia ad alta frequenza dal trasmettitore al sistema irradiante vero e proprio, interessa conoscere il valore dell'impedenza all'entrata di quest'ultimo. Per ogni particolare tipo, il calcolo mostra che tale impedenza è una funzione ben determinata della *resistenza* e della *reattanza di radiazione*, resistenza e reattanza la cui determinazione può abbastanza agevolmente farsi partendo dalle equazioni di Maxwell-Lorenz del campo elettromagnetico intorno ad un oscillatore, in funzione delle note espressioni dei potenziali scalare e potenziale vettore *ritardati*.

È questo uno degli aspetti più interessanti dello studio degli aerei direttivi ed intorno al quale la letteratura tecnica si arricchisce ogni giorno più di contributi notevoli.

Alla fine della conferenza, illustrata anche da proiezioni, l'oratore è stato calorosamente applaudito dalla folla degli intervenuti.

PERSONALIA

Il socio Prof. **Raffaele Paci**, Capotecnico della Ferrovia Sangritana, della Sezione Adriatica, ha conseguito l'abilitazione all'esercizio della professione di ingegnere e l'iscrizione all'Albo Professionale.

All'egregio consocio vive congratulazioni.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).

28 Giugno - ore 21,15. — Chelazzi Dott. Ing. Alfredo: « Vecchi e nuovi metodi di produzione del freddo ».

SEZIONE DI GENOVA (Via Assarotti, 4/2).

27 Giugno (presso l'Istituto di Fisica della R. Università) ore 21,15. — Occhialini Dott. Prof. Augusto: « Esperienze sulle onde Hertziane ».

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

10 Luglio - ore 21,15 (presso il Sindacato Fascista Ingegneri). — Filipponi Dott. Ing. Angelo: « Riproduttori elettroacustici ».

SEZIONE DI TORINO (Piazzetta Madonna degli Angeli, 2)

6-7 Luglio. — Visita agli impianti idroelettrici del Marmore (Valtournanche) della S.I.P.

SEZIONE DI TRIESTE (Via C. Battisti, 22/1).

3 Luglio. — Benussi Dott. Ing. Pedro: « Considerazioni sulla forma delle correnti alternate ».

Prof. Angelo Barbagelata, *Direttore responsabile.*

Ind. Graf. It. Stucchi - Milano.

VOL. XXII (XXXIX degli Atti) — 25 Luglio 1935 - ANNO XIII — N. 14

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

AMMINISTRAZIONE: UFFICIO CENTRALE DELL'A.E.I.: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (2/2) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086 - C/C POSTALE 3/1189 - MILANO

SOMMARIO

La prossima XL Riunione Annuale.

A giorni verrà diramata dall'Ufficio Centrale ai soci la consueta circolare con la scheda di iscrizione alla riunione annuale. Possiamo qui anticipare ai consoci ed ai lettori qualche notizia in proposito. La riunione si terrà a Santa Margherita Ligure dal 23 settembre (lunedì) a tutto il 28. Le sedute avranno luogo nella sala del Palazzo Comunale, gentilmente messa a disposizione, dove pure troverà la sua sede la mostra di istrumenti e di apparecchi di misura destinata a integrare i lavori del Congresso. Per il cortese interessamento delle Autorità locali, della Presidenza della Sezione di Genova e delle Società Elettriche facenti capo alla C.I.E.L.I., il programma risulterà assai vario ed interessante con gite e visite di notevole interesse tecnico e turistico. Una di esse, per cortese concessione delle Acciaierie e Ferriere Lombarde Falck, avrà per meta la grande centrale di produzione e di conversione che le A.F.L.F. hanno in esercizio a Pontremoli.

Dal punto di vista tecnico, il successo della riunione può dirsi assicurato da una cinquantina di relazioni o memorie di cui riportiamo più avanti un primo elenco di massima. Purtroppo sono finora assai pochi gli Autori che ci hanno inviato i loro lavori e temiamo si verificherà anche quest'anno la consueta ressa degli ultimi giorni. Ad attenuarne, se non ad evitarne, gli inconvenienti *rinnoviamo le più vive preghiere a tutti gli Autori* perchè vogliano *anticipare quanto più possono l'invio dei loro manoscritti*. Solo così sarà possibile anticipare la distribuzione delle memorie ai congressisti, assicurando lo sviluppo e la consistenza delle discussioni.

Celebrazione di Galileo Ferraris a Torino.

Subito dopo la nostra Riunione, e precisamente dal 29 settembre al 3 ottobre si svolgerà a Torino, organizzato dal Sindacato Nazionale un altro Congresso nazionale degli Ingegneri Italiani, per celebrare, secondo le direttive impartite dal Capo del Governo, il cinquantenario dell'invenzione del campo rotante.

Il primo giorno, probabilmente nella sontuosa sede di Palazzo Madama, avrà luogo la solenne seduta celebrativa, oratore S. E. Giancarlo Vallauri. Nelle sedute successive, altri tre ex Presidenti dell'A.E.I. e precisamente i Proff. Ferraris, Lori e Sartori terranno tre conferenze illustranti gli sviluppi degli studi e delle invenzioni del Grande.

La Presidenza Generale dell'A.E.I. indirà — come già fece lo scorso anno per la celebrazione pisana di Pacinotti — *un raduno straordinario dei suoi soci, a Torino, il 29 settembre* per associarsi alla celebrazione. Si può essere certi che ai colleghi partecipanti alla XL Riunione annuale, i quali probabilmente si trasferiranno in massa da Santa Margherita a Torino, si uniranno numerosissimi consoci convenuti da ogni parte della penisola per rendere onore alla memoria del Grande italiano, fondatore e primo presidente della nostra Associazione Elettrotecnica.

Riunioni internazionali.

Dal 18 giugno al 7 corrente si sono svolte successivamente la Riunione plenaria della Commissione Elettrotecnica Internazionale a Scheveningen (l'Aja) ed a Bruxelles e la ottava sessione delle Grandi reti a Parigi. Diamo oggi brevi notizie della prima a cui faremo seguire una cronaca della seconda, riservandoci di ritornare più tardi, con maggiore ampiezza, sul contenuto tecnico delle due importanti riunioni.

Questioni tariffarie.

Quando dal sereno campo della pura tecnica si passa a quello economico, molte questioni che sembrano semplici e chiare si complicano subito nella pratica quotidiana per l'intervento di una quantità di elementi estranei che sorgono dal contrasto degli interessi toccati e spesso anche dalla incomprensione di una delle parti in gioco che, specialmente nel caso degli utenti dell'energia, non ha sempre la preparazione tecnica necessaria per comprendere ed apprezzare alcuni termini del problema.

Fra le cause più feconde di questi contrasti e di questi malintesi fra distributori di energia ed utenti è indubbiamente il fattore di potenza.

La maggior parte degli utenti non sono in grado di comprenderne il significato e meno che mai di valutarne l'influenza sul costo dell'energia consumata o di verificarne il valore relativo al proprio impianto.

Tutto ciò genera spesso uno spiacevole stato d'animo di diffidenza che indispone l'utente il quale ha l'impressione di essere indifeso nelle mani della società distributrice; stato d'animo nocivo ai buoni rapporti reciproci e a quella mutua collaborazione che è sotto ogni aspetto auspicabile.

Si impone quindi un largo lavoro di persuasione e di divulgazione il quale d'altra parte presuppone come logico fondamento una grande chiarezza nell'apprezzamento e nella esposizione dei termini della questione.

Occorre quindi anzitutto che il fattore di potenza possa es-

sere misurato con sicurezza e precisione praticamente sufficienti onde eliminare ogni inconveniente di valutazione. Non tutti gli impianti industriali di distribuzione di energia sono in condizioni di soddisfare a queste esigenze e i sistemi di misura in uso cogli ordinari contatori possono prestarsi non raramente ad apprezzamenti errati in modo abbastanza sensibile.

D'altra parte la misura del valore del fattore di potenza in ogni singolo impianto non è che uno dei lati del problema e non certo il più arduo. Resta l'altro, quello cioè di apprezzare equamente l'influenza economica che il fattore di potenza di ogni singola utenza esercita nei riguardi dell'esercizio dello impianto di produzione e distribuzione di energia e di dedurne in conseguenza l'onere che può eventualmente derivarne per l'utente a fattore di potenza inferiore ad un certo valore.

Non si tratta evidentemente di escogitare soluzioni teoricamente esatte, ma di stabilire norme di carattere corrente e di facile e immediata applicazione nella pratica di ogni giorno. I metodi e le formule di valutazione dovrebbero essere anche facilmente comprensibili o almeno applicabili da parte dell'utente al quale verrebbe così data la possibilità di un controllo che avrebbe indubbiamente un favorevole effetto psicologico. Tanto meglio se questi metodi di apprezzamento potessero essere unificati onde sopprimere ogni apparenza di diversità di trattamento o di applicazioni preferenziali.

Queste questioni di ordine eminentemente pratico e applicativo meritano di essere trattate e discusse. Un contributo a tali considerazioni porta l'Ing. Arimondi in una memoria destinata alla prossima Riunione annuale e che, appunto per il carattere di generalità del problema prospettato, abbiamo creduto opportuno riportare integralmente sul giornale.

Canalizzazioni per cavi.

Vi sono spesso nel campo della elettrotecnica problemi apparentemente semplici e facili che, all'atto pratico si presentano poi gravi di difficoltà e di inconvenienti prima insospettati.

Uno di tali problemi è quello della posa dei cavi sotterranei il quale, mentre sembrerebbe di assai semplice soluzione pratica, non ha ancora trovato un suo definitivo assetto che soddisfi a tutte le esigenze ed elimini in modo abbastanza completo tutti gli inconvenienti.

Il fatto che esistono numerosi sistemi di canalizzazione sotterranea dimostra appunto come una soluzione completamente soddisfacente non sia ancora stata trovata, mentre d'altra parte il moltiplicarsi dei sistemi, dei tentativi e dei perfezionamenti dimostra come il problema sia sentito e come la sua importanza richiami l'attenzione dei tecnici.

Si tratta infatti di questioni che rivestono un doppio interesse, tecnico ed economico. È evidente che la sicurezza e la continuità dell'esercizio dipendono in sommo grado dalla incolumità delle linee in cavo. Inoltre la manutenzione e le riparazioni, se troppo frequenti, involgono un onere notevolissimo specialmente sentito nel caso di canalizzazioni cittadine per le quali i lavori necessari incontrano spesso una quantità di difficoltà d'ordine vario facilmente comprensibili.

Non è certamente agevole soddisfare a tutte le esigenze di facilità di posa e di ispezione, di protezione contro le numerose e svariate cause di guasti, mantenendosi entro tollerabili termini di costo per le opere di posa relative.

L'Ing. Cipollaro descrive oggi sul giornale un particolare tipo di canalizzazione studiato appunto per soddisfare queste esigenze e che si discosta in molti punti per le proprie caratteristiche tecniche dagli altri sistemi in uso. Esso ha già trovato larga applicazione e sembra rispondere bene ai requisiti voluti. Lo segnaliamo quindi ai tecnici del ramo, lieti se qualcuno di essi vorrà portare sull'argomento ulteriori notizie tratte dalla propria esperienza.

LA REDAZIONE.

CALCOLO OPERATORIO E STUDIO DEI CIRCUITI ELETTRICI IN REGIME TRANSITORIO

A. M. ANGELINI

(continuaz. e fine, v. N. 13, pag. 466)

23. - Deformazione di un'onda di tensione (o di corrente) in un punto di transizione di una linea. - Impostazione generale del problema dello studio delle protezioni contro le sovratensioni.

Esamineremo in questo capitolo i fenomeni che si hanno quando un'onda di tensione attraversa un punto di transizione e cioè un punto nel quale si collegano due trasmissioni (in generale di co-



Fig. 14. — Connessione di due trasmissioni attraverso un circuito di transizione.

stanti differenti) attraverso un circuito che comporta elementi in serie ed elementi in parallelo. L'impostazione generale del problema, può essere fatta tenendo presente la fig. 14 ed in base agli sviluppi dell'ultimo paragrafo.

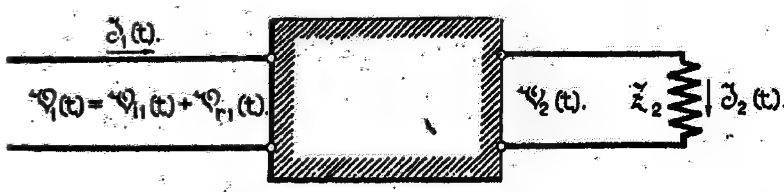


Fig. 15. — Schema equivalente a quello della fig. 14.

Dal punto di vista del calcolo, al circuito della fig. 14 si può sostituire quello della fig. 15 in cui le notazioni hanno il significato seguente:

$\mathcal{Z}_1$ = impedenza d'onda generalizzata della trasmissione a monte del punto di transizione;

$\mathcal{Z}_2$ = impedenza d'onda generalizzata della trasmissione a valle del punto di transizione;

$\mathcal{Z}_{k2}$ = impedenza generalizzata di corto del circuito di transizione a partire dai morsetti della trasmissione 2;

$\mathcal{Z}_r$ = impedenza generalizzata del circuito a valle del punto di collegamento della trasmissione 1 con il circuito di transizione.

Ciò premesso, come nel caso precedente, la tensione $\mathcal{V}_2$ ai morsetti dell'impedenza $\mathcal{Z}_2$ (o ciò che è lo stesso all'inizio della linea di impedenza d'onda $\mathcal{Z}_2$) è data da una espressione della forma:

$$\mathcal{V}_2(t) = \mathcal{A}\,\mathcal{V}_1 - \mathcal{Z}_{k2}\,\mathcal{J}_2(t)$$

tenuto conto ora che $\mathcal{J}_2(t) = \dfrac{1}{\mathcal{Z}_2}\mathcal{V}_2(t)$, si ha:

$$\mathcal{V}_2(t) = \left(\frac{\mathcal{A}}{1+\dfrac{\mathcal{Z}_{k2}}{\mathcal{Z}_2}}\right)\mathcal{V}_1(t) \qquad (80)$$

ma la tensione $\mathcal{V}_1(t)$, risulta, come abbiamo visto dalla somma della tensione incidente e di quella riflessa, per cui:

$$\mathcal{V}_1(t) = \mathcal{V}_{i1}(t) + \mathcal{V}_{r1}(t)$$

ne scende:

$$\mathcal{V}_{r1}(t) = \left(\frac{\mathcal{Z}_r - \mathcal{Z}_1}{\mathcal{Z}_r + \mathcal{Z}_1}\right)\mathcal{V}_{i1}(t) \qquad (80\,a)$$

e

$$\mathcal{V}_1(t) = \left(\frac{2\,\mathcal{Z}_r}{\mathcal{Z}_r + \mathcal{Z}_1}\right)\mathcal{V}_{i1}(t) \qquad (80\,b)$$

quindi:

$$(81)\qquad \mathcal{V}_2(t)=\left(\frac{\mathcal{A}}{1+Z_{k2}/Z_2}\right)\left(\frac{2}{1+Z_1/Z_\tau}\right)\mathcal{V}_{i1}(t)$$

Le ultime tre espressioni, definiscono completamente i fenomeni che si producono a monte ed a valle di un punto di transizione.

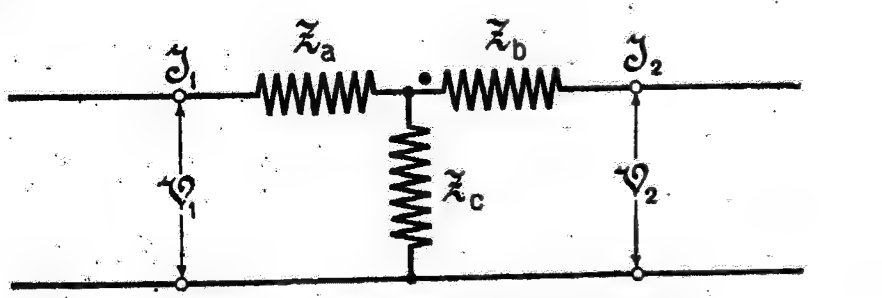


Fig. 16. — Circuito di transizione a stella o trasduttore a stella.

Nel caso frequente in cui, come in fig. 16, il circuito di transizione è riconducibile ad una stella di impedenze Z_a, Z_b, Z_c, si ha facilmente:

$$(82)\qquad \begin{cases} Z_{k2}=Z_b+\dfrac{Z_aZ_c}{Z_a+Z_c}\\[2mm] Z_\tau=Z_a+\dfrac{Z_c(Z_b+Z_2)}{Z_b+Z_c+Z_2}\\[2mm] \mathcal{A}=\dfrac{Z_c}{Z_a+Z_c}\end{cases}$$

Qualora il circuito di transizione fosse riconducibile a quello della fig. 17, si avrebbe:

$$(83)\qquad \begin{cases} Z_{k2}=\dfrac{Z_bZ_c}{Z_b+Z_c}\\[2mm] Z_\tau=Z_a\dfrac{Z_bZ_c+Z_cZ_2+Z_bZ_2}{(Z_a+Z_c)(Z_2+Z_b)+Z_2Z_b}\\[2mm] \mathcal{A}=\dfrac{Z_b}{Z_b+Z_c}\end{cases}$$

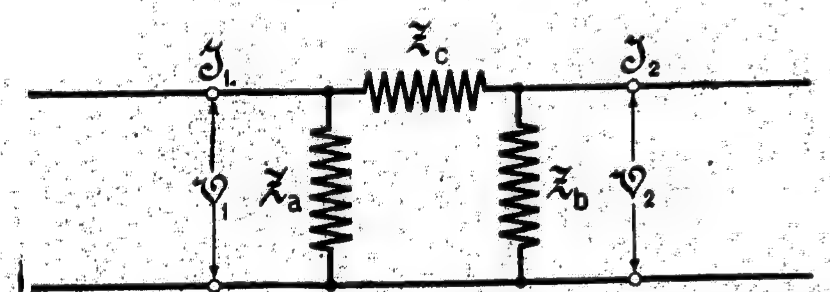


Fig. 17. — Circuito di transizione a triangolo o trasduttore a triangolo.

Alle formule (82) ed (83), si perviene in modo molto semplice; ad es. per il caso del circuito a stella (fig. 16), la relazione generale (76), si può stabilire come segue:

$$\mathcal{V}_2(t)=\mathcal{V}_1(t)-Z_c\mathcal{J}_c(t)=\mathcal{V}_1(t)-Z_c[\mathcal{J}_2(t)+\mathcal{J}_b(t)]$$

$$=\mathcal{V}_1(t)-Z_c\left[\mathcal{J}_2(t)+\frac{1}{Z_b}\mathcal{V}_2(t)\right]$$

da cui:

$$\mathcal{V}_2(t)=\left(\frac{Z_b}{Z_b+Z_c}\right)\mathcal{V}_1(t)-\left(\frac{Z_bZ_c}{Z_b+Z_c}\right)\mathcal{J}_2(t)$$

$$=\mathcal{A}\mathcal{J}_2(t)-Z_{k2}\mathcal{J}_2(t)\ .$$

Introducendo i valori forniti dalle eguaglianze (82) ed (83) nella formula (81), si ottiene l'espressione simbolica della tensione trasmessa nei due casi particolari trattati: si ottiene rispettivamente:

$$(83\,a)\qquad \mathcal{V}_2(t)=\left[\frac{2Z_2Z_c}{Z_c(Z_b+Z_2)+(Z_1+Z_a)(Z_b+Z_c+Z_2)}\right]\mathcal{V}_2(t)$$

per il caso del circuito della fig. 16, e

$$(83\,b)\qquad \mathcal{V}_2(t)=\left[\frac{2Z_aZ_bZ_c}{Z_1\{Z_bZ_2+(Z_b+Z_2)(Z_a+Z_c)\}+Z_a\{Z_bZ_c+Z_2(Z_b+Z_c)\}}\right]\mathcal{V}_{i1}(t)$$

per il caso del circuito della fig. 17.

In modo del tutto analogo, e molto semplice, si ottengono le espressioni delle correnti incidente, riflessa e trasmessa, esse risultano anzi direttamente dalle corrispondenti espressioni delle tensioni; infatti, come sappiamo:

$$\mathcal{J}_{i1}(t)=\frac{1}{Z_1}\mathcal{V}_{i1}(t)\quad;\quad \mathcal{J}_{r1}(t)=\frac{1}{Z_1}\mathcal{V}_{r1}(t)$$

$$\mathcal{J}_2(t)=\frac{1}{Z_2}\mathcal{V}_2(t)\ .$$

La trattazione precedente estende al caso più generale la trattazione che il Miller ha fatto per il solo caso della fig. 17 [Bibl. 30].

È utile notare che per un dato circuito di transizione, le espressioni (80 a), (80 b) ed (81) hanno lo stesso denominatore, per cui, se gli operatori in gioco sono funzioni razionali del simbolo Δ, una volta calcolata una delle tre grandezze $\mathcal{V}_{1r}(t)$, $\mathcal{V}_1(t)$, o $\mathcal{V}_2(t)$, il calcolo delle altre due mediante il teorema dello sviluppo risulta semplicissimo.

Le formule ricavate, trovano molte utilissime applicazioni nel campo della telefonia e della telegrafia a grande distanza, nonchè nello studio del comportamento di tutti quei sistemi di protezione degli impianti elettrici contro le sovratensioni atmosferiche, i quali sono o possono essere considerati come circuiti normali: rientrano in questa categoria le protezioni con condensatori, induttanze e resistenze variamente combinate ed inserite. In queste applicazioni, dato che, per i motivi già visti, una grande esattezza sarebbe del tutto inutile, si possono rendere più semplici i calcoli, trascurando nell'espressione dell'impedenza d'onda, la resistenza e la conduttanza di dispersione distribuite lungo la linea, o anche supponendo verificata la condizione di non distorsione $r/L=g/c$. L'errore che si commette nel caso di fenomeni molto rapidi è generalmente molto piccolo, e può essere ancora ridotto, sviluppando in serie il radicale che rappresenta l'impedenza d'onda generalizzata ed arrestandosi al solo secondo termine; si ha così:

$$\sqrt{\frac{r+L\Delta}{c\Delta}}=\sqrt{\frac{L}{c}}\left(1+\frac{r}{L\Delta}\right)^{\frac{1}{2}}\cong\sqrt{\frac{L}{c}}\left(1+\frac{r}{2L\Delta}\right)$$

Si ha dunque in ogni caso che se la protezione risulta dalla combinazione di circuiti a costanti concentrate, come quasi sempre avviene, gli ultimi operatori scritti, risultano da funzioni razionali del simbolo Δ e quindi possono essere valutati senza difficoltà in base alle regole indicate nella prima parte di questo lavoro.

Nel caso semplicissimo in cui la protezione fosse costituita da una semplice induttanza in serie, nel circuito della fig. 16 si avrebbe:

$$Z_a=\Delta L\quad;\quad Z_b=0\quad;\quad Z_c=\infty\quad:$$

se ne deduce:

$$\mathcal{V}_2(t)=2\left(\frac{1}{1+L/Z_2\Delta}\right)\left(\frac{Z_2+L\Delta}{Z_1+Z_2+L\Delta}\right)\mathcal{V}_{i1}(t)$$

$$\mathcal{V}_1(t)=2\left(\frac{Z_2+L\Delta}{Z_1+Z_2+L\Delta}\right)\mathcal{V}_{i1}(t)$$

$$\mathcal{V}_{r1}(t)=\left(\frac{Z_2-Z_1+L\Delta}{Z_1+Z_2+L\Delta}\right)\mathcal{V}_{i1}(t)$$

Ora dato che si può ammettere che:

$$Z_1=\sqrt{\frac{L_1}{c_1}}\quad;\quad Z_2=\sqrt{\frac{L_2}{c_2}}\ ,$$

si ha che gli ultimi operatori scritti sono fra i più semplici che abbiamo considerato.

Qualora la protezione fosse costituita da un condensatore di capacità c in serie con una resistenza r disposti in derivazione, sempre con riferimento alla fig. 16 si avrebbe:

$$Z_a=Z_b=0\quad Z_c=r+\frac{1}{c\Delta}$$

per cui, la relazione tra la tensione incidente e la tensione tra-

smessa sarebbe:

$$\mathcal{V}_2(t) = \frac{2\mathcal{Z}_2\left(r + \dfrac{1}{c\Delta}\right)}{\mathcal{Z}_1\mathcal{Z}_2 + (\mathcal{Z}_1 + \mathcal{Z}_2)\left(r + \dfrac{1}{c\Delta}\right)}\mathcal{V}_{i1}(t)$$

$$= 2\mathcal{Z}_2\left[\frac{1 + c r \Delta}{(\mathcal{Z}_1 + \mathcal{Z}_2) + c\left[\mathcal{Z}_1\mathcal{Z}_2 + r(\mathcal{Z}_1 + \mathcal{Z}_2)\right]\Delta}\right]\mathcal{V}_{i1}(t)$$

Anche in questo caso l'operatore da valutare si riduce spesso alla forma semplicissima:

$$\frac{a + b\Delta}{c + d\Delta}$$

dove a, b, c, d sono delle costanti.

In fig. 18 sono riportati graficamente i risultati dell'applicazione dell'ultima formula ad alcuni casi pratici interessanti dedotti dallo studio già citato del Miller.

La trattazione dei casi più complessi non presenta alcuna speciale difficoltà ed il lettore può agevolmente esaminare il comportamento dei più svariati sistemi di protezione contro le sovratensioni. È comunque da osservare che quando un sistema protettivo

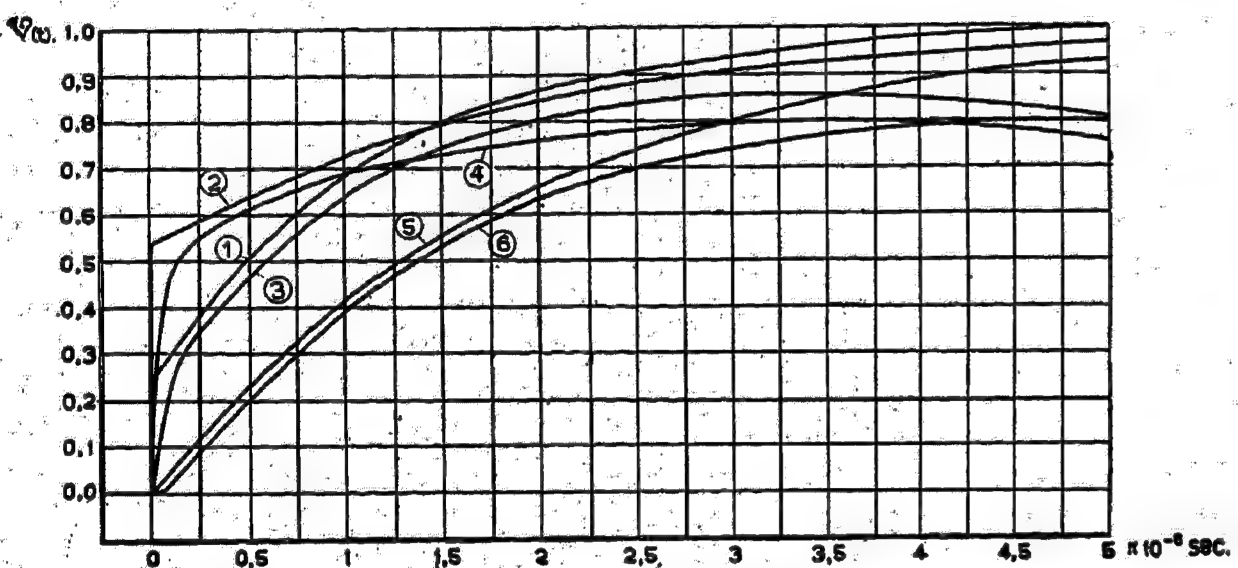


Fig. 18. — Esempio di applicazione delle formole trovate. Circuito di transizione a stella dove:

$$\mathcal{Z}_a = 0 \quad ; \quad \mathcal{Z}_b = 0 \quad ; \quad \mathcal{Z}_c = r + \frac{1}{c\Delta}$$

si è posto:

$$c = 5 \cdot 10^{-9} \text{ farad} \qquad \mathcal{Z}_1 = \mathcal{Z}_2 = 350 \text{ ohm}$$

Curva 1 ; $r = 50$ ohm ; $\mathcal{V}_1(t) = 1(t)$
» 2 ; $r = 200$ » ; $\mathcal{V}_1(t) = 1(t)$
» 3 ; $r = 50$ » ; $\mathcal{V}_1(t) = 1{,}025\,(e^{-5.10^4 t} - e^{-15.10^6 t})\,1(t)$
» 4 ; $r = 200$ » ; $\mathcal{V}_1(t) = 1{,}025\,(e^{-5.10^4 t} - e^{-16.10^6 t})\,1(t)$
» 5 ; $r = 200$ » ; $\mathcal{V}_1(t) = 1(t)$
» 6 ; $r = 200$ » ; $\mathcal{V}_1(t) = 1{,}025\,(e^{-5.10^4 t} - e^{-16.10^6 t})\,1(t)$.

si trova in prossimilità di un apparecchio, come un trasformatore, non si può prescindere da esso e occorre applicare le formule indicate al circuito protezione-apparecchio. In queste condizioni, ad un trasformatore o ad una macchina, si sostituisce un circuito per quanto possibile equivalente e si procede ai calcoli allo stesso modo.

È da osservare in fine che la trattazione precedente, non si presta allo studio di quei sistemi di protezione ad effetto valvolare, recentemente introdotti da qualche Casa costruttrice, e ciò in ragione del carattere anomalo degli elementi che li costituiscono; si tratta infatti di resistenze il cui valore dipende dalla tensione applicata.

23. - Propagazione di perturbazioni elettriche su trasmissioni con più conduttori.

IMPOSTAZIONE GENERALE DELLE EQUAZIONI FONDAMENTALI.

Estendiamo in questo capitolo la trattazione precedente, al caso di un sistema costituito da numerosi conduttori paralleli tra di loro.

In generale con $\mathcal{Z}_{mn}$, indicheremo la mutua impedenza generalizzata tra i due conduttori m ed n e con $\mathcal{Z}_{mm}$ l'autoimpedenza generalizzata del conduttore m: queste due grandezze avranno generalmente la forma seguente:

$$\mathcal{Z}_{nn} = \Delta M_{mm}$$

dove M_{mn} è il coefficiente di mutua induzione tra i conduttori m ed n e:

$$\mathcal{Z}_{mm} = r_m + L_m\Delta$$

dove r_m ed L_m sono la resistenza e l'induttanza per unità di lunghezza del conduttore m.

La variazione di tensione per unità di lunghezza in ciascuno dei conduttori, sarà data dalla somma della caduta di tensione dovuta alla corrente circolante in esso [che per il conduttore m sarà $\mathcal{Z}_{mm} I_m(t)$] e delle tensioni indotte dalle altre correnti attraverso le mutue impedenze.

In queste condizioni si ha un primo sistema di equazioni, che se con Δ_x si indica il simbolo di derivazione rispetto allo spazio $\partial/\partial x$ assume la forma:

$$(84)\quad \begin{cases} \Delta_x\mathcal{V}_1 = \mathcal{Z}_{11}\mathcal{J}_1 + \mathcal{Z}_{12}\mathcal{J}_2 + \mathcal{Z}_{13}\mathcal{J}_3 + \ldots\ldots + \mathcal{Z}_{1n}\mathcal{J}_n \\ \Delta_x\mathcal{V}_2 = \mathcal{Z}_{21}\mathcal{J}_1 + \mathcal{Z}_{22}\mathcal{J}_2 + \mathcal{Z}_{23}\mathcal{J}_3 + \ldots\ldots + \mathcal{Z}_{2n}\mathcal{J}_n \\ \Delta_x\mathcal{V}_3 = \mathcal{Z}_{31}\mathcal{J}_1 + \mathcal{Z}_{32}\mathcal{J}_2 + \mathcal{Z}_{33}\mathcal{J}_3 + \ldots\ldots + \mathcal{Z}_{3n}\mathcal{J}_n \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \Delta_x\mathcal{V}_n = \mathcal{Z}_{n1}\mathcal{J}_1 + \mathcal{Z}_{n2}\mathcal{J}_2 + \mathcal{Z}_{n3}\mathcal{J}_3 + \ldots + \mathcal{Z}_{nn}\mathcal{J}_n \end{cases}$$

Con i simboli $\mathcal{V}$ ed $\mathcal{J}$ si sono indicate le tensioni e le correnti in gioco $\mathcal{V}(t)$ ed $\mathcal{J}(t)$ variabili rispetto al tempo; gli indici indicano il conduttore al quale ci si riferisce; si è omessa la variabile t per semplicità di scrittura.

Un sistema di equazioni del tutto analogo, può essere stabilito per le correnti: infatti, in uno qualsiasi dei conduttori della trasmissione, la variazione di corrente per unità di lunghezza, nel punto x, sarà data dalla somma delle correnti immesse nel conduttore considerato dagli altri conduttori per effetto della mutua ammettenza: ad esempio, nel conduttore m, il conduttore r immetterà una corrente data da:

$$\mathcal{Y}_{mr}(\mathcal{V}_r - \mathcal{V}_m)$$

dove ordinariamente l'ammettenza generalizzata $\mathcal{Y}_{mr}$ sarà data da un'espressione del tipo

$$\mathcal{Y}_{mr} = r_{mr} + c_{mr}\Delta\ .$$

In queste condizioni, la variazione della corrente $\mathcal{J}_1$ assume l'espressione:

$$\Delta_x\mathcal{J}_1 = \mathcal{Y}_{12}(\mathcal{V}_2 - \mathcal{V}_1) + \mathcal{Y}_{13}(\mathcal{V}_3 - \mathcal{V}_1) + \\ + \mathcal{Y}_{14}(\mathcal{V}_4 - \mathcal{V}_1) + \ldots + \mathcal{Y}_{1n}(\mathcal{V}_n - \mathcal{V}_1)$$

così la variazione della $\mathcal{J}_2$ sarà data da:

$$\Delta_x\mathcal{J}_2 = \mathcal{Y}_{21}(\mathcal{V}_1 - \mathcal{V}_2) + \mathcal{Y}_{23}(\mathcal{V}_3 - \mathcal{V}_2) + \\ + \mathcal{Y}_{24}(\mathcal{V}_4 - \mathcal{V}_2) + \ldots + \mathcal{Y}_{2n}(\mathcal{V}_n - \mathcal{V}_2)$$

e così via.

Si riconosce facilmente in queste condizioni che se con $\mathcal{Y}_{mm}$ si indica in generale la somma delle mutue ammettenze che il conduttore n ha rispetto a tutti gli altri, cambiata di segno, per cui in generale:

$$\mathcal{Y}_{mm} = -\sum_{i=1}^{i=n}\mathcal{Y}_{mi}$$

si ha un secondo sistema di equazioni sotto la forma seguente:

$$(85)\quad \begin{cases} \Delta_x\mathcal{J}_1 = \mathcal{Y}_{11}\mathcal{V}_1 + \mathcal{Y}_{12}\mathcal{V}_2 + \mathcal{Y}_{13}\mathcal{V}_3 + \ldots + \mathcal{Y}_{1n}\mathcal{V}_n \\ \Delta_x\mathcal{J}_2 = \mathcal{Y}_{21}\mathcal{V}_1 + \mathcal{Y}_{22}\mathcal{V}_2 + \mathcal{Y}_{23}\mathcal{V}_3 + \ldots + \mathcal{Y}_{2n}\mathcal{V}_n \\ \Delta_x\mathcal{J}_3 = \mathcal{Y}_{31}\mathcal{V}_1 + \mathcal{Y}_{32}\mathcal{V}_2 + \mathcal{Y}_{33}\mathcal{V}_3 + \ldots + \mathcal{Y}_{3n}\mathcal{V}_n \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \Delta_x\mathcal{J}_n = \mathcal{Y}_{n1}\mathcal{V}_1 + \mathcal{Y}_{n2}\mathcal{V}_2 + \mathcal{Y}_{n3}\mathcal{V}_3 + \ldots + \mathcal{Y}_{nn}\mathcal{V}_n \end{cases}$$

I sistemi di equazioni (84) ed (85) definiscono completamente il fenomeno di propagazione su una trasmissione a più conduttori.

Le equazioni sono in numero di $2n$ e permettono di calcolare le n tensioni e le n correnti incognite, tenuto conto, naturalmente, delle condizioni limiti del problema. Estendendo anche al simbolo

Λ_x le regole del calcolo algebrico, le equazioni (84) ed (85) si possono risolvere come se costituissero un sistema lineare di $2n$ equazioni a $2n$ incognite.

Questo procedimento conduce alla separazione delle variabili e cioè, considerando il simbolo Δ come una costante, a $2n$ equazioni differenziali lineari di ordine $2n$ rispetto alla variabile x ciascuna delle quali ha come incognita una tensione o una corrente.

In generale, la espressione risultante per una delle tensioni $\mathcal{V}_r$ sarà della forma:

$$(86)\quad \mathcal{V}_r(t) = e^{p_1 x} K_1(t) + e^{p_2 x} K_2(t) + e^{p_3 x} K_3(t) + \ldots + e^{p_n x} K_n(t) + e^{-p_1 x} K'_1(t) + e^{-p_2 x} K'_2(t) + e^{-p_3 x} K'_3(t) + \ldots + e^{-p_n x} K'_n(t)$$

dove le grandezze p rappresentano delle funzioni del simbolo Δ e le costanti arbitrarie sono funzioni della variabile t.

Per la corrente $\mathcal{J}_r$, si ha un'espressione analoga.

La formula (86) dimostra che su ciascuno dei conduttori si propaga un'onda di tensione che risulta dalla sovrapposizione di tante componenti per quanti sono i conduttori.

SVILUPPO DI UN CASO PARTICOLARE.

Per meglio precisare le idee e per facilitare l'intelligenza degli sviluppi di cui sopra, trattiamo il caso di tre conduttori paralleli, ad uno dei quali si riferiscono le tensioni $\mathcal{V}_1$ e $\mathcal{V}_2$ degli altri due; si suppone inoltre che il conduttore a potenziale zero sia percorso dalla somma delle correnti che percorrono gli altri due. Questo esempio è stato trattato dal Bewley e con una certa approssimazione serve di modello per lo studio di un sistema costituito da due conduttori paralleli tra loro e tesi parallelamente al suolo il cui potenziale è supposto eguale a zero.

Ammettendo per semplicità che non vi sia dissipazione di energia, i sistemi (84) ed (85) assumono la forma:

$$(84')\quad \begin{cases} \Lambda_x \mathcal{V}_1 = Z_{11} \mathcal{J}_1 + Z_{12} \mathcal{J}_2 \\ \Lambda_x \mathcal{V}_2 = Z_{12} \mathcal{J}_1 + Z_{22} \mathcal{J}_2 \end{cases}$$

$$(85')\quad \begin{cases} \Lambda_x \mathcal{J}_1 = \mathcal{Y}_{11} \mathcal{V}_1 + \mathcal{Y}_{12} \mathcal{V}_2 \\ \Lambda_x \mathcal{J}_2 = \mathcal{Y}_{12} \mathcal{V}_1 + \mathcal{Y}_{22} \mathcal{V}_2 \end{cases}$$

Avendo ammesso che non vi è dissipazione di energia nel sistema, le equazioni si trasformano nelle seguenti:

$$(84'')\quad \begin{cases} \Lambda_x \mathcal{V}_1 = \Delta L_1 \mathcal{J}_1 + \Delta K_{12} \mathcal{J}_2 \\ \Lambda_x \mathcal{V}_2 = \Delta M_{12} \mathcal{J}_1 + \Delta L_2 \mathcal{J}_2 \end{cases}$$

$$(85'')\quad \begin{cases} \Lambda_x \mathcal{J}_1 = \Delta K_{11} \mathcal{V}_1 + \Delta K_{12} \mathcal{V}_2 \\ \Lambda_x \mathcal{J}_2 = \Delta K_{12} \mathcal{V}_1 + \Delta K_{22} \mathcal{V}_2 \end{cases}$$

dove il significato delle costanti $L\, M$ e K è evidente [8].

Deducendo i valori di $\mathcal{J}_1$ ed $\mathcal{J}_2$ dal secondo sistema e introducendoli nel primo, si ha:

$$\begin{cases} \Lambda^2_x \mathcal{V}_1 = (L_1 K_{11} + M_{12} K_{12})\, \Delta^2 \mathcal{V}_1 + (L_1 K_{12} + M_{12} K_{22})\, \Delta^2 \mathcal{V}_2 \\ \Lambda^2_x \mathcal{V}_2 = (M_{12} K_{11} + L_2 K_{12})\, \Delta^2 \mathcal{V}_1 + (M_{12} K_{12} + L_2 K_{22})\, \Delta^2 \mathcal{V}_2 \end{cases}$$

Un sistema analogo si otterrebbe per le correnti, deducendo $\mathcal{V}_1$ e $\mathcal{V}_2$ dalle prime due equazioni e sostituendoli nelle altre due equazioni.

Ponendo per semplicità di scrittura:

$$\begin{aligned} M &= L_1 K_{11} + M_{12} K_{12} \\ N &= L_1 K_{12} + M_{12} K_{22} \\ P &= M_{12} K_{11} + L_2 K_{12} \\ Q &= M_{12} K_{12} + L_2 K_{22} \end{aligned}$$

dalla prima equazione dell'ultimo sistema, si ha:

$$\mathcal{V}_2 = \left(\frac{\Lambda^2_x - M \Delta^2}{N \Delta^2} \right) \mathcal{V}_1$$

introducendo questo valore nella seconda, si ha:

$$\Lambda^4_x \mathcal{V}_1 - \Delta^2 (M + Q)\, \Lambda^2_x \mathcal{V}_1 - \Delta^4 (PN - QM)\, \mathcal{V}_1 = 0$$

cioè:

$$\frac{d^4 \mathcal{V}_1}{d x^4} - \Delta^2 (M + Q) \frac{d^2 \mathcal{V}_1}{d x^2} - \Delta^4 (PN - QM)\, \mathcal{V}_1 = 0$$

Sempre considerando Δ come una costante, la equazione caratteristica euleriana della precedente è:

$$z^4 - \Delta^2 (M + Q)\, z^2 - \Delta^4 (PN = QM) = 0$$

ed ammette le quattro radici:

$$\pm \Delta \sqrt{\frac{1}{2}(M + Q) \pm \frac{1}{2}\sqrt{(M - Q)^2 + 4\, PN}}$$

Queste quattro radici, sono due a due eguali e di segno opposto: indicheremo i loro valori assoluti rispettivamente con $\Delta \alpha_1$ e con $\Delta \alpha_2$; si avrà allora:

$$(86a)\quad \mathcal{V}_1(t) = e^{-x \alpha_1 \Delta} K_1(t) + e^{-x \alpha_2 \Delta} K_2(t) + e^{x \alpha_1 \Delta} K_3(t) + e^{x \alpha_2 \Delta} K_4(t)$$

dove le $K(t)$ sono costanti rispetto alla x, ma funzioni del tempo.

Dalla equazione che esprime $\mathcal{V}_2(t)$ in funzione di $\mathcal{V}_1(t)$, si ottiene subito il valore di $\mathcal{V}_2(t)$ sotto la forma:

$$(87)\quad \mathcal{V}_2(t) = \frac{1}{N}\Big[(\alpha_1^2 - M)\, e^{-x \alpha_1 \Delta} K_1(t) + (\alpha_2^2 - M)\, e^{-x \alpha_2 \Delta} K_2(t) + (\alpha_1^2 - M)\, e^{+x \alpha_1 \Delta} K_3(t) + (\alpha_2^2 - M)\, e^{x \alpha_2 \Delta} K_4(t)\Big]$$

Supponiamo che la trasmissione considerata abbia lunghezza infinita; è facile riconoscere che in queste condizioni i due ultimi

---

[8] Nel caso della fig. 19 il Bewely attribuisce alle costanti i seguenti valori:

$$L_1 = 2 \,.\, 10^{-9} \lg \left(\frac{2 h_1}{r_1} \right);\quad L_2 = 2 \,.\, 10^{-9} \lg \left(\frac{2 h_2}{r_2} \right);\quad M_{12} = 2 \,.\, 10^{-9} \lg \left(\frac{a}{b} \right)$$

$$K_{11} = \frac{1}{D} \lg \left(\frac{2 H_2}{R_2} \right);\quad K_{22} = \frac{1}{D} \lg \left(\frac{2 H_1}{R_1} \right);\quad K_{12} = \frac{-1}{D} \lg \left(\frac{A}{b} \right)$$

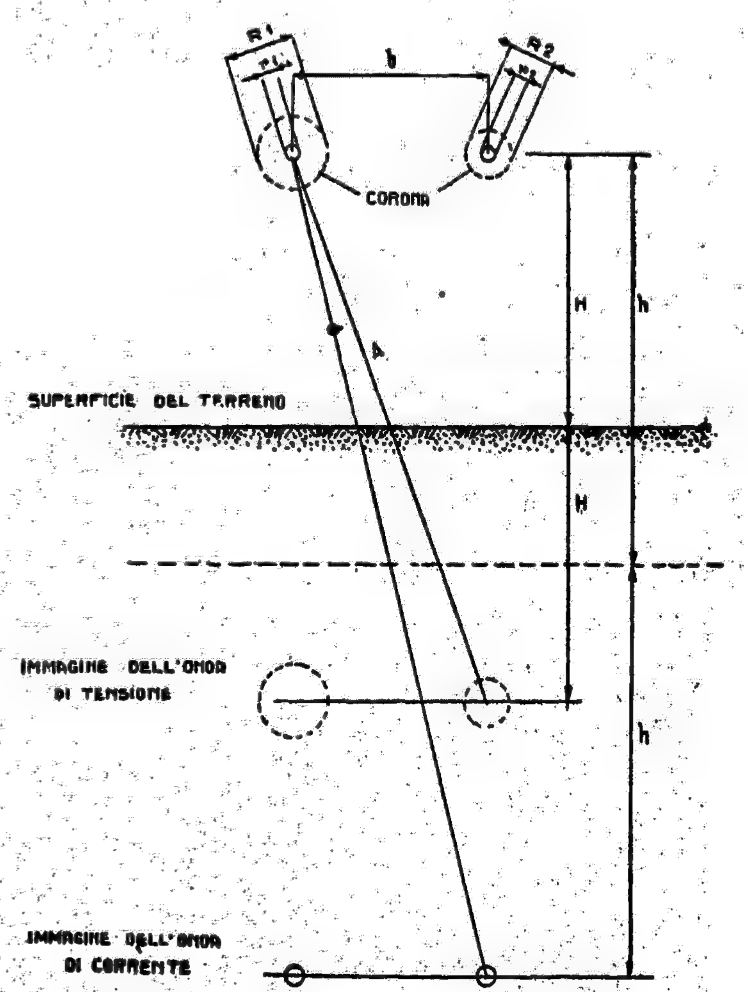


Fig. 19.

dove:

$$D = \left\{ \lg \left(\frac{2 H_1}{R_1} \right) . \lg \left(\frac{2 H_2}{R_2} \right) - \left(\lg \frac{A}{b} \right)^2 \right\} 18 \,.\, 10^{11}$$

Nella determinazione delle capacità, si aumenta il diametro dei conduttori per tenere conto dell'effetto corona.

termini delle formule (86) ed (87), si annullano, risolvendo quindi gli operatori indicati, si ha:

$$\begin{cases} \mathcal{V}_1(t) = K_1(t-\alpha_1 x) + K_2(t-\alpha_2 x) \\ \mathcal{V}_2(t) = \dfrac{1}{N}\left[(\alpha_1^2 - M)\,K_1(t-\alpha_1 x) + (\alpha_2^2 - M)\,K_2(t-\alpha_2 x)\right] \end{cases}$$

Si riconosce facilmente dunque che nei due conduttori, si ha propagazione con velocità rispettivamente eguali a:

$$v_1 = \frac{1}{\alpha_1} \quad \text{e} \quad v_2 = \frac{1}{\alpha_2}$$

Le funzioni $K_1(t)$ e $K_2(t)$ dipendono dalle condizioni limiti: ad esempio se sono note le funzioni $\mathcal{V}_{10}(t)$ e $\mathcal{V}_{20}(t)$ che esprimono in funzione del tempo le tensioni applicate ai due conduttori, si hanno le seguenti equazioni per determinare $K_1(t)$ e $K_2(t)$.

Posto:

$$A = \frac{1}{\alpha_1}(\alpha_1^2 - M)\ ;\ B = \frac{1}{N}(\alpha_2^2 - M)$$

per $x = 0$ è:

$$\begin{cases} \mathcal{V}_{10}(t) = K_1(t) + K_2(t) \\ \mathcal{V}_{20}(t) = A\,K_1(t) + B\,K_2(t) \end{cases}$$

da cui facilmente:

$$K_1(t) = \frac{1}{B-A}\left[B\,\mathcal{V}_{10}(t) - \mathcal{V}_{20}(t)\right]$$

$$K_2(t) = \frac{1}{B-A}\left[\mathcal{V}_{20}(t) - A\,\mathcal{V}_{10}(t)\right]$$

In queste condizioni è molto facile dedurre dalle formule (85'') le espressioni delle correnti $\mathcal{J}_1(t)$ ed $\mathcal{J}_2(t)$.

Lo studio della propagazione delle perturbazioni elettriche su linee a più conduttori, ha permesso al Bewley di dare ragione di alcuni fenomeni rilevati all'oscillografo, i quali sembravano in contrasto con la teoria delle onde migranti; raccomandiamo al lettore la memoria del Bewely e la interessante discussione che ne è seguita in seno all'A.I.E.E. [31].

Nelle pagine precedenti abbiamo impostato il problema riferendoci al caso più generale (la trattazione del Bewely è più ristretta) dato che la questione si presenta interessante sotto molti punti di vista: è infatti a tutti nota l'importanza notevole dell'esame dei fenomeni d'interferenza fra le trasmissioni telegrafiche e telefoniche, nonchè della ripercussione dei disturbi nelle linee di trasporto dell'energia sulle linee telefoniche, ecc., ora tutti questi problemi si possono ricondurre a due sistemi di equazioni come le (84) e le (85).

Nei casi particolari, specialmente quando si tratta di trasmissioni a molti conduttori, le calcolazioni diventano spesso particolarmente laboriose e talvolta alquanto complesse, ma non implicano alcuna speciale difficoltà di concetto, anzi spesso molti importanti caratteri dei fenomeni possono dedursi rivolvendo solo parzialmente le equazioni fondamentali.

24. - Propagazione delle perturbazioni elettriche nelle bobine.

Una bobina cilindrica, agli effetti dello studio dei fenomeni provocati in essa da una perturbazione elettrica, può essere considerata come una speciale trasmissione, la quale comporta in generale elementi in serie ed elementi in parallelo come rappresentato in fig. 20, dove i simboli, hanno il significato seguente:

c e g, risp. capacità e dispersione trasversale per unità di lunghezza;

c_1 e g_1, risp. capacità e dispersione trasversale per unità di lunghezza;

r_1 e L_1, risp. resistenza ed induttanza longitudinale per unità di lunghezza.

Riferendoci sempre al simbolismo finora usato, le costanti di questa speciale trasmissione sono le seguenti:

$$\mathcal{Y} = g + c\,\Delta$$

$$\mathcal{Z} = \frac{r_1 + L_1\Delta}{g_1 + c_1\Delta + 1/(r_1 + L_1\Delta)} = \frac{r_1 + L_1\Delta}{(g_1 + c_1\Delta)(r_1 + L_1\Delta) + 1}$$

e quindi:

$$\sqrt{\mathcal{Y}\mathcal{Z}} = \sqrt{\frac{(g + c\Delta)(r_1 + L_1\Delta)}{(g_1 + c_1\Delta)(r_1 + L_1\Delta + 1)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{c\,L_1\Delta^2 + (c\,r_1 + g\,L_1)\Delta + g\,r_1}{c_1 L_1\Delta^2 + (c_1 r_1 + g_1 L_1)\Delta + g\,r_1 + 1}}$$

È questo un caso in cui è conveniente l'uso del teorema dello sviluppo per lo studio della propagazione in una trasmissione di lunghezza finita, dato che la valutazione dell'operatore:

$$e^{-x\sqrt{\mathcal{Y}\mathcal{Z}}}\,\mathcal{V}_0(t)$$

condurrebbe a calcoli molto lunghi ed espressioni tutt'altro che maneggevoli.

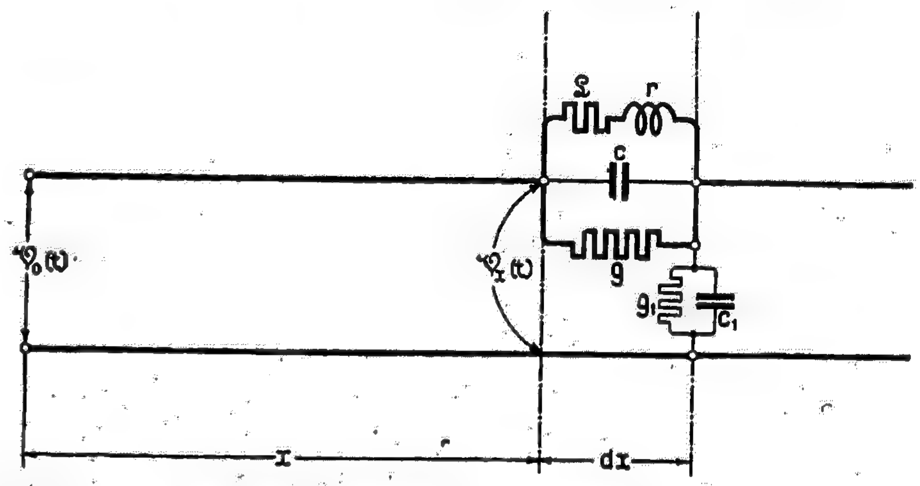


Fig. 20. — Rappresentazione schematica di un elemento di bobina agli effetti della propagazione in essa delle onde di sovratensione a decorso rapido.

Considereremo in quanto segue il caso in cui l'estremità della bobina è collegata a terra, ed una tensione $\mathcal{V}_0(t) = 1(t)$ è applicata al suo morsetto di entrata (bobina di un trasformatore trifase con neutro a terra, sollecitata da un'onda rettangolare di tensione). Ad evitare formule ingombranti tratteremo il caso in cui nella bobina non viene dissipata energia e cioè:

$$g = g_1 = r = 0$$

avvertendo però che nel caso generale i calcoli possono essere condotti in modo del tutto identico.

Indicando con l la lunghezza della bobina, e con $\mathcal{V}_x(t)$ la tensione alla distanza x dall'entrata, l'espressione della $\mathcal{V}_x(t)$ può essere messa sotto la forma seguente:

$$\mathcal{V}_x(t) = \frac{\sinh\Theta x}{\sinh\Theta l}\,1(t) = \frac{M(\Delta)}{N(\Delta)}\,1(t) \tag{90}$$

dove:

$$\Theta = a\sqrt{\frac{\Delta^2}{\Delta^2 + b}} \tag{91}$$

e

$$a = \sqrt{\frac{c}{c_1}} \qquad b = \frac{1}{L\,c_1} \tag{91 bis}$$

Passando ora ad applicare all'espressione (90) il teorema dello sviluppo, avremo successivamente:

1°) $$\frac{M(0)}{N(0)} = \lim_{\Delta \to 0} \frac{\sinh a x\sqrt{\dfrac{\Delta^2}{\Delta^2 + b}}}{\sinh a l\sqrt{\dfrac{\Delta^2}{\Delta^2 + b}}} = \frac{x}{l}$$

2°) $$N(\Delta) = 0 \longrightarrow \sinh\Theta l = 0 \longrightarrow \frac{1}{j}\sin j\Theta l = 0$$

ne segue $\sin j\Theta l = 0$ che fornisce:

$$j\Theta l = h\pi \quad \text{dove} \quad h = \pm 1\,;\ \pm 2\,;\ \pm 3\,;\ \ldots\ldots$$

Abbiamo escluso la radice corrispondente a $h = 0$, perchè sostituita a Δ nell'espressione (90) non rende infinito il valore di $M(\Delta)/N(\Delta)$.

L'equazione da risolvere è la seguente:

$$j a \sqrt{\frac{\Delta^2}{\Delta^2 + b}} = k \frac{\pi}{l}$$

che fornisce:

$$\Delta = \pm j \sqrt{\frac{b}{\frac{a^2 l^2}{k^2 \pi^2} + 1}} = \alpha_k$$

3°) $N'(\Delta) = \frac{d}{d\Delta} (\sinh \Theta l) = \frac{d}{d\Theta} (\sinh \Theta l) \cdot \frac{d\Theta}{d\Delta} =$

$$= \frac{a b l}{(\Delta^2 + b)\sqrt{\Delta^2 + b}} \cosh l \Theta$$

ne segue:

$$\Delta N'(\Delta) = \frac{a b l}{\Delta^2 + b} \sqrt{\frac{\Delta^2}{\Delta^2 + b}} \cosh l \Theta$$

Sostituendo a Δ la radice α_k trovata in 2°), dopo facili semplificazioni, si ottiene:

$$\alpha_k N'(\alpha_k) = j k \pi \left(\frac{k^2 \pi^2}{a^2 l^2} + 1\right) \cosh j k \pi$$

4°) Dalle formule precedenti, segue immediatamente:

$$\frac{M(\alpha_k)}{\alpha_k N'(\alpha_k)} = \frac{\sin \frac{k\pi}{l} x}{k\pi \left\{ \left(\frac{k\pi}{a l}\right)^2 + 1 \right\} \cos k\pi}$$

5°) Ciò fatto abbiamo tutti gli elementi per scrivere il risultato finale che si presenta sotto forma di serie trigonometrica come segue:

(92) $$\mathcal{V}_x(t) = \frac{x}{l} + \frac{2}{\pi} \sum_{k=1}^{k=\infty} \frac{\sin\left(k\pi \frac{x}{l}\right)}{k \left\{ \left(\frac{k\pi}{a l}\right)^2 + 1 \right\} \cos k\pi} \cdot \cos \frac{t}{\sqrt{\frac{1}{b}\left\{ \left(\frac{a l}{k\pi}\right)^2 + 1 \right\}}}$$

La formula (9) risolve completamente il problema e, sebbene alquanto complessa, fornisce molti elementi utili anche senza eseguire un calcolo completo. Ad esempio si riconosce facilmente che la frequenza fondamentale di oscillazione è:

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{1}{b}\left\{ \left(\frac{a l}{\pi}\right)^2 + 1 \right\}}}$$

Non sarebbe difficile dedurre le formule relative al caso in cui in luogo della $1(t)$ si ha una tensione della forma:

$$\mathcal{V}_0(t) = K(e^{-\rho_1 t} - e^{-\rho_2 t})\, 1(t)$$

il calcolo è semplice e il risultato si ha applicando direttamente il teorema di trasposizione. Lasciamo al lettore la cura di questo calcolo come pure di quello relativo al caso in cui l'estremità della bobina è isolata.

Spesso è sufficiente considerare una bobina come un aggregato di induttanze e di capacità come è stato mostrato nella prima parte di questo lavoro.

Per il calcolo delle costanti delle bobine ed in particolare degli avvolgimenti dei trasformatori, rimandiamo il lettore alle memorie citate nella Bibliografia [24], [25].

25. - Valutazione di alcuni operatori relativi allo studio dei filtri elettrici e delle linee artificiali.

a) *Valutazione dell'operatore*:

(93) $$f(\Delta) = \frac{(\Delta - \sqrt{\Delta^2 - 1})^n}{\sqrt{\Delta^2 - 1}}$$

e derivati.

L'operatore scritto può essere messo anche sotto la forma seguente che ne rivela il carattere diffusivo:

$$f(\Delta) = \frac{1}{\sqrt{\Delta^2 - 1}\,(\Delta + \sqrt{\Delta^2 - 1})^n} \quad (9)$$

La valutazione dell'operatore (93) si ottiene senza difficoltà procedendo come segue:

1°) per $n = 0$, avremo:

$$G_1(t) = \frac{1}{\sqrt{\Delta^2 - 1}} Fu(t) = \frac{1}{\Delta} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{1}{\Delta^2}}} Fu(t)$$

Sviluppando in serie l'ultima espressione si ha:

$$G_0(t) \frac{1}{\Delta}\left(1 - \frac{1}{\Delta^2}\right)^{-\frac{1}{2}} Fu(t) = \left[\frac{1}{\Delta} + \frac{1}{2\Delta^3} + \frac{3}{8\Delta^5} + \frac{15}{24\Delta^7} + \ldots\right] Fu(t)$$

Si riconosce facilmente la validità effettiva di questo sviluppo in serie in base alla regola n. 2 *a*) del Cap. XVI e si può scrivere anche:

$$G_0(t) = \left[1 + \frac{1}{2\Delta^2} + \frac{3}{8\Delta^4} + \frac{15}{24\Delta^6} + \ldots\right] 1(t)$$

essendo $F_u(t) = \Delta\, 1(t)$. Valutando termine a termine, si ha lo sviluppo seguente, che coincide con quello della funzione di Bessel non oscillante di ordine zero (10):

(94) $$G_0(t) = \left\{1 + \frac{t^2}{2^2} + \frac{t^4}{2^2 \cdot 4^2} + \frac{t^6}{2^2 \cdot 4^2 \cdot 6^2} + \ldots\right\} 1(t) = I_0(t) \cdot 1(t).$$

2°) per $n = 1$ si ha facilmente:

$$G_1(t) = \left[\frac{\Delta}{\sqrt{\Delta^2 - 1}} - 1\right] Fu(t) = \Delta\left\{\frac{1}{\sqrt{\Delta^2 - 1}} Fu(t) - 1(t)\right\}$$

$$= \Delta\left\{I_0(t) \cdot 1(t) - 1(t)\right\}$$

$$= I_0(t) \cdot \Delta\, 1(t) + [\Delta I_0(t)]\, 1(t) - \Delta\, 1(t)$$

$$= Fu(t) + \frac{d I_0(t)}{dt} 1(t) - Fu(t) \quad (11)$$

(95) $$G_1(t) = I_1(t) \cdot 1(t).$$

3°) per $n = 2$, possiamo verificare facilmente che:

(96) $$G_2(t) = I_2(t) \cdot 1(t)$$

come fanno sospettare le relazioni (94) e (95).

La nota relazione tra funzioni di Bessel:

(97) $$I_n(t) = 2\Delta I_{n-1}(t) - I_{n-2}(t) \quad (12)$$

(9) Si è moltiplicato e diviso per $(\Delta + \sqrt{\Delta^2 - 1})^n$.

(10) Vedi appendice *C*).

(11) Ricordiamo che $I_0(0) = 1$ e che $\frac{\partial I_0(t)}{\partial t} = I_1(t)$ funzione di Bessel non oscillante di ordine uno.

(12) Vedi appendice *C*).

permette di scrivere:

$$I_2(t) = 2\Delta I_1(t) . - I_0(t) . 1(t)$$

$$= \left[2\Delta\left(\frac{1}{\sqrt{\Delta^2-1}} - 1\right) - \frac{1}{\sqrt{\Delta^2-1}}\right] Fu(t)$$

$$= \frac{(\Delta - \sqrt{\Delta^2-1})^2}{\sqrt{\Delta^2-1}} Fu(t)$$

4⁰) Si può ora verificare che in generale:

$$(98) \qquad G_n(t) = \frac{(\Delta - \sqrt{\Delta^2-1})^n}{\sqrt{\Delta^2-1}} Fu(t) = I_n(t) . 1(t)$$

e ciò sostituendo nella relazione (97) alle funzioni di Bessel le loro espressioni simboliche.

Dalla formula (98) si ottiene ora facilmente la valutazione dell'operatore:

$$\frac{(\Delta - \sqrt{\Delta^2 - a^2})^n}{\sqrt{\Delta^2 - a^2}}$$

infatti, sostituendo nella (98) a Δ il valore Δ/a, si ha:

$$(99) \qquad G_n(at) = \frac{1}{a^{n-1}} \frac{(\Delta - \sqrt{\Delta^2 - a^2})^n}{\sqrt{\Delta^2 - a^2}} Fu(t) = I_n(at) \cdot 1(t)$$

Se ad a si sostituisce $j\alpha$ si ha facilmente l'altra formula notevole:

$$(100) \qquad \frac{1}{\alpha^{n-1}} \frac{(\Delta - \sqrt{\Delta^2 + \alpha^2})^n}{\sqrt{\Delta^2 + \alpha^2}} Fu(t) = J_n(\alpha t) . 1(t)$$

dove la $J_n(x)$ è la funzione di Bessel oscillante di ordine n.

A questo punto, il teorema di trasposizione, permette di ottenere dalla formula (99) la seguente:

$$(99') \qquad \frac{1}{a^{n-1}} \frac{[(\Delta + h) - \sqrt{(\Delta + h)^2 - a^2}]^n}{\sqrt{(\Delta + h)^2 - a^2}} Fu(t) = e^{-ht} I_n(at) . 1(t)$$

e dalla formula (100):

$$(100') \qquad \frac{1}{\alpha^{n-1}} \frac{[(\Delta + h) - \sqrt{(\Delta + h)^2 + \alpha^2}]^n}{\sqrt{(\Delta + h)^2 + \alpha^2}} Fu(t) = e^{-ht} J_n(\alpha t) . 1(t)$$

Partendo ora dalla formula (99'), si ottiene facilmente un'altra relazione molto importante e di grande utilità nello studio del comportamento dei filtri e delle linee artificiali. Se nella (99') si pone $a = h$, si ha facilmente:

$$e^{-at} I_n(at)\, 1(t) = \frac{1}{a^{n-1}} \frac{[\Delta + a - \sqrt{\Delta(\Delta + 2a)}]^n}{\sqrt{\Delta(\Delta + 2a)}} Fu(t)$$

osservando ora che

$$\Delta + a - \sqrt{\Delta(\Delta + 2a)} = \frac{1}{2}(\sqrt{\Delta + 2a} - \sqrt{\Delta})^2$$

ed effettuando la sostituzione, si ha:

$$e^{-at} I_n(at) . 1(t) = \frac{1}{2^n a^{n-1}} \frac{(\sqrt{+2a} - \sqrt{\Delta})^{2n}}{\sqrt{\Delta(\Delta + 2a)}} Fu(t)$$

$$(101) \qquad \frac{1}{2(2a)^{n-2}} \frac{1}{\sqrt{\Delta(\Delta + 2a)}\ (\sqrt{\Delta + 2a}\ \sqrt{\Delta})^{2n}} Fu(t) .$$

APPLICAZIONE DELLE FORMULE PRECEDENTI ALLE CATENE INFINITE DI CIRCUITI.

Sia da studiare il comportamento di una catena infinita di circuiti, come rappresentata in fig. 21, in regime transitorio ed in particolare, quando ai suoi morsetti di entrata, viene applicata un'onda rettangolare di tensione. Supporremo che gli elementi che costituiscono la catena in questione, siano tutti eguali tra di loro e costituiti da una rete di circuiti normali a costanti concentrate. In queste condizioni, estendendo al caso più generale le equazioni che caratterizzano l'ennesimo elemento o traduttore, avremo:

$$(102) \qquad \begin{cases} \mathcal{V}_{n+1}(t) = \mathcal{A}\mathcal{V}_n(t) + \mathcal{B}\mathcal{J}_n(t) \\ \mathcal{J}_{n+1}(t) = \mathcal{C}\mathcal{V}_n(t) + \mathcal{D}\mathcal{J}_n(t) \end{cases}$$

Nel caso frequente in cui il trasduttore è a stella, come rappresentato in fig. 16, con riferimento alle notazioni della figura, si hanno per le costanti, i seguenti valori:

$$(103) \qquad \begin{cases} \mathcal{A} = 1 + Z_a \mathcal{Y}_c\,; & \mathcal{B} = Z_a + Z_b + \mathcal{Y}_c Z_a Z_b \\ \mathcal{C} = \mathcal{Y}_c\,; & \mathcal{D} = 1 + \mathcal{Y}_c Z_b\ ;\ \mathcal{Y}_c = \dfrac{1}{Z_c} \end{cases}$$

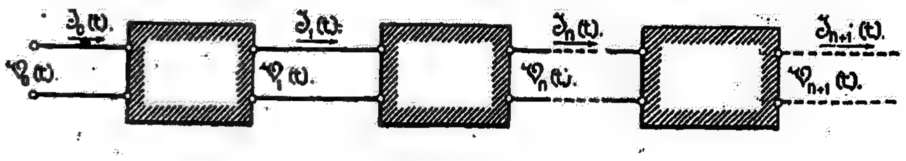


Fig. 21. — Catena di trasduttori.

Qualora il trasduttore fosse invece a triangolo, come rappresentato in fig. 17, si avrebbe:

$$(104) \qquad \begin{cases} \mathcal{A} = \dfrac{Z_c + Z_a}{Z_b}\,; & \mathcal{B} = Z_c \\ \mathcal{C} = \dfrac{Z_a + Z_b + Z_c}{Z_a Z_b}\,; & \mathcal{D} = \dfrac{Z_a + Z_c}{Z_a} \end{cases}$$

In ogni caso è:

$$(105) \qquad \mathcal{A}\mathcal{D} - \mathcal{B}\mathcal{C} = 1$$

Con riferimento alle precedenti notazioni, si ha che la tensione e la corrente in corrispondenza dell'ennesimo elemento risultano espresse rispettivamente da:

$$(106) \qquad \begin{cases} \mathcal{V}_n(t) = \Theta^n \mathcal{V}_0(t) \\ \mathcal{J}_n(t) = \mathcal{Y}_0 \Theta^n \mathcal{V}_0(t) \end{cases}$$

dove:

$$(107) \qquad \begin{cases} \Theta = \dfrac{2}{\mathcal{A} + \mathcal{D} + \sqrt{(\mathcal{A} + \mathcal{D})^2 - 4}} \\ \mathcal{Y}_0 = \dfrac{\mathcal{D} - \mathcal{A} + \sqrt{(\mathcal{A} + \mathcal{D})^2 - 4}}{2\mathcal{B}} \end{cases}$$

Riportiamo in nota la elegantissima dimostrazione che di queste relazioni ha dato il Giorgi [16] (13).

---

(13) Indicando con $\mathcal{Y}_0$ (funzione del simbolo Δ) l'ammettenza generalizzata della catena di circuiti o, come si suol dire, l'ammettenza caratteristica, si ha

$$\mathcal{J}_0(t) = \mathcal{Y}_0 \mathcal{V}_0(t)$$

ed analogamente

$$\mathcal{J}_1(t) = \mathcal{Y}_0 \mathcal{V}_1(t)$$

dato che la catena di continua all'infinito. Introducendo ora questi valori nel sistema (102), si ha

$$\begin{cases} \mathcal{V}_0(t) = \mathcal{A}\mathcal{V}_1(t) + \mathcal{B}\mathcal{Y}_0 \mathcal{V}_1(t) \\ \mathcal{Y}_0 \mathcal{V}_0(t) = \mathcal{C}\mathcal{V}_1(t) + \mathcal{D}\mathcal{Y}_0 \mathcal{V}_1(t) \end{cases}$$

ne scende

$$\mathcal{B}\mathcal{Y}_0^2 + (\mathcal{A} - \mathcal{D})\mathcal{Y}_0 - \mathcal{C} = 0$$

da cui immediatamente la seconda delle (107).

Le stesse equazioni, permettono di scrivere

$$\frac{\mathcal{V}_1(t)}{\mathcal{V}_0(t)} = \frac{\mathcal{J}_1(t)}{\mathcal{J}_0(t)} = \frac{\mathcal{V}_n(t)}{\mathcal{V}_{n-1}(t)} = \frac{\mathcal{J}_n(t)}{\mathcal{J}_{n-1}(t)} = \frac{\mathcal{Y}_0}{\mathcal{C} + \mathcal{D}\mathcal{Y}_0} = \Theta$$

da cui si ha immediatamente la prima equazione del sistema (167).

Si riconosce facilmente anche il fatto che quando la catena è costituita di trasduttori simmetrici, è; $\mathcal{A} = \mathcal{D}$ per cui

$$\mathcal{Y}_0 = \sqrt{\frac{\mathcal{C}}{\mathcal{B}}}\ ;\ \Theta = \frac{1}{\sqrt{1 + \mathcal{B}\mathcal{C}} + \sqrt{\mathcal{B}\mathcal{C}}}$$

Nel caso in cui si tratta di un trasduttore a stella, come in fig. 16, è:

$$(108)\qquad \mathcal{V}_o = \mathcal{V}_c \frac{Z_b - Z_a + \sqrt{(Z_a + Z_b)^2 + 4\, Z_c (Z_a + Z_b)}}{2\,(Z_a + Z_b + \mathcal{V}_c\, Z_a\, Z_b)}$$

$$(109)\qquad \Theta = \frac{2}{2 + \mathcal{V}_c (Z_a + Z_b) + \sqrt{4\, \mathcal{V}_c (Z_a + Z_b) + \mathcal{V}_c^2 (Z_a + Z_b)^2}}$$

dove

$$\mathcal{V}_c = \frac{1}{Z_c}.$$

Si voglia calcolare la corrente nell'elemento di ordine n. Si applica in questo caso la seconda formula del sistema (106), dove per $\mathcal{V}$ e Θ si introducono i valori forniti dalle formule (108) e (109) rispettivamente. In queste formule si debbono affettuare le sostituzioni seguenti:

$$Z_a = Z_b = r + L\,\Delta \quad ; \quad \mathcal{V}_c = \frac{1}{Z_c} = g + c\,\Delta$$

Si ottiene per tal maniera un'espressione della forma:

$$\mathcal{J}_n\ (t) = f\,(\Delta)\ \mathcal{V}_o\ (t)$$

dove l'operatore $f\,(\Delta)$ si interpreta direttamente mediante la for-

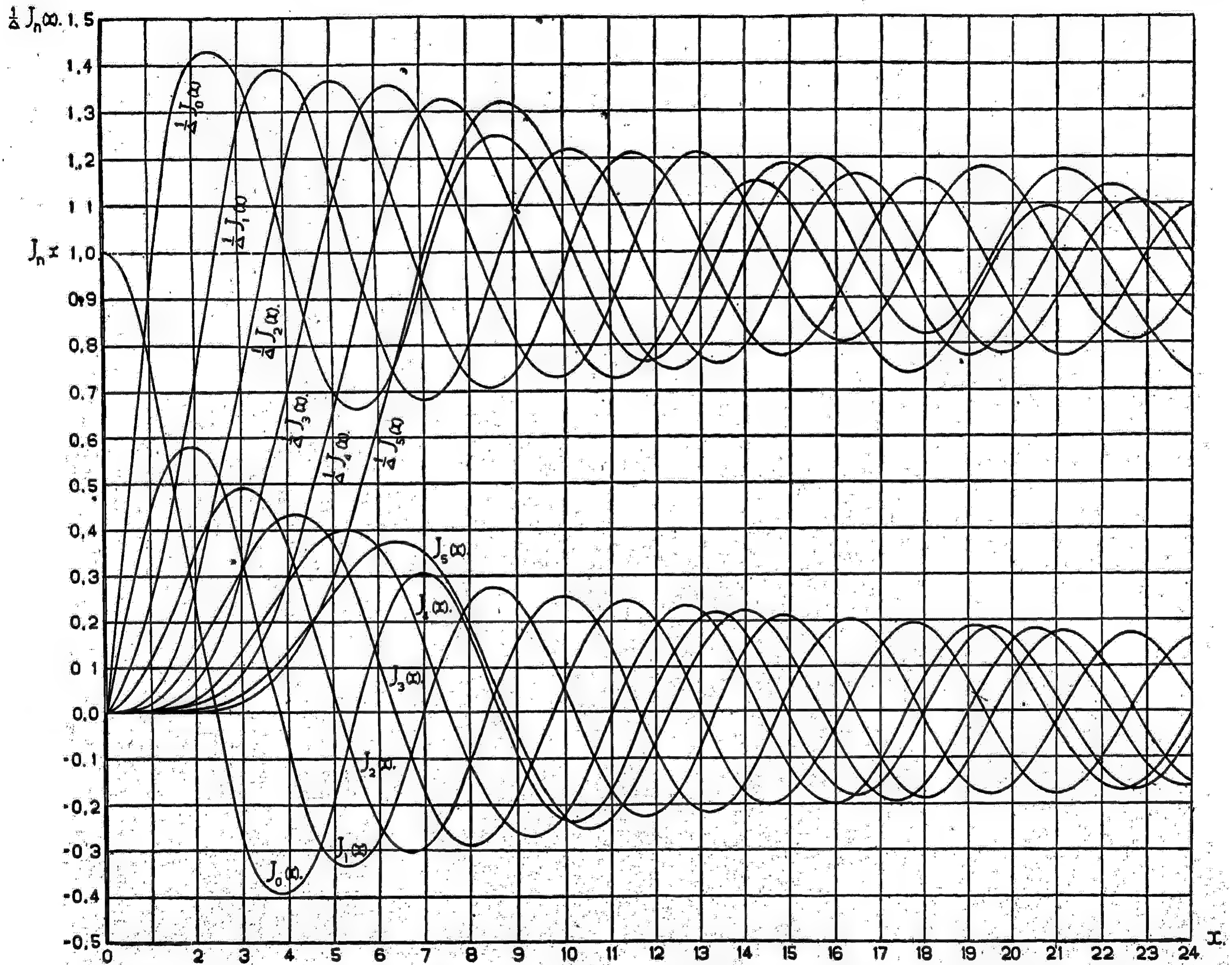


Fig. 22. — Rappresentazione grafica delle funzioni oscillanti di Bessel di ordine compreso tra 0 e 5, $J_n(x)$ e dei loro integrali $\int_0^\infty J_n(x)\,dx$.

APPLICAZIONI A CASI CONCRETI.

Mostriamo ora l'applicazione delle formule precedenti a due casi concreti molto importanti per le pratiche applicazioni.

1°) Si tratti di un filtro costituito da una catena infinita (o tale da poter essere considerata come infinita) di trasduttori a stella di cui le impedenze Z_a e Z_b sono eguali e costituite da una resistenza r ed una induttanza L, mentre l'ammettenza $\mathcal{V}_c$ $(= 1/Z_c)$ è costituita da una capacità c in parallelo con una conduttanza g. Le grandezze r, L, c, g soddisfino alla relazione:

$$\frac{r}{L} = \frac{g}{c}$$

si avrebbe così in un certo senso la riproduzione di una linea senza distorsione.

mula (100'). Per $\mathcal{V}_0\ (t) = F_u\ (t)$ si ha:

$$(110)\qquad G\,(t) = \frac{2}{L}\, e^{-\alpha t} J_{2n}\,(\beta\, t)\ .\ 1\,(t)$$

dove

$$\alpha = \frac{r}{L} = \frac{g}{c} \quad ; \quad \beta = \frac{1}{\sqrt{L\,c}}$$

Per $\mathcal{V}_0\ (t) = 1\,(t)$, si avrebbe:

$$(111)\qquad H\,(t) = \frac{2}{L} \int_0^t e^{-\alpha t}\, J_{2n}\,(\beta t)\ .\ 1\,(t)$$

Allo scopo di facilitare i calcoli abbiamo riportato sulla fig. 22 le funzioni $J_n(x)$ e $\int_0^\infty J_n\ (x)\ d\,x$ per n compreso tra 0 e 5.

2°) Si trati di calcolare la corrente nell'ennesimo trasduttore di una catena di elementi a stella simmetrici, di cui le impedenze $\mathcal{Z}_a$ e $\mathcal{Z}_b$ sono costituite da una resistenza r e l'ammettenza $\mathcal{Y}_c$, da una capacità c.

Procedendo in modo del tutto identico a quanto è stato fatto precedentemente, si ottiene in questo caso, intepretando la $f(\Delta)$ mediante la formula (101) e per $\mathcal{V}_0(t) = 1(t)$:

$$\mathcal{I}_n(t) = \frac{2}{r} e^{-\gamma t} I_n(\gamma t) \cdot 1(t) \tag{112}$$

dove:

$$\text{dove} \quad \gamma = \frac{2}{rc}.$$

risulti convergente l'integrale:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{t} \mathcal{V}(t)\, dt \tag{II}$$

Quando questa condizione non è soddisfatta, alla $\mathcal{V}(t)$, si sostituisce un'altra funzione che, per t finito, si mantenga eguale alla $\mathcal{V}(t)$ nell'intervallo $-\infty \div t$ e sia identicamente nulla nell'intervallo $t \div +\infty$.

Applicando questi concetti allo sviluppo in integrale di Fourier della funzione $1(t)$, avremo:

$$\varphi(w) = \frac{1}{2\pi j} \int_0^{t-w\tau} e^{w\tau} d\tau = \frac{1}{2\pi j w}(1 - e^{-wt})$$

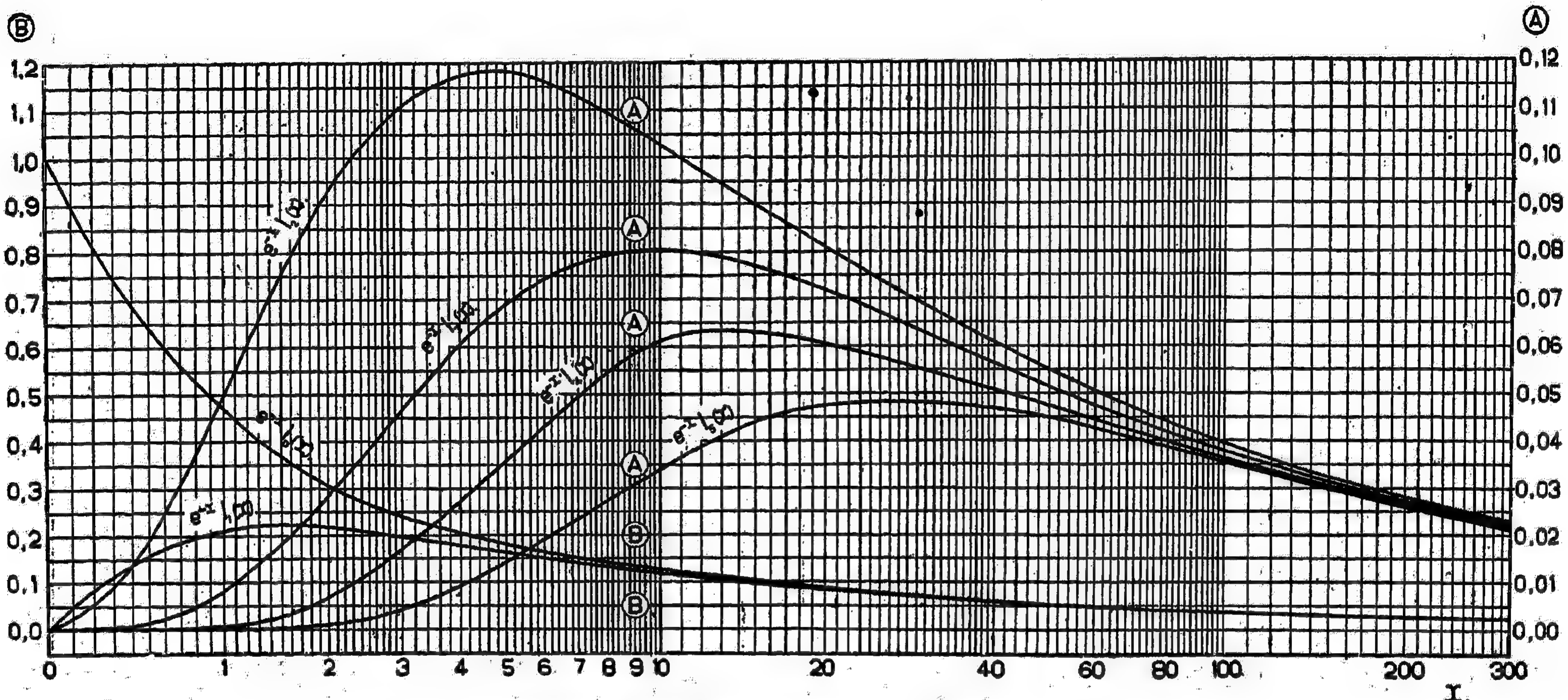


Fig. 23. — Rappresentazione grafica delle funzioni $e^{-x} I_n(x)$ per n compreso tra 0 e 5.

In fig. 23 è riportato il grafico della funzione $e^{-x} I_x(x)$, per n compreso tra 0 e 5. Questo grafico rende immediata la determinazione della (112).

Molti altri esempi di catene di circuiti potrebbero essere citati, ma non possiamo farlo per non uscire dai limiti imposti al presente scritto. Rimandiamo comunque il lettore che si interessa dell'argomento alle memorie di Carson e Zobel [6], nonchè a quelle del Federici [17].

Terminiamo il nostro lavoro con una tabella nella quale sono elencati gli operatori studiati nella seconda parte, insieme alle loro funzioni generatrice e caratteristica: in fondo abbiamo aggiunto anche qualche operatore del quale non si è data la valutazione nel testo, ma il lettore la troverà senza difficoltà.

APPENDICE ALLA PARTE SECONDA.

A) *Sviluppo di una funzione in integrale di Fourier.*

Sotto alcune condizioni, che sono tutte soddisfatte dalle funzioni fisiche della variabile tempo che esprimono analiticamente la causa o l'effetto di un determinato fenomeno, una funzione $\mathcal{V}(t)$ della variabile t (tempo) può essere sviluppata in integrale di esponenziali sotto la forma seguente:

$$\mathcal{V}(t) = \int_{-j\infty}^{+j\infty} \varphi(w)\, e^{wt}\, dw \tag{I}$$

dove:

$$\varphi(w) = \frac{1}{2\pi j} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-w\tau}\, \mathcal{V}(\tau)\, d\tau$$

Questo modo di esprimere una funzione è stato trovato da Fourier a proposito di alcune sue ricerche analitiche sulla propagazione del calore.

Una delle condizioni alle quali deve soddisfare $\mathcal{V}(t)$ è quella che

ne segue:

$$1(t) = \frac{1}{2\pi j} \left\{ \int_{-j\infty}^{+j\infty} \frac{1}{w} e^{wt}\, dw + \int_{+j\infty}^{-j\infty} \frac{dw}{w} \right\}$$

il secondo integrale si calcola come segue:

$$\int_{-j\infty}^{+j\infty} \frac{dw}{w} = [\lg w]_{-j\infty}^{+j\infty} = \lim_{w \to \infty} \left\{ \lg \frac{jw}{-jw} \right\}$$

$$= \lg(-1) = j\pi; \quad \text{infatti} \quad e^{j\pi} = -1$$

ne segue infine:

$$1(t) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{+j\infty} \frac{1}{w} e^{wt}\, dw \tag{III) (for. 20}$$

Si passa facilmente alla formula (19) osservando che:

$$\int_{-j\infty}^{+j\infty} \frac{1}{w} e^{wt}\, dw = \int_0^{+j\infty} \frac{1}{w} e^{wt}\, dw - \int_0^{-j\infty} \frac{1}{w} e^{wt}\, dw$$

$$= \int_0^{\infty} \frac{1}{w} e^{jwt}\, dv - \int_0^{\infty} \frac{1}{w} e^{jwt}\, dw$$

TAVOLA RIASSUNTIVA DELLE PRINCIPALI FORMULE DI FUNZIONI IRRAZIONALI DEL SIMBOLO Δ.

OPERATORE	FUNZIONE GENERATRICE	FUNZIONE CARATTERISTICA
$\sqrt{\Delta}$	$\frac{1}{2t\sqrt{\pi t}}\cdot 1(t)$ infinita per $t = 0$	$\frac{1}{\sqrt{\pi t}}\cdot 1(t)$
$\frac{1}{\sqrt{\Delta}}$	$\frac{1}{\sqrt{\pi t}}\cdot 1(t)$	$2\sqrt{\frac{t}{\pi}}\cdot 1(t)$
$\Delta^{-\left(n+\frac{1}{2}\right)}$	$\frac{2^{n-1}t^{n-1}}{1\cdot 3\cdot 5\ldots(2n-1)}\sqrt{\frac{t}{\pi}}\cdot 1(t)$	$\frac{2^{n-1}t^{n}}{1\cdot 3\cdot 5\ldots(2n+1)}\sqrt{\frac{t}{\pi}}\cdot 1(t)$
$\Delta^{\left(n+\frac{1}{2}\right)}$	impulsiva per $t = 0$	$\frac{1\cdot 3\cdot 5\ldots(2n-1)}{(-2)^{n}t^{n}}\frac{1}{\sqrt{\pi t}}\cdot 1(t)$ impulsiva per $t = 0$
$\sqrt{\frac{a\Delta+b}{c}}$	impulsiva per $t = 0$	$\sqrt{\frac{b}{\pi c}}\left\{\frac{a}{b}e^{-\frac{b}{a}t} + \sqrt{\pi}\,\mathrm{erf}\left(\frac{a}{b}t\right)\right\}\cdot 1(t)$
$\sqrt{\frac{b+\Delta}{a+\Delta}}$	$\alpha e^{-\beta t}\left\{I_1(\alpha t) - I_0(\alpha t)\right\}\cdot 1(t) + \mathrm{Fu}(t)$ $\alpha = \frac{1}{2}(a-b)\,;\ \beta = \frac{1}{2}(a+b)$	$e^{-\beta t}I_0(\alpha t)\cdot 1(t) +$ $+\, b\cdot 1(t)\int_0^t e^{-\beta t}I_0(\alpha t)\,dt$
$\sqrt{\frac{\Delta}{a+\Delta}}$	$\alpha e^{-\alpha t}\left\{I_1(\alpha t) - I_0(\alpha t)\right\}\cdot 1(t) + \mathrm{Fu}(t)$ $\alpha = \frac{1}{2}a$	$e^{-\alpha t}I_0(\alpha t)\cdot 1(t)$
$e^{-2\sqrt{k\Delta}}$	$\sqrt{\frac{k}{\pi}}\frac{e^{-\frac{k}{t}}}{t\sqrt{t}}\cdot 1(t)$	$\mathrm{coerf}\left(\sqrt{\frac{k}{t}}\right)\cdot 1(t)$
$e^{-2\sqrt{k(\Delta+\alpha)}}$	$\sqrt{\frac{k}{\pi}}\cdot\frac{e^{-\left(\frac{k}{t}+\alpha t\right)}}{t\sqrt{t}}\cdot 1(t)$	$\frac{1}{2}\left\{e^{2\sqrt{\alpha k}}\,\mathrm{coerf}\left(\sqrt{\frac{k}{t}}+\sqrt{\alpha t}\right)+\right.$ $\left.+\,e^{-2\sqrt{\alpha k}}\,\mathrm{coerf}\left(\sqrt{\frac{k}{t}}-\sqrt{\alpha t}\right)\right\}\cdot 1(t)$
$\frac{e^{-2\sqrt{k(\Delta+\alpha)}}}{\sqrt{k(\Delta+\alpha)}}$	$\frac{1}{\sqrt{k\pi}}\cdot\frac{e^{-\left(\frac{k}{t}+\alpha t\right)}}{\sqrt{t}}\cdot 1(t)$	$\frac{1}{2\sqrt{\alpha k}}\left\{e^{-\sqrt{\alpha k}}\,\mathrm{coerf}\left(\sqrt{\frac{k}{t}}-\sqrt{\alpha t}\right)+\right.$ $\left.e^{\sqrt{\alpha k}}\,\mathrm{coerf}\left(\sqrt{\frac{k}{t}}+\sqrt{\alpha t}\right)\right\}\cdot 1(t)$
$\sqrt{k(\Delta+\alpha)}\,e^{-2\sqrt{k(\Delta+\alpha)}}$	impulsiva per $t = 0$	$k\left\{\alpha H(t) + G(t)\right\}$ dove $H(t)$ e $G(t)$ sono le funzioni generatrici e caratt. dell' ultimo operatore.
$\frac{e^{-k\sqrt{\Delta^2-\alpha^2}}}{\sqrt{\Delta^2-\alpha^2}}$	$I_0\left(\alpha\sqrt{t^2-k^2}\right)\cdot 1(t-k)$	$1(t-k)\int_k^t I_0\left(\alpha\sqrt{t^2-k^2}\right)dt$

OPERATORE	FUNZIONE GENERATRICE	FUNZIONE CARATTERISTICA
$e^{-k\sqrt{\Delta^2-\alpha^2}}$	$\mathrm{Fu}\,(t-k)+\alpha\,k\,\frac{I_1(\alpha\sqrt{t^2-k^2})}{\sqrt{t^2-k^2}}\,.\,1\,(t-k)$	$1\,(t-k)+\alpha\,k\,.\,1\,(t-k)\,.\int_k^t\frac{I_1(\alpha\sqrt{t^2-k^2})}{\sqrt{t^2-k^2}}\,dt$
$\frac{e^{-k\sqrt{(\Delta+\beta)^2-\alpha^2}}}{\sqrt{(\Delta+\beta)^2-\alpha^2}}$	$e^{-\beta t}\,I_0\,(\alpha\sqrt{t^2-k^2})\,.\,1\,(t-k)$	$1\,(t-k)\int_k^t e^{-\beta t}\,I_0\,(\alpha\sqrt{t^2-k^2})\,dt$
$e^{-k\sqrt{(\Delta+\beta)^2-\alpha^2}}$	$e^{-\beta k}\,\mathrm{Fu}\,(t-k)+$ $\alpha\,k\,e^{-\beta t}\,\frac{I_1(\alpha\sqrt{t^2-k^2})}{\sqrt{t^2-k^2}}\,.\,1\,(t-k)$	$e^{-\beta t}\,1\,(t-k)+\alpha\,k\,1\,(t-k)\,.$ $\int_k^t e^{-\beta t}\,\frac{I_1(\alpha\sqrt{t^2-k^2})}{\sqrt{t^2-k^2}}\,dt$
$\frac{(\Delta-\sqrt{\Delta^2-1})^n}{\sqrt{\Delta^2-1}}$	$I_n\,(t)\,.\,1\,(t)$	$1\,(t)\,.\int_0^t I_n\,(t)\,.\,dt$
$\frac{(\Delta\sqrt{\Delta^2-a^2})^n}{a^{n-1}\sqrt{\Delta^2-a^2}}$	$I_n\,(a\,t)\,.\,1\,(t)$	$1\,(t)\,.\int_0^t I_n\,(a\,t)\,dt$
$\frac{[(\Delta+h)-\sqrt{(\Delta+h)^2-a^2}]^n}{a^{n-1}\sqrt{(\Delta+h)^2-a^2}}$	$e^{-ht}\,I_n\,(a\,t)\,.\,1\,(t)$	$1\,(t)\,.\int_0^t e^{-ht}\,I_n\,(a\,t)\,.\,dt$
$\frac{(\Delta-\sqrt{\Delta^2+1})^n}{\sqrt{\Delta^2+1}}$	$J_n\,(t)\,.\,1\,(t)$	$1\,(t)\,.\int_0^t J_n\,(t)\,.\,dt$
$\frac{(\Delta-\sqrt{\Delta^2+\alpha^2})^n}{\alpha^{n-1}\sqrt{\Delta^2+\alpha^2}}$	$J_n\,(\alpha\,t)\,.\,1\,(t)$	$1\,(t)\,.\int_0^t J_n\,(\alpha\,t)\,.\,dt$
$\frac{[(\Delta+h)-\sqrt{(\Delta+h)^2+\alpha^2}]^n}{\alpha^{n-1}\sqrt{(\Delta+h)^2+\alpha^2}}$	$e^{-ht}\,J_n\,(\alpha\,t)\,.\,1\,(t)$	$1\,(t)\,.\int_0^t J_n\,(\alpha\,t)\,.\,dt$
$\frac{\sqrt{\Delta+2\alpha}}{\sqrt{\Delta}+\sqrt{\Delta+2\alpha}}$	$\frac{1}{2}\,\mathrm{Fu}\,(t)+\frac{1}{2t}\,e^{-\alpha t}\,I_1\,(\alpha\,t)\,.\,1\,(t)$	$1-\frac{1}{2}\,e^{-\alpha t}\,[I_0\,(\alpha\,t)+I_1\,(\alpha\,t)]\,1\,(t)$
$\frac{e^{-k\sqrt{\Delta}}}{1+\sqrt{\Delta/\alpha}}$	$\sqrt{\frac{\alpha}{\pi t}}\;e^{-\frac{k^2}{4t}}\,1\,(t)-\alpha\,e^{k\sqrt{\alpha}+\alpha t}+$ $+\,\mathrm{coerf}\left(\frac{k}{2\sqrt{t}}+\sqrt{\alpha t}\right)1\,(t)$	$\mathrm{coerf}\,\frac{k}{2\sqrt{t}}\,.\,1\,(t)-e^{k\sqrt{\alpha}+\alpha t}+$ $+\,\mathrm{coerf}\left(\frac{k}{2\sqrt{t}}+\sqrt{\alpha t}\right).\,1\,(t)$
$\frac{k_1\sqrt{\Delta}\;e^{-k\sqrt{\Delta}}}{1+\sqrt{\Delta/\alpha}}$	$k_1\left(\frac{k}{2t}-\sqrt{\alpha}\right)\sqrt{\frac{\alpha}{\pi t}}\;e^{-\frac{k^2}{4t}}.\,1\,(t)$ $+\,k_1\sqrt{\alpha^3}\,e^{k\sqrt{\alpha}+\alpha t}+$ $+\,\mathrm{coerf}\left(\frac{k}{2\sqrt{t}}+\sqrt{\alpha t}\right).\,1\,(t)$	$k_1\sqrt{\alpha}\;e^{k\sqrt{\alpha}+\alpha t}+$ $+\,\mathrm{coerf}\left(\frac{k}{2\sqrt{t}}+\sqrt{\alpha t}\right).\,1\,(t)$
$\frac{k_1\sqrt{\Delta}}{1+\sqrt{\Delta/\alpha}}$	$k_1\sqrt{\alpha}\left[\mathrm{Fu}\,(t)-\sqrt{\frac{\alpha}{\pi t}}+\right.$ $\left.+\,\alpha\,e^{\alpha t}\,\mathrm{coerf}\,\sqrt{\alpha t}\right]1\,(t)$	$k_1\sqrt{\alpha}\;e^{\alpha t}\,\mathrm{coerf}\,\sqrt{\alpha t}\,.\,1\,(t)$

OPERATORE	FUNZIONE GENERATRICE	FUNZIONE CARATTERISTICA
$\dfrac{\Delta e^{-k\sqrt{\Delta}}}{1+\sqrt{\Delta/\alpha}}$	$\dfrac{1}{4}\sqrt{\dfrac{\alpha}{\pi t^5}}(k^2-2kt\sqrt{\alpha}-2t+4\alpha t^2)$ $e^{-\frac{k^2}{4t}}\,.\,1(t)-$ $\alpha^2 e^{k\sqrt{\alpha}-\alpha t}\,\text{coerf}\left(\dfrac{k}{2\sqrt{t}}+\sqrt{\alpha t}\right).\,1(t)$	$\sqrt{\dfrac{\alpha}{\pi t}}e^{-\frac{k^2}{4t}}\,.\,1(t)$ $-\alpha e^{k\sqrt{\alpha}-\alpha t}\,.$ $\text{coerf}\left(\dfrac{k}{2\sqrt{t}}+\sqrt{\alpha t}\right).\,1(t).$
$\dfrac{\Delta}{1+\sqrt{\Delta/\alpha}}$	$-\alpha\,\text{Fu}(t)+\left(\alpha-\dfrac{1}{2t}\right)\sqrt{\dfrac{\alpha}{\pi t}}\,.\,1(t)$ $-\alpha^2 e^{\alpha t}\,\text{coerf}\sqrt{\alpha t}\,.\,1(t)$	$\left[\sqrt{\dfrac{\alpha}{\pi t}}-\alpha e^{\alpha t}\,\text{coerf}\sqrt{\alpha t}\right]1(t)$

NOTA. — Alcune delle ultime formole sono tratte dall'ottima monografia di Campbell e Foster che raccomandiamo al lettore.

$$=\int_0^\infty \frac{1}{w}(e^{jwt}-e^{-jwt})\,dw$$

$$=\int_0^\infty \frac{1}{w}\sin wt\,dw\,.$$

Per uno sviluppo completo sulla valutazione degli operatori mediante l'uso degli integrali di Fourier rimandiamo alla memoria del Giorgi citata in Bibl. [2].

B) *Integrale di Poisson ed integrali Euleriani.*

Viene riportato sotto il nome di integrale di Poisson, l'integrale definito:

(IV) $$P=\int_0^\infty e^{-x^2}dx=\frac{1}{2}\sqrt{\pi}$$

L'indentità (IV) può essere dimostrata come segue: Se si cambia x con αx nella (IV), si ha:

(V) $$P=\int_0^\infty e^{-\alpha^2x^2}.\,\alpha\,dx$$

moltiplicando ambo i membri della (V) per $e^{-\alpha^2}\,d\alpha$ ed integrando tra $\alpha=0$ ed $\alpha=\infty$, si ha:

$$P.\int_0^\infty e^{-\alpha^2}d\alpha=\int_0^\infty e^{-\alpha^2}d\alpha\int_0^\infty e^{-\alpha^2x^2}\alpha\,dx$$

e quindi:

$$P^2=\int_0^\infty d\alpha\int_0^\infty e^{-(1+x^2)\alpha^2}\alpha\,dx$$

ed invertendo l'ordine delle integrazioni:

$$P=\int_0^\infty dx\int_0^\infty e^{-(1+x^2)\alpha^2}\alpha\,d\alpha$$

$$=\int_0^\infty dx\left[-\frac{e^{-(1+x^2)\alpha^2}}{2(1+x^2)}\right]_{\alpha=0}^{\alpha=\infty}=\int_0^\infty\frac{dx}{2(1+x^2)}$$

$$=\frac{1}{2}\Big[\text{arc tg}\,x\Big]_0^\infty=\frac{\pi}{4}$$

da cui la (IV).

Sviluppi in serie. — Ponendo:

(VI) $$\text{erf}(x)=\int_0^x e^{-x^2}dx\,;\quad \text{coerf}(x)=\int_x^\infty e^{-x^2}dx\,,$$

è facile ottenere i seguenti sviluppi:

a) per piccoli valori di x ($x<1$) è valida la serie:

(VII) $$\text{erf}(x)=x-\frac{x^3}{1.3}+\frac{x^5}{1.2.5}-\frac{x^7}{1.2.3.7}$$

(VIII) $$\text{e coerf}(x)=\frac{1}{2}\sqrt{\pi}-P_1(x)$$

b) per grandi valori di x ($x>1$) è valida la serie asintotica:

(IX) $$\text{coerf}(x)=\frac{e^{-x^2}}{2x}\left\{1-\frac{1}{2x^2}+\frac{1.2}{(2x^2)^2}-\frac{1.3.5}{(2x^2)^3}+\ldots\ldots\right\}$$

(X) $$\text{erf}(x)=\frac{1}{2}\sqrt{\pi}-P_2(x)$$

per grandi valori di x, si usa con profitto anche lo sviluppo in frazione continua:

$$\text{coerf}(x)=\cfrac{e^{-x^2}}{2x+\cfrac{2}{2x+\cfrac{2}{2x+\cfrac{2}{2x+\ldots}}}}$$

le denominazioni erf (x) e coerf (x) provengono dal nome che è stato attribuito alle due citate funzioni e cioè *erroris functio e compl. erroris functio*, e ciò in ragione delle notevoli applicazioni che queste funzioni trovano nella teoria degli errori.

Dimostriamo ora che:

(XI) $$2\int_0^x e^{-\left(x^2+\frac{a^2}{x^2}\right)}dx=e^{2a}\,\text{erf}\left(x+\frac{a}{x}\right)+e^{-2a}\,\text{erf}\left(x-\frac{a}{x}\right)$$

La dimostrazione è semplice, basta infatti porre l'integrale a primo membro sotto la forma:

$$e^{2a}\int_0^x e^{-\left(x+\frac{a}{x}\right)^2}\left(1-\frac{a}{x^2}\right)dx+e^{-2a}\int_0^x e^{-\left(x-\frac{a}{x}\right)^2}\left(1+\frac{a}{x^2}\right)dx$$

e ciò è lecito perchè:

$$\int_0^x e^{-\left(x^2+\frac{a^2}{x^2}\right)}dx=e^{2a}\int_0^x e^{-\left(x+\frac{a}{x}\right)^2}dx=e^{-2a}\int_0^x e^{-\left(x-\frac{a}{x}\right)^2}dx$$

analogamente si ha:

(XII) $$2\int_x^\infty e^{\left(x^2+\frac{a^2}{x^2}\right)}dx=e^{2a}\,\text{coerf}\left(x+\frac{a}{x}\right)+e^{-2a}\,\text{coerf}\left(x-\frac{a}{x}\right)$$

Integrali Euleriani. — Viene designato con $\Gamma(n)$ e citato sotto il nome di *integrale euleriano di seconda specie* ovvero di *funzione gamma*, l'integrale:

(XIII) $$\Gamma(n) = \int_0^\infty e^{-x} x^{n-1} \, dx$$

1°) si dimostra facilmente che per n intero è:

(XIV) $$\Gamma(n) = (n-1)!$$

2°) per $n = 1/2$ si ha:

$$\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \int_0^\infty \frac{e^{-x}}{\sqrt{x}} \, dx$$

effettuando la sostituzione $x = z^2$ si trova:

(XV) $$\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = 2\int_0^\infty e^{-z^2} \, dz = \sqrt{\pi}$$

(vedi formula (IV) dell'Appendice).

3°) per n non intero, la formula (XIV) sussiste sempre per i valori positivi di n. Posto $n = n_1 + \eta$, dove η è un numero compreso tra zero ed 1, si ha:

$$\Gamma(n_1 + \eta) = (n_1 + \eta - 1)\,\Gamma(n_1 + \eta - 1)$$

$$\Gamma(n_1 + \eta - 1) = (n_1 + \eta - 2)\,\Gamma(n_1 + \eta - 2) \; \ldots\ldots \text{ ecc.}$$

infine sarà:

(XVI) $$\Gamma(n_1 + \eta) = (n_1 + \eta - 1)(n_1 + \eta - 2) \ldots (1 + \eta) \,.\, \eta \, \Gamma(\eta)$$

Applicando la (XVI) si ottiene per $\eta = 1/2$:

(XVII) $$\Gamma\left(n + \frac{1}{2}\right) = \left(n - \frac{1}{2}\right)\left(n - \frac{3}{2}\right) \ldots\ldots \frac{3}{2} \,.\, \frac{1}{2} \,.\, \sqrt{\pi}$$

Sviluppo di una potenza in integrale di esponenziali. — Se nella formula (XIII), ad x si sostituisce il valore $a\,x$, si ha:

(XVIII) $$a^{-n} = \frac{1}{\Gamma(n)} \int_0^\infty x^{n-1} e^{-ax} \, dx$$

Di questa formula abbiamo fatto uso frequentemente nel testo.

C) *Funzioni di Bessel.*

Vengono denominate funzioni di Bessel o anche funzioni cilindriche, quelle definite dalle serie seguenti:

1°) Funzione di Bessel oscillante di ordine n:

(XIX) $$J_n(x) = \frac{x^n}{2^n \,.\, n!}\left\{1 - \frac{x^2}{2(2n+2)} + \frac{x^4}{2 \,.\, 3 \,.\, (2n+2)(2n+4)} - \frac{x^6}{2 \,.\, 4 \,.\, 6(2n+2)(2n+4)(2n+6)} + \ldots\ldots\right\}$$

2°) Funzione di Bessel non oscillante di ordine n:

(XX) $$I_n(x) = \frac{x^n}{2^n \,.\, n!}\left\{1 + \frac{x^2}{2(2n+2)} + \frac{x^4}{2 \,.\, 4(2n+2)(2n+4)} + \frac{x^6}{2 \,.\, 4 \,.\, 6(2n+2)(2n+4)(2n+6)} + \ldots\right\}$$

Fra le funzioni oscillanti di Bessel e quelle non oscillanti, esiste la seguente relazione:

(XXI) $$I_n(x) = (-i)^n J_n(i\,x)$$

Questa relazione si deduce facilmente dalle formule (XIX) e (XX). Le serie riportate permettono di calcolare le funzioni di Bessel $J_n(x)$ e $I_n(x)$ per valori di x minori di n. Per valori di x maggiori di n, valgono gli sviluppi asintotici seguenti:

(XXII) $$J_n(x) = \sqrt{\frac{2}{x\pi}}\left\{A_n(x) \,.\, \cos\left(x - \frac{2n+1}{4}\pi\right) - B_n(x) \,.\, \sin\left(x - \frac{2n+1}{4}\pi\right)\right\}$$

in cui:

$$A_n(x) = 1 - \frac{(4n^2-1)(4n^2-9)}{2!\,(8x)^2} + \frac{(4n^2-1)(4n^2-9)(4n^2-25)(4n^2-49)}{4!\,(8x)^4} \ldots\ldots$$

$$B_n(x) = \frac{4n^2-1}{8x} - \frac{(4n^2-1)(4n^2-9)(4n^2-25)}{3!\,(8x)^3} + \ldots\ldots$$

(XXIII) $$I_n(x) = \frac{e^x}{\sqrt{2\pi x}}\left\{1 - \frac{4n^2-1}{1!\,(8x)} + \frac{(4n^2-1)(4n^2-9)}{2!\,(8x)^2} - \ldots\ldots\right\}$$

Le funzioni di Bessel possono essere anche definite mediante integrali definiti, sotto le forme seguenti:

$$J_n(x) = \frac{j^{-n}}{2\pi}\int_0^{2\pi} e^{j(x\cos\varphi + n\varphi)} \, d\varphi$$

(XXIV) $$= \frac{j^{-n}}{\pi}\int_0^{\pi} e^{jx\cos\varphi} \cos n\varphi \, d\varphi$$

o anche:

(XXV) $$I_n(x) = \frac{x^n}{2^n\sqrt{\pi}\,\Gamma\left(n + \frac{1}{2}\right)}\int_0^1 \cosh(x\sqrt{u}) \,.\, (1-u)^{n-\frac{1}{2}} \frac{du}{\sqrt{u}}$$

ed in particolare:

(XXVI) $$I_0(x) = \frac{1}{\pi}\int_0^1 \frac{e^{-x(2u-1)}}{\sqrt{u(1-u)}} \, du$$

Il passaggio dalle funzioni oscillanti a quelle non oscillanti, si fa sempre per mezzo della (XX).

Si passa inoltre facilmente da una rappresentazione integrale all'altra per cambiamento di variabili e dagli integrali si può passare agli sviluppi in serie, il lettore troverà questi sviluppi, del resto non difficili nei trattati speciali.

Per quello che interessa le applicazioni, è utile notare che quando n aumenta indefinitamente, $I_n(x)$ tende al valore dato da:

(XXVII) $$[I_n(x)]_{n \to \infty} \cong \frac{e^x}{\sqrt{2\pi x}}$$

mentre:

(XXVIII) $$[J_n(x)]_{n \to \infty} \cong \sqrt{\frac{2}{\pi x}} \cos\left(x - \frac{2n+1}{4}\pi\right)$$

In ogni caso i caratteri delle funzioni di Bessel sono rivelati dalle rappresentazioni grafiche date nel testo.

Per qualunque valore di n si ha:

(XXIX) $$\int_0^\infty J_n(x) \, dx = 1$$

Fra funzioni di Bessel di ordini diversi, esistono le relazioni seguenti:

(XXX) $$I_1(x) = \Delta I_0(x)\,; \qquad \Delta = \frac{d}{dx}$$

Si ha inoltre:

(XXXI) $$I_n(x) = 2\,\Delta I_{n-1}(x) - I_{n-2}(x)$$

la quale definisce la derivata della $I_{n-1}(x)$ in funzione delle $i_n(x)$ ed $I_{n-2}(x)$.

(XXXII) $$\Delta \frac{I_{n-1}(x)}{x^{n-1}} = \frac{I_n(x)}{x^{n-1}}$$

(XXXIII) $$I_{n-1}(x) = \Delta I_n(x) + \frac{n}{x} I_n(x)$$

Le ultime quattro relazioni si dimostrano facilmente sviluppando in serie primo e secondo membro di ciascuna di esse.

Per un studio più approfondito delle funzioni di Bessel, consigliamo il trattato di A. Gray e G. B. Mathews [14].

BIBLIOGRAFIA

La presente bibliografia, ha il solo scopo di indicare al lettore, le opere citate nel corso del presente lavoro e quelle che più da vicino toccano gli argomenti trattati: essa non ha quindi la pretesa di costituire un elenco completo ed ordinato degli scritti che trattano del calcolo operatorio.

[1] HEAVISIDE (Oliver). - Electromagnetic Theory. Vol. I, II, III. - Ed. Benn Brothers - Limited London (8 Bouverie S. T., E. C. 4).

[2] GIORGI (Giovanni). - Il metodo simbolico nello studio delle correnti variabili. « Atti dell'Ass. Elettr. Ital. ». Vol. VIII, anno 1904, pp. 65-141.

[3] GIORGI (Giovanni). - Sul calcolo delle soluzioni funzionali originate dai problemi di elettrodinamica. « Atti dell'Ass. Elettr. Ital. ». Vol. IX, anno 1905, pp. 651-699.

[4] GIORGI (Giovanni). - On the functional dependence of physical variables. « Proceedings of the International Mathematical Congress of 1924 in Toronto ». Vol. II.

[5] BERG (Ernst Julius). - Heaviside's Operational Calculus. - Ed. Mc. Graw-Hill Book Company - New York, 1929.

[6] CARSON (John R.). - Electric Circuit Theory and the Operational Calculus. - Ed. Mc. Graw-Hill Book Company - New York, 1926.

Si veda anche CARSON (J. R.) e ZOBEL (O. J.): Transient oscillations in electric wave filters. - « The Bell System Technical Journal », giugno 1923.

[7] BUSH (Vannevar). - Operational Circuit Analysis. - Ed. John Wiley and Son. Inc., 1929.

[8] WIENER (Norinder). - The operational calculus. « Mathematische Annalen ». 95 Bd., 1926, pp. 557-584.

[9] CAMPBELL (George A.) and FOSTER (Ronald M.). - Fourier integrals for pratical applications. « Bell Telephone System Technical Publications ». - Monograph B-584, settembre 1931 ed anche Bell System Technical Journal, ottobre 1928.

[10] GIORGI (Giovanni). - Sugli integrali dell'equazione di propagazione in una dimensione. « Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo », tomo LII, anno 1928, pp. 265-312.

[11] SBRANA (Francesco). - Sui problemi di propagazione in una dimensione. « R. Accademia dei Lincei », anno CCCXXX, 1933, serie VI, vol. V, fasc. VI.

[12] STRANEO (Stefano Ludovico). - Problemi di propagazione lineare del calore e dell'elettricità risolti col metodo degli operatori funzionali. « Atti della Società Ligustica di Scienze e Lettere di Genova », vol. VIII, fasc. III, anno 1929.

STRANEO (Stefano Ludovico). - Sulle condizioni di validità di alcuni sviluppi degli operatori funzionali. « Atti della R. Accademia dei Lincei », anno CCCXXIV, 1927, Serie VI, vol. VI, pp. 292-5.

STRANEO (Stefano Ludovico). - Contributo allo studio dei fenomeni di propagazione. « Rendiconti della Pontificia Accademia delle Scienze ».

[13] SBRANA (Francesco). - Sopra un notevole gruppo di operatori funzionali. « Rendiconti della R. Accademia dei Lincei », vol. VIII, serie VI, 2° sem., fasc. 9, anno 1928, pp. 351-355.

SBRANA (Francesco). - Sopra un gruppo di operatori funzionali che interessano la Fisica ». « Annali di Matematica Pura ed Applicata », serie IV, tomo VII (1929-193), pp. 33-45.

[14] CABRAS (Angelina). - Sulle operazioni funzionali della fisica matematica che si presentano come funzioni razionali del simbolo di derivazione. « Rendiconti della R. Accademia dei Lincei », vol. IX, serie VI, 1° sem., fasc. 4, pp. 312-318, febbraio 1929.

[15] GIORGI (Giovanni). - Su una ricerca che interessa la telegrafia. Comunicazione alla Sezione di Roma dell'Ass. Elettr. Ital., 7 aprile 1905, vol. IX, p. 243.

[16] GIORGI (Giovanni). - Filtri d'onda e linee infinite sotto l'azione di correnti variabili di forma qualunque. « Rendiconti del Congresso Internazionale di Telegrafia e di Telefonia », settembre 1927.

[17] FEDERICI (Maurizio). - I fenomeni del periodo transitorio nei trasduttori a impedenza caratteristica costante. « Nuovi Lincei », anno LXXXII (1928-1929), sessione VI del 19 maggio 1928, pp. 242-251.

[18] PARK (R. H.). - Definition of an ideal synchronous machine and formula for the flux lincages. « General Electric Review », giugno 1928, pagine 332-334.

PARK (R. H.) - Two reaction theory of sinchronous machines. « A. I. E. E. Transactions », vol. 48, luglio 1929, pp. 716-727.

[19] LINVILLE (T. M.). - Starting performance of salient-pole synchronous motors. « A. I. E. E. Transactions », vol. 49, aprile 1930, pp. 531-545.

[20] HAMILTON (F. A.) - Field test to determine damping characteristics of synchronous. « General Electric Review », giugno 1932, p. 384.

[20 *bis*] WARING (M. L.) e CRARY (S. B.). - Operational impedances of synchronous machines. « General Electric Review », novembre 1932, p. 578.

[21] BIERMANN (J.). - Ueberströme in hochspannungsanlagen. - Ed. Julius Spinger, Berlin, 1926.

[22] RUDEMBERG - Electrische Schaltvorgänge - Berlin - Springer.

[23] STEINMETZ (C. P.). - Transient electric phenomena, 1912. - Trad. francese, ed. Gauthier Villard, Paris.

[24] BELLASCHI (P. L.). - Trasformatori a mantello antirisonanti. « Energia Elettrica », aprile 1932, pp. 335-348.

[25] BELLASCHI (P. L.). - Comportamento dei trasformatori a nuclei nei riguardi delle onde d'impulso. « L'Elettrotecnica », 1° gennaio 1934, vol. XXI (XXXVIII degli Atti), pp. 1-14.

[26] FOUST (C. M.), KUCHNI (H. P.). - Impulse testing technique. « General Electric Review ».

[27] THOMASON (J. L.) - Impulse generator circuiti formulas. « Electrical Engineering », vol. 43, gennaio 1934, pp. 169-176.

[28] FORTESCUE (C. L.). - Lightning investigations. « Electric Journal ».

[29] THOMSON (J. J.). - Sui divisori per oscillografi catodici. « Philosophical Magazine », vol. 13, aprile 1932, pp. 760-774.

[30] MILLER (J. L.). - L'influenza di certi dispositivi connessi alle linee di trasmissione, sulle onde migranti. « The Institution of Electrical Engineers », gennaio 1934.

[31] BEWELEY (L. V.). - Attenuation and distortion of waves. « Electrical Engineering », vol. 52, dicembre 1933, pp. 876-884. Si veda anche l'interessante discussione che ne è seguita nel marzo (Eg. Eng.) 1934; MILLER (A. R.), pp. 471-472; SLEPIAN (Joseph), pp. 472-473; EVANS (R. D.), p. 473 e nell'aprile (El. Eng.); ACKERMANN, p. 595; FORTESCUE (C. L.), p. 596; BEWELEY (L. V.), p. 597.

(14) A. GRAY and G. B. MATTHEWS: « A treatise on Bessel funcions and their applications to physics ».

CONSIDERAZIONI SUI SISTEMI DI MISURA E DI TARIFFICAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA TRIFASE IN RELAZIONE AL FATTORE DI POTENZA

E. ARIMONDI

Sono esaminati alcuni sistemi di misura industriale sulla corrente trifase dal punto di vista dell'erogazione dell'energia reattiva e del modo di tenerne conto nella tariffîcazione.

Aspetti del problema.

Questo studio si propone semplicemente un esame di alcuni sistemi di misura dell'energia industriale dal punto di vista della erogazione d'energia reattiva e del modo di tenerne conto nella tariffîcazione.

È un problema questo che interessa in modo diverso i vari paesi e, ancor più, le diverse zone di uno stesso paese. Nella relazione generale del Comitato per il fattore di potenza al V Congresso dell'Unione Internazionale dei Produttori e Distributori d'Energia Elettrica, sono sunteggiati i risultati di un referedum fatto a questo proposito fra le principali Nazioni.

È interessante vedere come ad es., l'Argentina, i Paesi Bassi, la Polonia e il Portogallo non si siano per ora interessati gran che al problema, perchè il fattore di potenza medio delle loro reti è generalmente, essi dicono, molto elevato.

Francia e Belgio fanno invece una campagna a fondo per il miglioramento del $\cos\varphi$ presso l'Utente spingendo questo ad usare motori compensati o rifasatori statici. In Belgio le Società distributrici si riservano addirittura il diritto di interrompere la fornitura d'energia a quegli utenti il cui fattore di potenza scende al di sotto di 0,7.

In Italia si tiene generalmente conto del fattore di potenza dell'utente nel senso che la maggior parte delle Società distributrici usa formule di maggiorazione.

Generalmente non esiste una clausola che dia diritto alla Società di interrompere la fornitura all'utente se il $\cos\varphi$ di questo scende sotto un determinato valore, ma è stabilito talora nei contratti un valore di $\cos\varphi$ che l'utente non deve oltrepassare.

Nel Veneto esistono clausole che dànno il diritto di rifiutare la fornitura se il fattore di potenza effettivo dell'utente è inferiore a 0,5.

Gli aspetti salienti del problema sono:

1°) Definire il $\cos\varphi$ medio e misurarlo.

2°) Determinare l'aggravio economico che il distributore subisce per il fatto che deve produrre e trasformare energia reattiva, e tariffîcare in conseguenza. Questo secondo lato del problema ha in sè elementi che non sono più soltanto tecnici, come il quesito se deva l'utente sopportare o no l'onere di un fenomeno la cui causa è insita negli stessi apparecchi d'utilizzazione prodotti dall'industria, nelle stesse linee, nell'essenza stessa, diremmo della corrente alternata. E qualora si sia risposto esaurientemente alla prima domanda segue la seconda: fino a quale punto deva l'utente sopportare tale onere.

Non va dimenticato che l'utente, nella maggioranza dei casi, non conosce questi problemi e non è in grado di comprenderli chia-

ramente; è questo un fattore psicologico di cui va pure tenuto debito conto nella ricerca di quella forma di compenso che si chiede all'utente per la fornitura d'energia reattiva.

Misura del cos φ medio-trifase.

Ancora oggi una gran parte delle misure industriali d'energia su sistemi trifasi è fatta con due contatori monofasi nella classica inserzione Aron: è fatta cioè *supponendo che il carico sia equilibrato*.

In un referendum sommario fatto tra grandi Società distributrici in Italia che gentilmente hanno fornito dati in proposito, lo scrivente ha rilevato che è abbastanza esigua la percentuale di complessi di misura trifase in cui il valore del cos φ medio è rilevato in modo diverso da quello indicato dal rapporto di due contatori in inserzione Aron.

Vi sono vaste regioni nelle quali il sistema dei due contatori è totalitario.

Viceversa vi sono alcune zone in Lombardia e Piemonte in cui la percentuale di contatori monofasi in inserzione Aron per la misura del cos φ medio è inferiore al 50 % il che potrebbe, volendo, essere interpretato come una maggior tendenza da parte di quegli utenti a squilibrare i carichi, ma in realtà significa più semplicemente che ivi il problema del fattore di potenza medio e della sua esatta misura, agli effetti economici, è maggiormente sentito.

Il sistema che dà contemporaneamente la misura dell'energia trifase e del fattore di potenza medio, a mezzo di due contatori monofasi è senza dubbio il più semplice ed economico dal punto di vista della spesa d'impianto dei misuratori, ma presenta inconvenienti notevoli nella misura dell'energia e molto più in quella del cos φ.

Nella misura dell'energia si ha difficoltà ad ottenere una certa esattezza nel contatore installato sul ponte minore quando quest'ultimo marcia con un fattore di potenza vicino allo zero; errore che aumenta notevolmente quando l'angolo di fase supera i 90° e il moto si inverte.

La fig. 1 presenta le curve di errore ricavate su quattro tipi di contatori monofasi che indichiamo con A, B, C, D, in funzione del

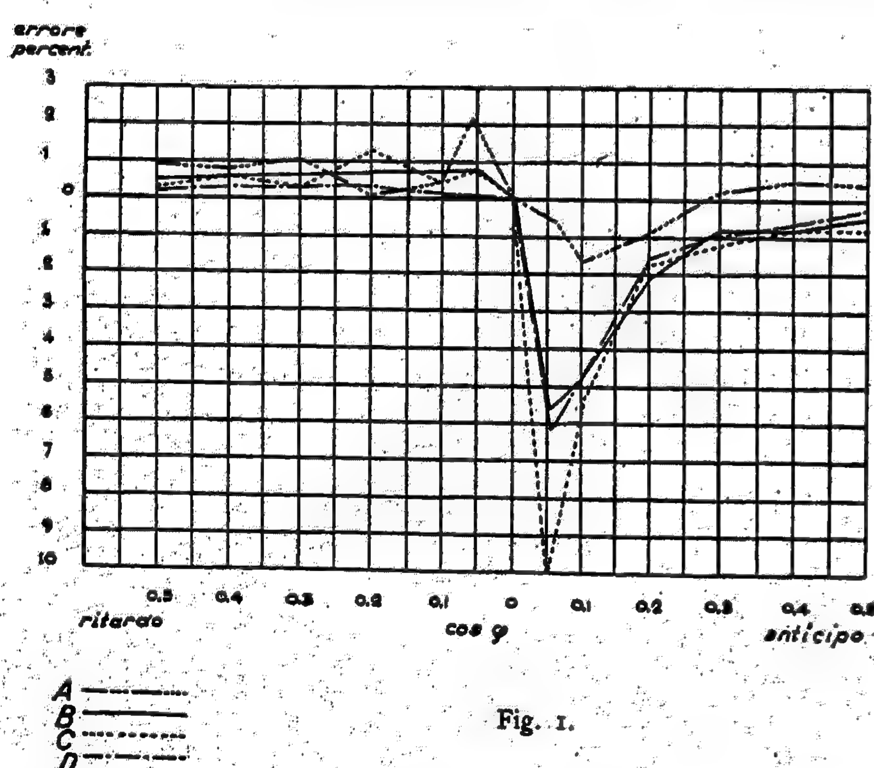


Fig. 1.

fattore di potenza mantenendo il carico amperometrico al 70 % del pieno carico.

Gli errori riportati nelle curve sono la media degli errori di otto contatori nuovi per ogni tipo, la cui taratura era stata precedentemente fatta ed affinata al massimo.

Come si vede soltanto il contatore A si mantiene abbastanza esatto anche a marcia invertita grazie alla grande leggerezza ed al minimo attrito del suo equipaggio mobile; i contatori monofasi di tipo corrente, sia pure scelti fra quanto di meglio offra il mercato odierno, hanno errori sensibili, a causa della coppia di correzione dell'attrito a piccolo carico, che è notevole.

Oltre a questo vi è il fatto che i contatori monofasi costruiti ed impiegati comunemente per l'utenza luce sono abbastanza sensibili alle variazioni di tensione di frequenza e di temperatura.

Nella misura del cos φ è da notare che l'equilibrio dei carichi non è poi cosa tanto comune in pratica quanto a prima vista può sembrare e non basta a cautelarsi dallo squilibrio una clausola contrattuale che imponga all'utente l'obbligo di mantenere i carichi equilibrati.

La tabella I riporta i valori dei fattori di potenza rilevati su utenti industriali con distribuzione a tre fili senza neutro.

I dati della tabella non sono stati scelti nell'intento di cercare appositamente degli esempi di carichi squilibrati; si è scelto anzi, per ciascuna categoria di utenti, uno fra quelli che sembravano più indicati a rappresentare la categoria, cioè *uno dei più comuni*, e su di esso si sono fatti i rilievi.

Le misure sono state fatte con lettura simultanea di tre wattmetri in inserzione stellata con tre amperometri in serie, di due wattmetri in inserzione Aron, e delle tensioni stellate.

Nella tavola è indicato con cos φ il numero ricavato dal rapporto dei due wattmetri, mentre è indicato con cos Φ il coseno dell'angolo la cui tg è ricavata dal rapporto (tensioni praticamente simmetriche):

$$\operatorname{tg} \Phi = \frac{I_1 \operatorname{sen} \varphi_1 + I_2 \operatorname{sen} \varphi_2 + I_3 \operatorname{sen} \varphi_3}{I_1 \cos \varphi_1 + I_2 \cos \varphi_2 + I_3 \cos \varphi_3} \qquad (1)$$

ove $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ sono i tre angoli di fase ricavati dal rapporto tra watt e voltampere.

È pure indicato, per ogni utente, il massimo squilibrio tra le fasi e cioè la differenza percentuale tra le due fasi più squilibrate, riferita alla fase meno carica.

Genere d'industria	Max. squilibrio tra due fasi	cos φ	cos Φ	
1. - Macinazione di zolfo	11,7 %	0,864	0,790	
2. - Officina meccan. picc. ...	32,7 »	0,844	0,914	
3. - Officina meccan. media ...	18,0 »	0,821	0,907	(*)
4. - Grande stabilmento tessile.	18,6 »	0,734	0,654	
5. - Grande laboratorio marmi.	10,0 »	0,619	0,608	
6. - Industria chimica	5,4 »	0,721	0,892	(*)

(*) Rifasatore condensatore

Tali rilievi dimostrano la verità del presupposto da cui siamo partiti e cioè che l'equilibrio dei carichi anche negli impianti a tre fili non è cosa tanto comune come sembra a prima vista, e che un utente può, con lo squilibrio dei carichi, falsare anche inconsciamente le indicazioni del cos φ ricavato dai due contatori monofasi in modo tale da modificare sensibilmente il lato economico della cosa.

L'utente n. 1 che figura di avere un cos φ di 0,864 ha in realtà 0,790 per cui se fosse ammesso dalla Società distributrice il cos φ 0,8 come limite concesso gratuitamente, egli dovrebbe pagare una maggiorazione che in realtà non paga, mentre, secondo alcune formule tedesche, gli spetterebbe addirittura un rimborso.

Gli utenti n. 2 e 3 si trovano nella condizione opposta: hanno creato la squilibrio in modo tale che il fattore di potenza medio misurato coi due contatori figura al di sotto di 0,9 mentre in realtà ne è al di sopra.

L'utente n. 4 ha per contratto di non oltrepassare il cos φ = 0,71 e, col sistema di misura dei due contatori monofasi, ha sempre apparentemente rispettata la clausola, mentre di fatto ha un cos φ = 0,654.

Del resto, nel caso di carichi squilibrati, il numero che ci dà il cos φ dal rapporto dei due contatori monofasi perde non solo la sua attendibilità, ma anche ogni significato fisico, mentre è logico che il fattore di potenza medio trifase risponda ad un significato fisico.

L'idea più semplice, oggi che il contatore d'energia reattiva è entrato nel dominio commerciale, è, agli effetti della misura industriale, quella di ricavare il valore di Φ e quindi il cos Φ della (1) e l'angolo di fase medio è in questo caso quello di cui occorrerebbe far rotare il sistema rigido dei vettori corrente rispetto al sistema dei vettori tensione per ottenere il massimo di potenza reale.

Pertanto il complesso di misura che oggi appare più razionale e completo è quello che ci dà contemporaneamente la misura dell'energia attiva e di quella reattiva entrambi le quali si potranno avere con sistemi in inserzione Aron od in inserzione stellata con neutro a seconda del tipo di allacciamento dell'utente.

Agli effetti del costo d'impianto, questo sistema di misura è più caro, ma il maggior costo è materialmente compensato dal beneficio apportato da un'esatta misurazione.

Aggravio economico dipendente dal fattore di potenza.

Il problema di calcolare con esattezza l'influenza dell'erogazione d'energia reativa da parte dell'utente, sul prezzo di costo dell'energia, è di una complessità tale da renderlo praticamente insolubile.

Sarà possibile infatti stabilire l'influenza del cos φ medio di una rete sui vari capitoli che formano il prezzo dell'energia distribuita, ma sarà praticamente impossibile determinare in modo generale la legge con la quale il cos φ di un utente influisce sul cos φ medio della rete e quindi sullo stesso prezzo dell'energia reattiva.

Una cosa sola è certa: che un utente funzionante a cos φ superiore a quello medio della rete concorre a migliorare quest'ultimo, mentre un utente funzionante a cos φ inferiore concorre a peggiorare le condizioni della rete stessa.

Praticamente il problema si semplifica in quanto le reti vengono esaminate così come si trovano nelle condizioni di funzionamento degli utenti che vi sono allacciati e con l'energia reattiva che viene distribuita a ciascuno di essi, senza preoccuparsi dell'influenza che singolarmente viene esercitata sulla rete dal cos φ di ciascun utente.

Una cosa analoga è fatta nel campo dell'energia attiva quando se ne calcola il prezzo di costo il quale non può logicamente essere ricalcolato ogni qual volta un utente si allaccia alla rete o vi si stacca.

Si consideri pertanto a fianco della rete in questione (la quale funziona con un dato fattore di potenza medio e che chiameremo rete reale) una rete ideale che, ferme restando tutte le altre condizioni, sia costruita per funzionare a fattore di potenza 1.

Per entrambi si calcoli il prezzo di costo dell'energia attiva, scomposto nei suoi elementi dovuti ai vari capitoli: fabbricati, impianti idraulici, macchinari idraulici, generatori elettrici; linee alta tensione e bassa tensione, trasformatori, esercizio e manutenzione delle voci d'impianto, spese generali, perdite, ecc., ecc. Considerando i due prezzi del kWh per le due reti avremo che la differenza tra i due è il prezzo dell'energia reattiva (kVarh) per la rete reale considerata.

Abbiamo così la possibilità di tariffìcare separatamente l'energia reattiva, cosa che si fa su larghissima scala in Germania e Austria ove si vende ad un prezzo vicino al 15-20 % del prezzo dell'energia attiva.

Nelle comunicazioni e discussioni presentate al Congresso di Zurigo-Losanna sui sistemi per tener conto del cos φ nella fatturazione si è fatta differenza tra le «*formule di energia complessa*» e le «*formule di fase*» considerando le prime come rispondenti ad un semplice criterio di tariffìcazione dell'energia reattiva, le seconde invece contenenti in sè il concetto della «penale» per fattori di potenza inferiori ad un certo limite ossia quasi un concetto «repressivo».

Questa differenza sembra del tutto artificiosa e praticamente insussistente.

Sta di fatto che le formule qualunque esse siano, sono sempre create ed applicate con lo scopo di far «*pagare*» all'utente la produzione e distribuzione di energia reattiva la quale «*costa*» alla Società e della quale l'utente è responsabile.

L'inconveniente sta nel fatto che l'utente in genere non è tecnico e non comprende a fondo il problema onde la maggiorazione che è costretto a pagare gli sembra un abuso.

Il Prof. Arnò ha creduto di togliere questo inconveniente col suo noto contatore di unità complesse 2/3 kWh + 1/3 kVAh, ma non ha raggiunto lo scopo prefisso perchè non è vero che il contatore Arnò migliori le buone relazioni tra utente e distributore; se mai le peggiora, perchè l'utente non è abbastanza competente per comprendere a fondo il problema, ma non è sufficientemente ignaro per non accorgersi che il contatore conteggia unità maggiorate. Ed il fatto che queste unità siano segnate da un contatore solo, senza poter conoscere il reale consumo di energia attiva e nemmeno il reale importo della maggiorazione, dà all'utente un senso di disagio che è proprio l'opposto di quello che il contatore Arnò vorrebbe raggiungere con la lettura diretta delle unità maggiorate.

Là poi dove l'utente è un tecnico ed è in grado di comprendere a fondo il problema, generalmente si tratta di un'utenza di grossa forza motrice ed il contatore Arnò non è consigliabile per altre ragioni: per la sua inesattezza, per il fatto che non si può conoscere il cos φ, per la ristrettezza dei limiti in cui può funzionare, ecc.

Del resto questo contatore è quasi totalmente scomparso trascinando nell'oblio anche la formula di maggiorazione Arnò che ha lasciato il posto ad altre formule.

In realtà l'impressione cattiva deve essere attribuita al contatore, perchè la formula in sè è più leggera di altre in uso ed in ogni caso sembra più equa ad un esame comparativo.

La tabella II rappresenta l'andamento delle varie formule rese paragonabili riducendole tutte a coefficienti di maggiorazione in funzione dell'angolo φ.

Anche il sistema tedesco delle tariffìcazioni separate dell'energia attiva e reattiva è ridotto ad un coefficiente di maggiorazione da applicarsi all'energia attiva. Infatti se p è il prezzo dell'energia attiva e p' quello dell'energia reattiva si ha dalla fatturazione:

$$p\,E\,I\cos\varphi\,t + p'\,E\,I\,\text{sen}\,\varphi\,t = p\,E\,I\cos\varphi\,t\cdot(1+\alpha\cdot\text{tang}\,\varphi)$$

ove $\alpha = p'/p$ è il rapporto tra i due prezzi.

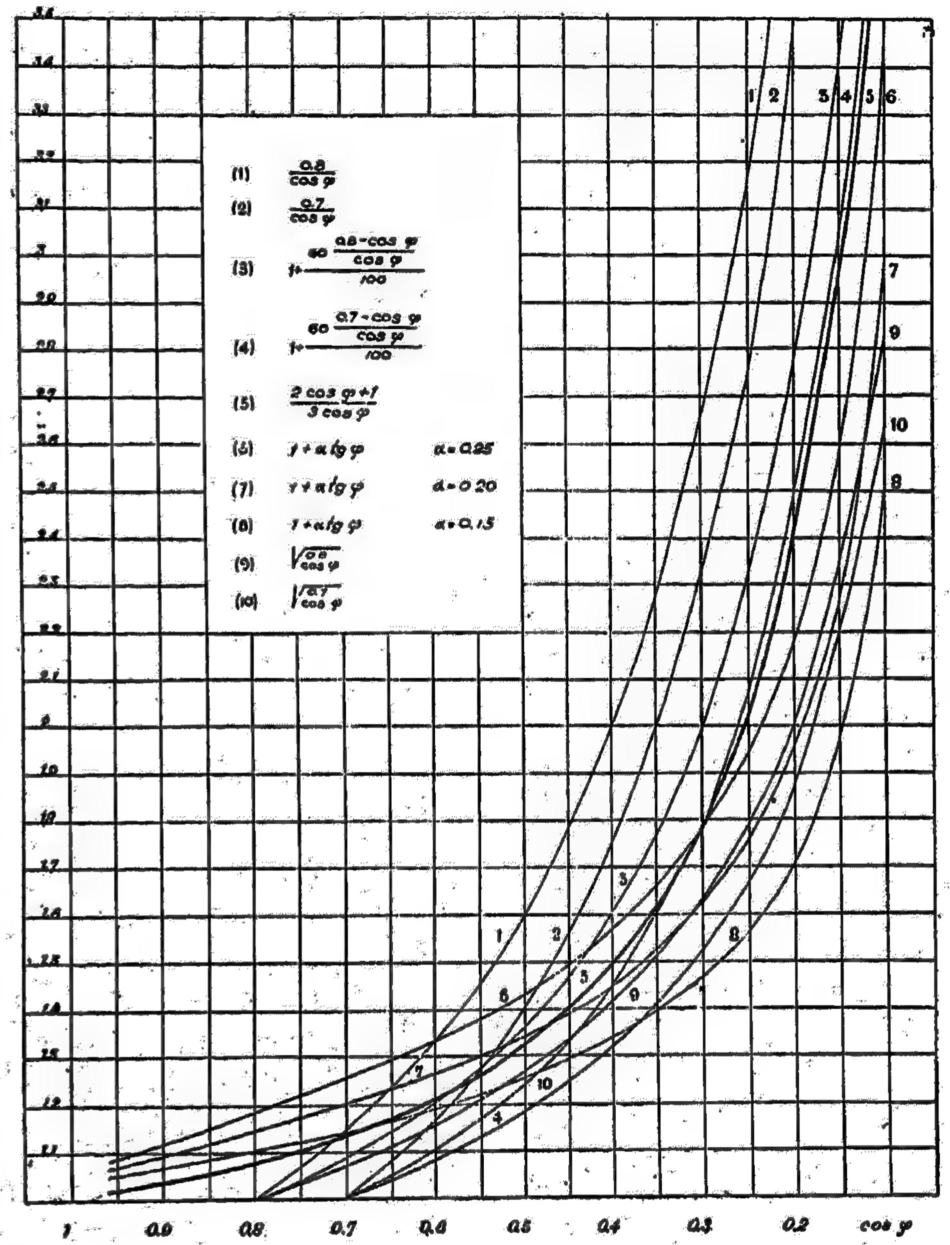


Fig. 2.

Le curve (6) (7) (8) sono appunto quelle del coefficiente di maggiorazione $(1 + \alpha\,\text{tg}\,\varphi)$ per $\alpha = 0{,}25$; $\alpha = 0{,}20$; $\alpha = 0{,}15$.

Come si vede, mentre la maggiorazione è un poco meno gravosa delle altre ai bassi fattori di potenza, essa è notevolmente superiore alle altre per fattori di potenza che sono ancora accettabili.

Le curve (1) e (2) corrispondono al coefficiente $\dfrac{\cos\varphi\ \text{contrattuale}}{\cos\varphi\ \text{effettivo}}$ per cos φ contrattuale uguale rispettivamente a 0,8 e 0,7.

Tale coefficiente è abbastanza usato in Piemonte, Lombardia e nell'Italia Meridionale.

Le curve (9) e (10) corrispondono al coefficiente:

$$\sqrt{\frac{\cos\varphi\ \text{contrattuale}}{\cos\varphi\ \text{effettivo}}}$$

per cos φ contrattuale uguale rispettivamente a 0,8 e 0,7: sono cioè le curve radice delle (1) e (2). Esse sono più miti per l'utente e sono usate in Piemonte e in Lombardia. Talora si trova l'uso delle curve (1) e (2) per utenti la cui potenza installata supera 10 HP e delle curve (9 e 10) per utenti la cui potenza installata non supera 10 HP. Le curve (3 e (4) corrispondono ad un coefficiente usato nel Veneto e nell'Emilia in base al quale si opera sull'energia attiva una maggiorazione percentuale di:

$$60\cdot\frac{\cos\varphi\ \text{contrattuale} - \cos\varphi\ \text{effettivo}}{\cos\varphi\ \text{effettivo}}$$

Ed infine la curva (5) è quella del coefficiente Arnò $\dfrac{2\cos\varphi + 1}{3\cos\varphi}$.

Esaminando si vede che la curva del coefficiente Arnò ha un andamento medio fra tutte le curve sopra descritte che sono quelle più usate. Il coefficiente Arnò è dunque forse quello sul quale potrebbe fermarsi l'attenzione delle Società distributrici qualora credessero opportuno di accordarsi per un unico sistema di tariffìcazione dell'energia reattiva, il che faciliterebbe senza dubbio una maggior comprensione da parte dell'utente nel problema del fattore di potenza.

La curva di tale formula parte da $\cos\varphi = 1$, ma nulla vietà di iniziarne l'applicazione da un altro valore del fattore di potenza.

UN NUOVO TIPO DI CANALIZZAZIONE PER CAVI TELEFONICI, TELEGRAFICI E D'ENERGIA

GIOVANNI CIPOLLARO

Considerate le cause di deterioramento dei cavi nel sottosuolo e gli esistenti tipi di canalizzazione, se ne descrive uno nuovo del quale si vagliano i vantaggi e le possibilità.

Le molteplici cause di guasti nei cavi elettrici posti nel sottosuolo, possono dividersi in tre categorie.

1° *Cause meccaniche.* — Il sottosuolo nel quale si trovano i cavi, è destinato generalmente ad accogliere anche impianti di altri servizi come acqua, gas, fognature, posta pneumatica ecc., per cui il sottosuolo stesso viene frequentemente manomesso, con grave pericolo per la guaina di piombo dei cavi. Il mantello di piombo può, con l'andare del tempo, lesionarsi e consentire l'ingresso di acqua nell'interno del cavo stesso. Il cavo può spezzarsi in seguito a sforzi rilevanti in caso di frane e smottamenti.

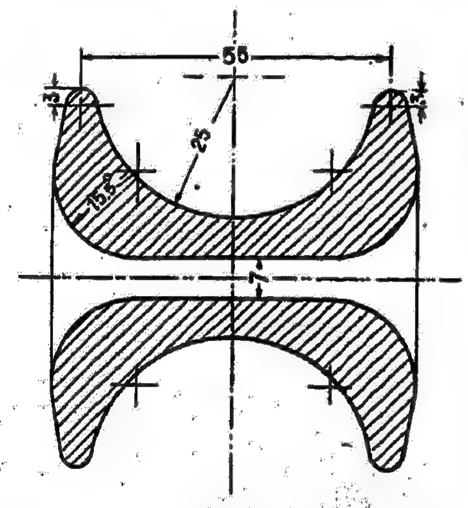


Fig. 1. — Sezione del rullo di porcellana particolarmente studiata per resistere alle sollecitazioni alle quali viene sottoposto.

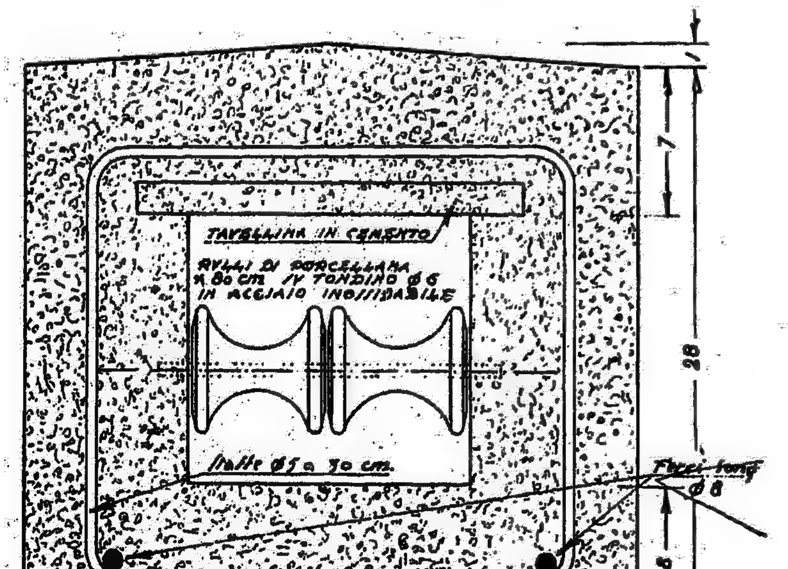


Fig. 2. — Sezione trasversale della canalizzazione per 2 cavi.

2°) *Cause chimiche.* — Nel terreno si trovano in genere raccolte sostanze acide o basiche che, nonostante la loro bassa concentrazione, intaccano il mantello di piombo rendendo possibile l'ingresso dell'acqua nell'interno del cavo.

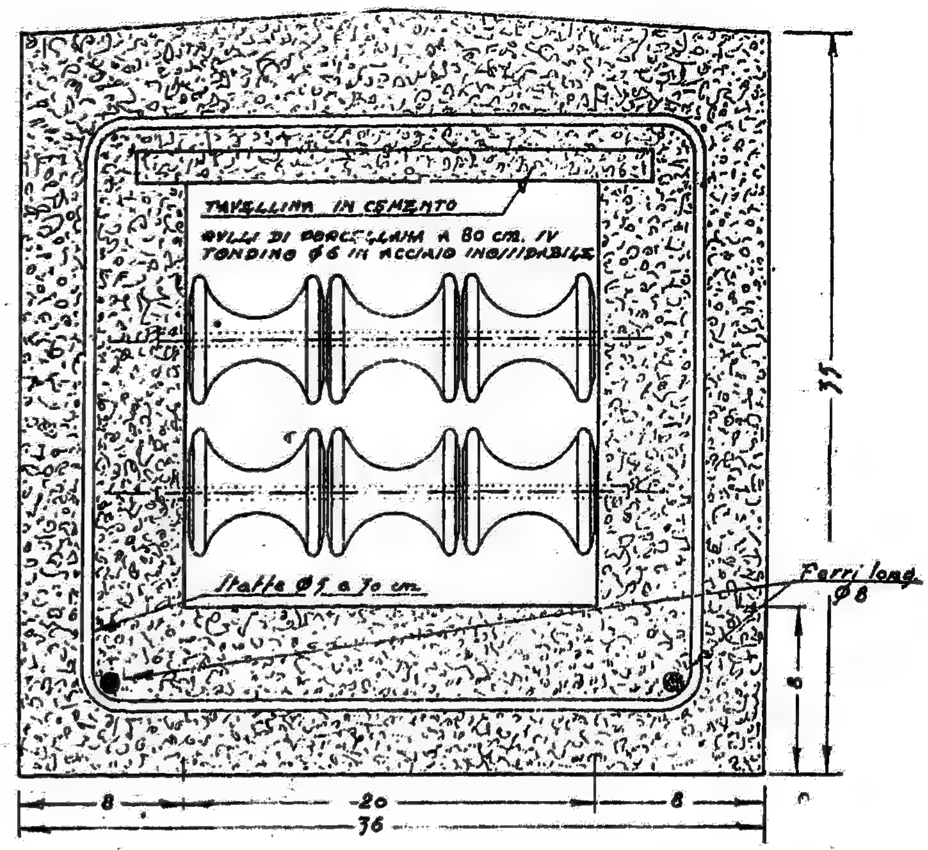


Fig. 3. — Sezione trasversale della canalizzazione per 6 cavi.

3°) *Cause elettrochimiche.* — Se la guaina di piombo si trova ad un potenziale diverso da quello di altri cavi od impianti, si può determinare un passaggio di corrente fra i due sistemi a potenziale diverso attraverso il terreno, essendo quest'ultimo conduttore per i sali che si trovano disciolti nell'acqua in esso contenuta. Si viene quindi a realizzare un vero e proprio voltametro di guisa che l'elettrodo dal quale « esce » la corrente, viene attaccato mentre quello negativo rimane intatto.

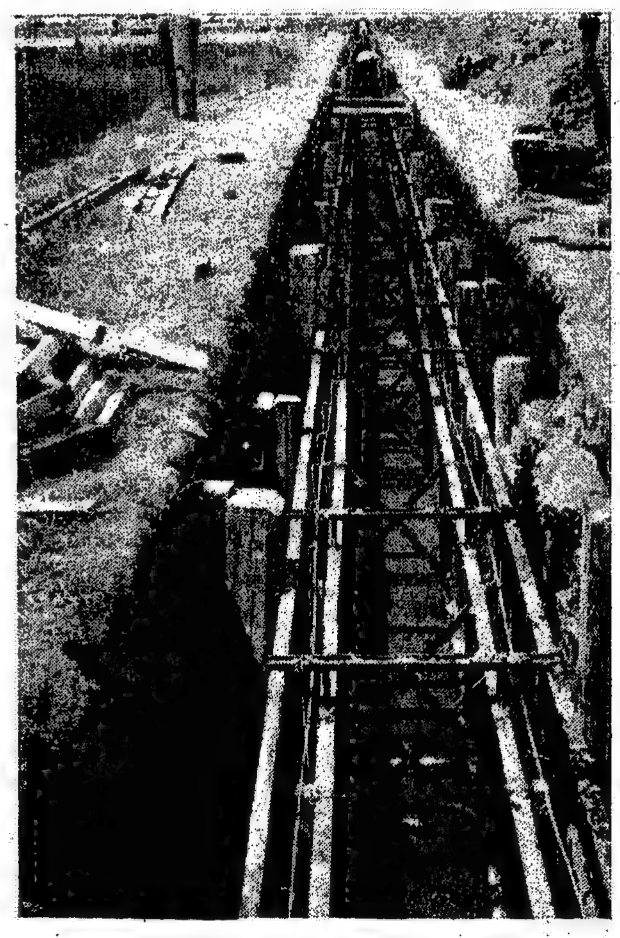


Fig. 4. — Casseforme metalliche per il getto del manufatto. L'armatura interna della cassaforma è sospesa di guisa che è possibile con un sol getto la formazione del fondo e delle pareti verticali.

Fra tutte le protezioni all'uopo studiate atte a ridurre almeno in parte, se non ad eliminarle completamente, le summenzionate cause di guasti, la canalizzazione è quella che ovviamente offre le migliori garanzie. Oltre ciò essa costituisce una sede di proprietà, sede che può essere costruita prevedendo le future possibilità di sviluppo, atta quindi ad accogliere, man mano che se ne presenta la necessità e per l'intensificamento del servizio e per l'ampliamento della rete, l'ulteriore fabbisogno di cavi.

Molti sono i tipi di canalizzazioni sino ad oggi realizzati; essi si suddividono in due grandi categorie: *a*) ad appoggio continuo, *b*) ad appoggio discontinuo. Alla prima appartengono le tubazioni in genere, di cemento, ghisa, ferro, eternit, fibra, gres, ecc., che non costituiscono però un'efficace protezione contro le azioni chimiche ed elettrochimiche; tale protezione infatti dipende essenzialmente dalla possibilità di mantenere i cavi all'asciutto ed isolati elettricamente dal terreno. Alla seconda appartengono le gal-

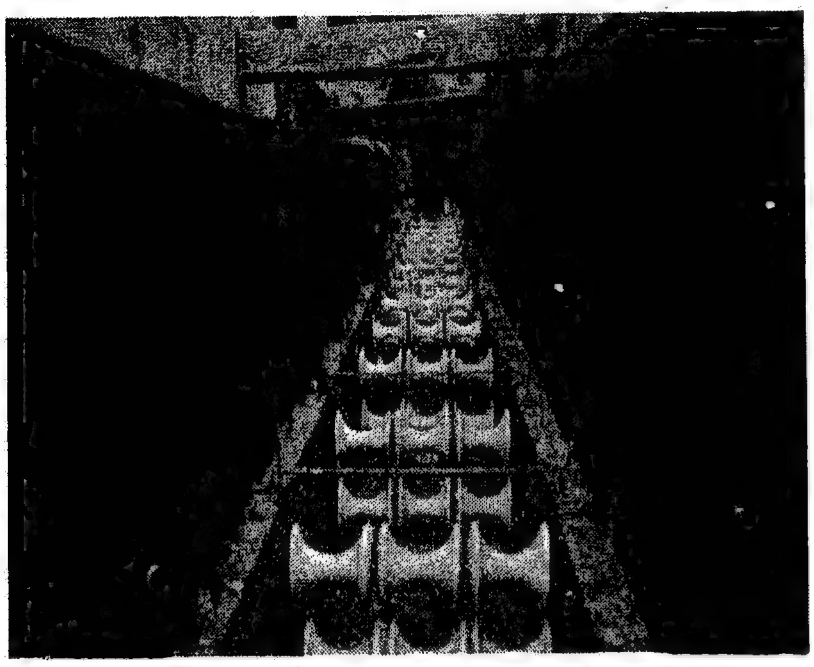


Fig. 5. — Canalizzazione a 6 rulli prima del getto di copertura. Si notano le staffe costituenti l'armatura trasversale del manufatto.

lerie ed i cunicoli praticabili nei quali i cavi sono portati da staffe di ferro fissate alle pareti ed intervallate convenientemente. Queste gallerie e cunicoli praticabili, per la grande mole di lavoro che comportano, sono generalmente brevi, onde regolare e convogliare in un unico manufatto i più vari servizi esistenti nel sottosuolo.

Abbiamo detto che le canalizzazioni finora esistenti, se danno la massima protezione meccanica al cavo, non così egregiamente si comportano dal punto di vista chimico ed elettrico, oltre alla difficoltà che presentano per la posa dei cavi stessi.



Fig. 6. — Posa delle lastrine in cemento retinato destinate a sopportare il getto di copertura.

Era quindi necessario allontanarsi dal vecchio tipo della tubazione nata originariamente per convogliare acque bianche, acque nere, gas, ecc., nè era possibile ricorrere a mezzi atti non ad eliminare le cause di deterioramento dei cavi, ma soltanto a diminuirne gli effetti, come armature in acciaio, protezioni isolanti multiple sulla guaina di piombo, drenaggio elettrico delle reti, ecc.

Per queste considerazioni è stato studiato e costruito un nuovo sistema di canalizzazione che si differenzia da tutti gli altri rispondendo ai requisiti di protezione meccanica chimica ed elettrochimica, ed al quale è stato dato il nome di « Canalizzazione a rulli ».

La canalizzazione a rulli è costituita da un cunicolo in cemento armato monolitico nel quale sono fissati a conveniente distanza



Fig. 7. — Getto di copertura del manufatto.

(da 70 a 100 cm) dei perni di acciaio inossidabile sui quali ruotano folli dei rulli isolanti di porcellana (gres, vetro, ecc.). La forma dei rulli è studiata in modo da far sì che l'appoggio fra due rulli contigui e fra un rullo e la parete avvenga nel punto dove il rullo stesso ha la maggior sezione.

Ai vantaggi evidenti di facilità, rapidità ed economia di costru-

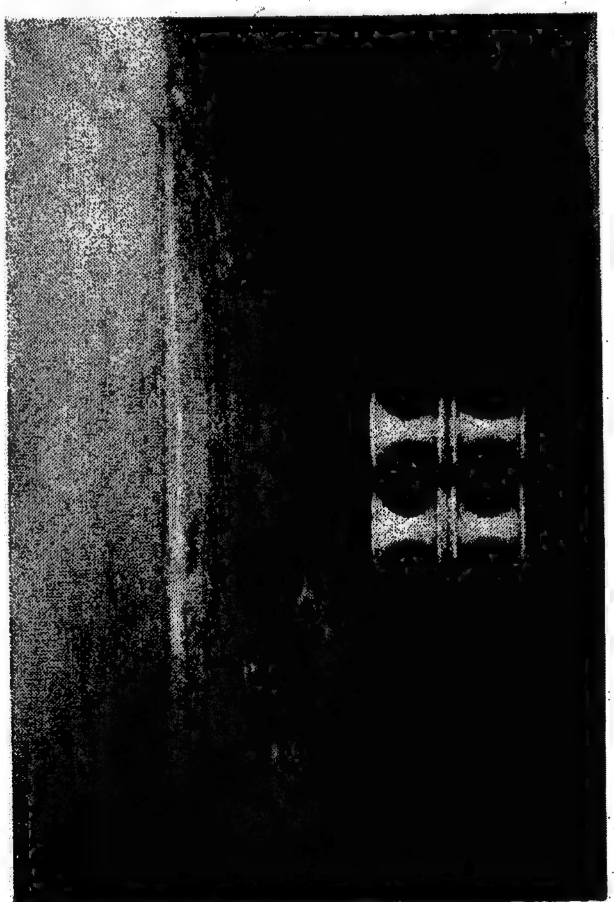


Fig. 8. — Imbocco della canalizzazione nella cameretta che serve per la posa e giunzione dei cavi.

zione, di adattamento a tutti i tipi di terreno per la possibilità di variare entro campi estesi la capacità di resistenza a pressione e flessione del manufatto, di costruire il cunicolo anche in curve di ampio raggio ponendo a conveniente distanza dei piccoli pozzetti con rulli verticali, di permettere cambiamenti di livelletta, si aggiungono quelli derivanti dal fatto che i rulli di porcellana essendo folli sui perni di acciaio, offrono una minima resistenza al tiro del cavo per cui questo non soltanto non ne viene a soffrire, ma

può essere posato in pezzature molto lunghe con conseguente riduzione del numero delle camerette e delle giunzioni.

L'impermeabilità del manufatto (impermeabilità che può essere maggiormente garantita in casi speciali, come in presenza di

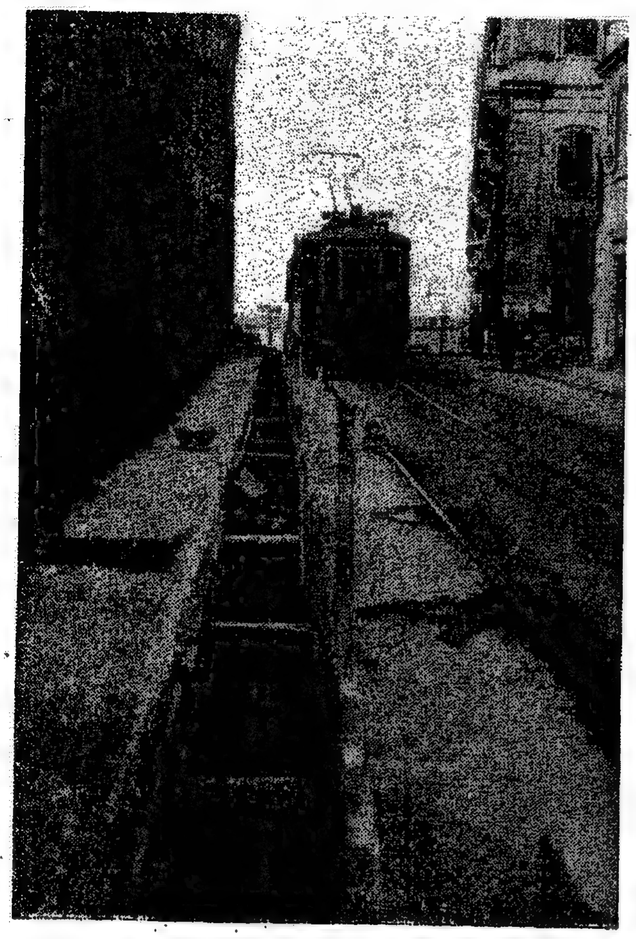


Fig. 9. — Canalizzazione a rulli in prossimità di binari del tram.

falde d'acqua, con l'aggiunta al calcestruzzo di sostanze impermeabilizzanti o per l'intonacatura con speciali malte) e l'essere il cavo poggiato sui rulli di porcellana, sono garanzia dell'ottimo isolamento del cavo stesso. Misure eseguite su tratti di canalizzazione

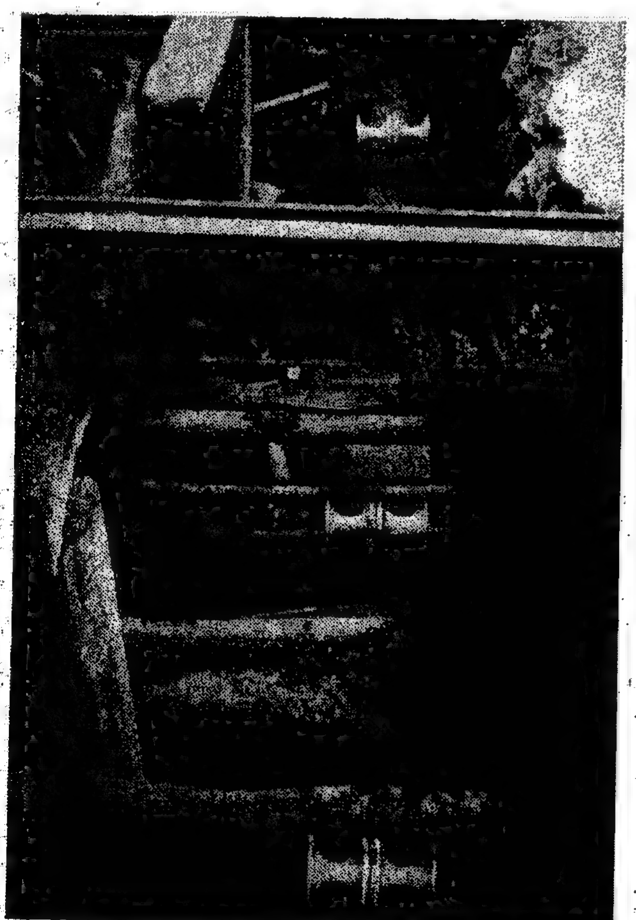


Fig. 10. — Attraversamento del binario del tram. Si nota come il cunicolo possa essere costruito anche in presenza di cavi di energia.

già costruiti hanno mostrato essere questo isolamento dell'ordine di 40.000 ohm/km.

Questo alto isolamento permette di stabilire un circuito telefonico di servizio lungo la canalizzazione, chiuso fra la guaina di piombo e la terra ed altresì d'inviare dalla centrale, sempre sulla guaina di piombo, delle correnti alla tensione di 8/12 volt atte ad accendere un certo numero di lampade in sostituzione di quelle ad acetilene e simili.

In fine, pregio non trascurabile del nuovo tipo di canalizzazione è che esso risulta di costo inferiore a quello degli altri tipi esistenti, pur prescindendo dalle ulteriori economie realizzabili per minor larghezza di scavo e quindi di ripristini delle pavimentazioni esistenti, minor numero di camerette e di giunti, minor spesa per il tiro ed eventuale ricupero.

Si possono avere canalizzazioni a 2, 3, 4, 6, 9, ecc., rulli, componendo verticalmente strati di 2, 3, 4 rulli. Per uguale disponibilità di rulli si possono costruire manufatti alti e stretti oppure bassi e larghi, ad es. per 8 rulli, due strati da 4 oppure quattro strati da 2. È ovvio far presente che uno stesso cunicolo può portare strati di rulli di dimensioni diverse per cavi di diverso diametro.

*

Da quanto sopra esposto risulta chiaramente come il sistema di canalizzazione a rulli sia adatto non soltanto per le reti urbane ed interurbane ma anche per le reti ferroviarie.

Per quanto si riferisre alle reti interurbane possono essere convenientemente impiegati piccoli tipi di canalizzazione, poichè in tal modo, mentre si offre una robusta difesa al cavo che viene a trovarsi racchiuso in un manufatto di cemento e lo si difende dall'azione delle correnti vaganti, si può risparmiare l'armatura del cavo stesso che in pratica viene a gravare notevolmente sul costo dell'impianto.

Circa infine le reti ferroviarie, sia che si tratti di cavi telegrafici, telefonici e di segnalamento ovvero di cavi per il comando degli scambi, il nuovo sistema di canalizzazione risponde abbastanza bene alle varie necessità del servizio: infatti mentre da un lato si può realizzare la rapidissima sostituzione di tratti di cavo guasti per difetti di fabbrica o di esercizio, senza dover scavare sotto massicciate ed opere d'arte, si ha la possibilità di realizzare un collegamento telefonico fra le varie cabine, posti di blocco, caselli, ecc., servendosi delle guaine di piombo dei cavi, impiegando, senza nessuna spesa supplementare, una rete il cui funzionamento è completamente indipendente dall'efficienza o meno dei cavi, la quale offre di conseguenza la massima garanzia di regolarità e sicurezza di esercizio.

LETTERE ALLA REDAZIONE

A proposito dell'articolo "Elevare le frequenze?"

Riceviamo:

Ho letto al n. 8 del 25 aprile de «L'Elettrotecnica» l'articolo dell'Ing. Cecconi nel quale si affacciava la possibilità che potesse risultare conveniente elevare le frequenze usate nella produzione e trasporto dell'energia elettrica a valori almeno doppi o tripli, ma financo decupli, di quelli impiegati al presente.

Pur riconoscendo il carattere assolutamente generico e preliminare dell'articolo e lo scopo suo di semplicemente prospettare alcuni lati della questione senza peraltro entrare nell'esame approfondito del problema, ritengo utile porre subito in rilievo che nella determinazione dei vantaggi e degli svantaggi che competono alla elevazione delle frequenze industriali, deve esser tenuto in debito conto il fatto che — a parità di condizioni — linee ad a. t. o a forte corrente a frequenza elevata eserciterebbero sulle linee di telecomunicazione effetti induttivi molto più gravi di quelle a frequenza normale.

È noto che correnti di frequenze diverse hanno effetto disturbante diverso: prove di intelligibilità su circuiti telefonici nei quali l'effetto disturbante era provocato da correnti di frequenza unica e determinata hanno permesso di attribuire un «peso» a ciascuna frequenza. I pesi relativi medi adottati dal Comitato Consultivo Internazionale per le comunicazioni telefoniche a grande distanza, quando si mantiene costante la tensione ai capi del ricevitore situato allo estremo di una linea telefonica disturbata, sono riportati — per l'intervallo delle frequenze che interessano — nella tabella seguente:

Frequenza Hz	Peso relativo, assunto 1000 il peso della frequenza 800 Hz
16.7	0.115
50	2.48
60	4.10
100	15
200	105
300	300
400	400
500	472
600	560

Dall'enorme aumento del « peso » quando si oltrepassano 60 Hz, limite normale delle attuali frequenze industriali, è facile dedurre quale incremento nell'effetto disturbante deriverebbe dall'adozione di frequenze inducenti elevate.

A questa causa che gioca da sola quando si consideri la induzione elettrostatica, si aggiunge, nel caso della induzione elettromagnetica, anche l'effetto dell'incremento della tensione indotta essendo essa proporzionale alla frequenza inducente; quindi per effetti induttivi di quest'ultima specie, (gli unici che devono essere presi in considerazione nel caso di gran lunga più frequente di linee di telecomunicazione in cavo) vi sono due ragioni concomitanti di incremento dell'effetto disturbante.

D'altra parte, tecnici specialisti in materia di interferenza, hanno già da tempo espresso il convincimento che l'enorme e costosa mole di studi, esperienze e lavoro svolta per analizzare il problema in tutti i suoi aspetti e per regolamentare la convivenza degli impianti ad a. t. ed a forte corrente con quelli di telecomunicazione, non sarebbe stata necessaria, od almeno sarebbe stata estremamente semplificata, se le tensioni e le correnti inducenti fossero prive di armoniche superiori.

Si immagina allora facilmente quello che diverrebbe il problema dell'interferenza induttiva se gli effetti disturbanti che ora sono principalmente causati dalla presenza di relativamente basse percentuali di armoniche, fossero invece provocati da correnti e tensioni di frequenza fondamentale dello stesso ordine di grandezza delle armoniche che oggi si considerano, e se per di più a questo effetto si sovrapponesse ancora quello delle nuove armoniche superiori di onde fondamentali di frequenza già così elevata.

Data l'estensione sempre maggiore che acquistano le reti telefoniche e telegrafiche interurbane, e l'importanza essenziale che le comunicazioni a lunga distanza hanno nella vita delle Nazioni, ritengo che il problema degli effetti induttivi ai quali esse sono soggette non possa essere passato sotto silenzio e che nel caso specifico — date le frequenze elevate — esso debba invece essere considerato come un aspetto importante del problema generale della produzione e trasmissione dell'energia elettrica.

Milano, 22 maggio 1935. Luigi Niccolai.

*

L'Ing. Cecconi ci comunica, in risposta, quanto segue:

La sfavorevole influenza sulle linee di telecomunicazione è senza dubbio da tenersi in conto nella valutazione definitiva di un'elevazione di frequenza.

Essa (insieme ad altri effetti delle frequenze alte) non era esaminata nell'articolo perchè ivi si consideravano — come detto nella premessa — i vantaggi in riguardo al macchinario, ai trasformatori ed alle linee di trasporto; ritengo però che la sua importanza possa considerarsi di ordine secondario rispetto ai vantaggi fondamentali prospettati, anche per il carattere perfettibile dei relativi rimedi.

La difesa contro i disturbi indotti dalle frequenze industriali, che già ha fatto tanto notevoli conquiste coll'estendersi delle linee di trasporto e di quelle di telecomunicazione, proseguirebbe certo nel suo progresso al momento in cui la tecnica dovesse riaffrontare il problema, non come nuovo, ma su scala più vasta, spingendo l'efficacia degli attuali rimedi sia come mezzi di soffocamento di effetti (circuiti smorzatori, filtranti, ecc.), sia, in linea preventiva, perfezionando la forma sinoidale delle tensioni generate, cioè limitando sempre più la produzione delle armoniche.

Palermo, 14 giugno 1935. A. Cecconi.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

La Riunione plenaria della Commissione Elettrotecnica Internazionale all'Aja ed a Bruxelles. — A cinque anni di distanza dalla memorabile riunione nei paesi scandinavi, la Commissione Elettrotecnica internazionale ha tenuto una nuova riunione plenaria, svoltasi con ottimo successo dal 18 al 27 dello scorso giugno in Olanda ed in Belgio. Oltre 20 Nazioni erano rappresentate con un complesso di circa 400 delegati accompagnati da una sessantina di signore. La delegazione italiana comprendeva ben 32 membri — naturalmente non tutti presenti contemporaneamente — con quattro signore.

La mattina del 18 dopo la seduta inaugurale svoltasi nel salone del Palace Hôtel di Scheveningen, presieduta dal Presidente Generale Prof. Enstrom, si iniziarono subito i lavori dei Comitati di Studio nella tranquillità delle varie sale messe a disposizione dal Palace e dall'Orange Hôtel. Fra il 18 ed il 21 giugno conclusero i loro lavori i Comitati n. 1. *Nomenclatura* in cui l'Italia fu rappresentata dai colleghi Lombardi, Giorgi, Pugno Vanoni; n. 2. *Macchine* (Barbagelata, Correggiari, Someda e Wagner); n. 5. *Turbine a vapore* (Capetti); n. 7. *Alluminio* (Dalla Verde, Soleri, Maggi); n. 10. *Oli* (Emanueli, Faletti, De Fano); n. 11. *Linee aeree* (Maggi, Molinari); n. 12. *Radiotrasmissioni* (Ruelle, Bacchini, Marino); n. 15. *Gommalacca* (Pugno Vanoni, Someda); n. 18. *Norme di Bordo* (De Ferrari) e n. 20. *Cavi* (Emanueli, Soleri).



I delegati sul terrazzo del Kursaal a Scheveningen.

Il pomeriggio del 21, rimessosi il tempo al bello, fu dedicato ad una gita ad Amsterdam, e l'intera giornata del sabato ad una interessantissima escursione alla imponente diga che ha trasformato lo Zuidersee in un lago ed ha già permesso di coltivare vastissime zone di terreno prima sommerse. In tali gite, come già in quelle dei giorni precedenti riservate alle signore, i colleghi olandesi si prodigarono veramente nelle loro funzioni di ospiti.

Nel pomeriggio di domenica 23 un treno speciale trasportava i delegati a Bruxelles, dove la mattina del 24 si svolse nella grande sala dell'Accademia una seconda cerimonia inaugurale coll'intervento — come già a Scheveningen — delle autorità locali e dei rappresentanti del Governo. Subito dopo nei moderni locali dello Shell Building furono ripresi i lavori che si protrassero fino a mezzogiorno del 27. In tale periodo si riunirono i Comitati di Studio n. 3. *Simboli* (Righi, Pugno Vanoni); 6. *Attacchi lampade* (Peri); 8. *Tensioni normali* (Del Buono, Dalla Verde, Alessandri); 9. *Trazione* (Semenza, D'Arbela, Di Falco, Nissim); 13. *Strumenti di misura* (Barbagelata, Bauchiero, Usigli); 17. *Interruttori* (Maggi, Faletti); 19. *Motori a scoppio* (Capetti, Chiesa, Mungioli) e 21. *Accumulatori* (Lombardi).

Nel pomeriggio del 27, dopo la riunione del Consiglio, si svolse l'Assemblea generale la quale dopo aver ratificato i lavori e le pubblicazioni del quinquennio, elesse per acclamazione, a nuovo presidente generale il Sig. James Burke degli Stati Uniti ed a Presidenti onorari, Elihu Thomson e Paolo Janet. Fu pure deciso, in linea di massima, che la prossima riunione plenaria si terrà nel 1938 a Londra.

I due giorni successivi furono dedicati a gite ed escursioni a Gand, a Charleroi, a Mons, ad Anversa ecc., che chiusero brillantemente la riunione.

*

Sull'andamento dei lavori dei Comitati, sui risultati raggiunti e sulle deliberazioni prese, ci riserviamo di ritornare ampiamente, quando attraverso i rapporti dei delegati italiani sarà possibile conoscere tutti i particolari delle numerose e spesso contemporanee sedute.

Qui ci piace intanto rinnovare, a nome di tutti gli intervenuti, i più vivi ringraziamenti ai Comitati elettrotecnici Belga ed Olandese, che con tanta cortesia e signorilità seppero fare gli onori di casa.

NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE

Movimento delle Società Elettriche

BILANCI E DIVIDENDI.

Compagnia Imprese Elettriche Liguri — Genova — Capitale L. 360.000.000.

Chiude coll'utile netto di L. 34.744.010 che permette il dividendo di L. 18 per azione da L. 200.

Soc. Telefoni Italia Media Orientale — Bologna — Capitale L. 50.000.000.

Il bilancio si chiude in pareggio.

Soc. Adriatica di Elettricità — Venezia — Cap. L. 690.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 72.095.739 col dividendo di L. 10 per ogni azione liberata e di L. 5 per azione ora liberata 5 decimi.

Soc. Generale Italiana Accumulatori Elettrici — Melzo.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 2.278.207 che consente il dividendo del 12 % al capitale sociale.

S. A. Istrumenti di Misura C. G. S. — Monza — Capitale L. 7.500.000.

È stato approvato il bilancio al 31 marzo 1935 che chiude con un utile di esercizio di L. 404.963 il quale dopo le assegnazioni statutarie, consente la distribuzione di un dividendo di L. 10 per azione da L. 200.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Radiotecnica S. A. — Varese.

Aumenta il capitale da L. 10.000 a L. 30.000, annullando i titoli azionari esistenti ed emettendo 300 nuove azioni da L. 100.

Soc. Elettro Conduttori ed Affini.

Riduce il capitale da L. 100.000 a L. 20.000 riducendo il valore delle azioni da L. 2 a L. 0.40.

Soc. Idroelettrica della Majella — Milano.

Trasferisce la sede da Milano a Roma e riduce il capitale a L. 2.750.000 svalutando le azioni da L. 100 a L. 25.

S. A. Forze Idroelettriche dell'Ossola — Domodossola.

Riduce il capitale da L. 325.000 a L. 250.000 riducendo il valore delle azioni e lo aumenta poi a L. 1.500.000 emettendo 2500 azioni da L. 200 e 2800 obbligazioni da L. 500.

Soc. Ital. Reti Telefoniche Interurbane — Milano.

Aumenta il capitale da L. 20.000.000 a L. 30.000.000 elevando il valore delle azioni da L. 1000 a L. 1500.

Soc. Elettrica Italo-Albanese — Roma.

Riduce il capitale da L. 10.000.000 a L. 5.000.000 riducendo il valore delle azioni da L. 500 a L. 250 e reintegra il capitale stesso a L. 14.346.250 mediante emissione di 37.385 azioni da L. 250.

Soc. An. Elettrocommerciale — Milano.

Aumenta il capitale da L. 150.000 a L. 240.000 mediante emissione di 3000 azioni da L. 30 ciascuna.

S. A. Materiali Impianti Elettrici — Milano.

Aumenta il capitale da L. 5000 a L. 500.000 emettendo 490 azioni da L. 100 e adotta la nuova denominazione di « Soc. A. Gelacromos ».

COSTITUZIONE E SCIOGLIMENTO DI SOCIETÀ.

S. A. Imprese Elettriche Lussimpiccolo — Lussimpiccolo.

Si è costituita detta S. A. col capitale di L. 40.000 in azioni da L. 100 ciascuna.

S. A. Mineraria Elettrochimica — Torino.

Si è costituita detta S. A. col capitale di L. 30.000 in azioni da L. 100 ciascuna.

Imprese Elettriche Telefoniche — Genova.

Si è costituita questa Soc. An. col capitale di L. 30.000 in azioni da L. 1000 ciascuna.

S. A. Elettrochimica Ligure — Genova.

Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

S. A. del Gas e dell'Elettricità di Erba e Paesi limitrofi — Erba — *S. A. Orobia.*

La detta S. A. si fonde con la S. A. Orobia mediante incorporamento in quest'ultima.

* *

Rassegna economica del mese di giugno.

La vertenza fra l'Italia e l'Abissinia è improvvisamente assurta ad una importanza di primo piano nel quadro della politica europea.

L'intensa attività filo-etiopica del governo di Londra non ha servito che a procurargli una serie di insuccessi abbastanza clamorosi all'interno e all'estero. L'opinione pubblica inglese, nella quale non mancano per verità larghe correnti di comprensione del buon diritto italiano, è stata specialmente allarmata dalla proposta di cessione di una zona della Somalia inglese all'Abissinia per crearle uno sbocco al mare. La natura stessa della proposta e i termini assolutamente inabili in cui tale cessione di un tratto dell'impero era stata proposta, hanno suscitato una violenta reazione nell'ambiente conservatore inglese.

Nel momento attuale la situazione politica internazionale al riguardo è tuttora sospesa e caratterizzata da una viva attività di consultazioni diplomatiche a cui partecipa anche il Segretario generale della Lega delle Nazioni. Pare che si stia disperatamente cercando una via d'uscita che, dando soddisfazione all'Italia, permetta di salvare la situazione nel quadro della Lega. Difficilmente tuttavia l'Italia potrebbe accontentarsi di mezze misure.

Intanto uno dei risultati tangibili dell'azione inglese, oltre alla eccitazione delle velleità abissine e alla irritazione prodotta negli ambienti nazionalisti egiziani, è stato quello di irritare ancora di più l'opinione pubblica francese già vivissimamente impressionata dall'improvviso accordo navale anglo-tedesco.

L'accordo navale ha suscitato un allarme ed una opposizione così viva a Parigi e una sorpresa così evidente e sgradita anche nelle altre capitali europee e perfino in America, che a Londra si è cercato di correre ai ripari presentandolo come un accordo puramente provvisorio da sottoporre alla discussione e all'approvazione degli altri Paesi interessati. È chiaro che ciò non toglie nulla alla efficacia del Patto concluso, nè varrà a ritenere la Germania sulla via delle costruzioni navali.

La percentuale del 35 % concessa alla Germania sembra assai elevata e tale da costituire una pericolo immediato per la stessa Inghilterra quando si pensi che tutta la flotta tedesca sarà modernissima e sarà concentrata nel Mare del Nord e che la percentuale è calcolata sul complesso della flotta britannica cioè tenendo conto anche delle più piccole unità disperse in tutti i mari del globo e in tutti i territori dell'immenso impero.

Dal punto di vista italiano le conseguenze possono assumere aspetti interessanti tenuto conto che il nuovo accordo costringerà Francia e Inghilterra a spostare la maggior parte delle rispettive flotte nell'Atlantico e nel Mare del Nord, cosicchè l'importanza della flotta italiana nel Mediterraneo ne potrà risultare accresciuta.

L'irritazione e l'allarme francese sono anche aumentati dalla politica filotedesca della Polonia. Anche recentemente il Ministro polacco Beck si è recato a Berlino dove ha avuto una serie di colloqui definiti cordialissimi nei quali sono state esaminate tutte le questioni interessanti i due Paesi. Di tutte queste trattative Parigi non è stata punto informata sebbene gli accordi franco-polacchi stabilissero che i due Paesi si sarebbero consultati su tutte le questioni relative alla loro azione nella politica estera di comune interesse!

Nella penisola balcanica e nel bacino danubiano la situazione è pure in via di progressivo sviluppo e presenta aspetti assai interessanti anche se altre maggiori questioni che interessano le Cancellerie europee abbiano per un momento un poco da essa distolto l'attenzione.

L'Austria che va consolidando la propria situazione interna ha abrogato le leggi antiasburgiche votate dopo la guerra. Si tratta di un atto molto significativo anche se ufficialmente si dichiari che la questione della restaurazione degli Asburgo non è « questione di attualità ».

La Ceco-Slovacchia accentua il suo riavvicinamento alla Russia. Il Ministro Benes si è recato in visita ufficiale a Mosca dove è stato accolto con molta cordialità. Nell'occasione sono stati ratificati il Trattato di Commercio, il Patto di reciproca assistenza e l'Accordo finanziario del 3 giugno scorso. Si afferma inoltre che sono state gettate le basi per un riavvicinamento generale fra Mosca e la Piccola Intesa.

Come è ben noto queste direttive non sono condivise a Belgrado e vi è qui probabilmente un germe di discordia che potrà avere in seguito importanti sviluppi. È chiaro infatti che l'influenza russa nei Balcani non potrebbe che andare a detrimento di quella di Belgrado che tende ad essere un centro di attrazione pei popoli slavi della penisola.

Intanto a Belgrado la situazione politica è sempre agitata ed incerta e l'influenza dei partiti di opposizione si accentua. Si parla di un prossimo viaggio del Ministro degli Esteri a Roma e in altre capitali europee.

Il Ministro rumeno Titulesco ha svolto una grande attività non del tutto chiara e palese a Londra e a Parigi. La prossima riunione della Piccola Intesa presenterà interesse sotto più di un punto di vista.

La preparazione della progettata Conferenza Danubiana procede naturalmente a rilento in mezzo a tante difficoltà e ostacoli di ogni genere.

A completare il quadro ricordiamo in Grecia il movimento verso il ripristino della Monarchia e la proposta di un prossimo plebiscito; non farà meraviglia se il Paese sarà sottoposto a nuove convulsioni.

Gravi nubi sembrano addensarsi sull'estremo oriente. Il Giappone ha ormai mano libera in Cina e ne approfitta con grave scapito specialmente dell'influenza americana ed inglese. Le autorità militari giapponesi eccitate evidentemente dai facili successi cinesi

si sono rivolte sullo stesso tono anche verso la Mongolia che, come è noto, fa parte integrante dell'U. R. S. S. La riposta è stata, come era da aspettarsi, fierissima e la cosa non ha avuto per ora seguito. Ma è diffusa la impressione che il Giappone stia cercando il pretesto per la guerra colla Russia; le conseguenze di un così tragico conflitto potrebbero essere vastissime.

*

Il nostro movimento commerciale coll'estero si mantiene alquanto depresso nei riguardi dello scorso anno.

Abbiamo già ripetutamente accennato a questo fenomeno che si verifica ormai da parecchio tempo e sul quale influiscono una serie di cause estrinseche e in parte anche intrinseche, non ultima tra esse la vicenda dei prezzi.

Nello scorso mese di maggio le importazioni di merci estere in Italia ha rappresentato un valore di poco meno di 553 milioni di lire, presentando una sensibilissima contrazione rispetto al maggio dello scorso anno nel quale si era arrivati a 620 milioni di lire; la contrazione è stata dunque di 67 milioni di lire.

Nello stesso mese le esportazioni di merci dall'Italia verso altri Paesi hanno toccato un valore di poco più di 380 milioni di lire mentre nel maggio 1934 le esportazioni erano arrivate a quasi 439 milioni, con una differenza quindi in meno, quest'anno, di 59 milioni.

Nel complesso perciò sebbene il volume generale degli scambi si sia notevolmente ridotto, il risultato per la bilancia commerciale è stato leggermente meno sfavorevole nel maggio scorso che in quello del 1934, essendosi il deficit mensile ridotto da 181 milioni di lire a 173 milioni di lire. Quando si pensi che nei primi mesi dell'anno (come del resto negli ultimi mesi del 1934) la situazione della bilancia commerciale era andata invece continuamente peggiorando, si vede come la nuova politica degli scambi bilanciati e dei contingentamenti cominci effettivamente a far sentire i suoi effetti benefici.

Estendendo le considerazioni statistiche al periodo dei primi cinque mesi, troviamo quest'anno un complesso di importazioni per un valore di 3121 milioni di lire e un totale di esportazioni per 1904 milioni di lire, mentre nello stesso periodo del 1934 le importazioni erano arrivate a 3267 milioni e le esportazioni a 2118 milioni. Il disavanzo della bilancia commerciale che alla fine del quinto mese risultava di 1149 milioni di lire, ammonta quest'anno a meno di 1157 milioni, valori praticamente coincidenti. L'influenza nefasta dei primi mesi è stata quindi ormai quasi completamente corretta dalle migliori risultanze dei mesi successivi.

È probabile che tale movimento favorevole abbia a continuare coll'estendersi delle nuove trattative in corso cogli altri Paesi cosicchè la bilancia commerciale sembra vada facendosi meno gravosa. Quanto all'incremento auspicabile nel volume complessivo degli scambi, si tratta di opera di più lunga lena e che non dipende soltanto dalla nostra volontà o dai provvedimenti che possono comunque essere presi da parte nostra.

Sono intanto continuati i provvedimenti di assestamento del nuovo regime del commercio nazionale coll'estero.

È entrata in funzione la nuova Sovraintendenza allo scambio delle valute, che come è noto, ha diretta ingerenza in quanto riguarda gli scambi commerciali cogli altri Paesi. La Sovraintendenza ha subito stabilito diretti rapporti colle organizzazioni Sindacali del Commercio, dell'Industria e dell'Agricoltura, per una proficua collaborazione. Una delle direttive della Sovraintendenza, oltre al coordinamento dei mezzi di pagamento all'estero e al potenziamento delle esportazioni per questo scopo, è anche quello dello snellimento dei congegni relativi al controllo delle importazioni. In questo senso la sua opera sarà indubbiamente accolta col massimo favore negli ambienti industriali e commerciali desiderosi di vedere ridotto al minimo ogni imbarazzo, pur necessario e inevitabile, alla loro libertà di azione entro i limiti stabiliti dall'interesse generale del Paese.

È stato firmato il nuovo Accordo commerciale colla Svizzera. Come è nota la Svizzera, appena conosciute le nuove direttive assunte dal nostro Governo nei riguardi del commercio estero, aveva subito manifestato il desiderio di iniziare trattative per una immediata e rapida sistemazione.

L'interessamento svizzero ha incontrato il migliore accoglimento da parte italiana. Il movimento commerciale fra i due Paesi è infatti assai intenso e costituisce una aliquota importante del rispettivo movimento complessivo.

Infatti nel 1934 il movimento di scambi commerciali italo-svizzeri ha rappresentato un valore di circa 735 milioni di lire e nel primo trimetre del corrente anno è stato di oltre 128 milioni di lire. Si tratta quindi di cifre cospicue che meritano tutto l'interessamento tanto più pel fatto che anche qualitativamente le correnti di scambi si presentano molto importanti; esse si prestano in fatti ad una reciproca compensazione e ad un naturale incremento sia nel campo industriale che in quello agricolo.

Le trattative, condotte sempre collo spirito di cordiale amicizia che caratterizza i rapporti fra i due Paesi, hanno condotto ad accordi soddisfacenti per entrambe le parti e si spera che gioveranno ad intensificare gli scambi reciproci fra l'Italia e la Svizzera.

Colla Svezia si è raggiunto un accordo provvisorio che avrà la durata di un anno a partire dal 1° luglio 1935. Secondo quanto è stato convenuto, la Svezia non stabilirà alcuna limitazione alla introduzione di merci di orgine italiana mentre le esportazioni svedesi in Italia saranno contingentate nella misura dell'80 % rispetto ai risultati delle statistiche relative all'annata 1934.

È interessante osservare come nell'anno in corso si vada manifestando una tendenza ad un sensibile incremento negli acquisti in Italia da parte della Svezia; se il movimento si mantenesse, si prevede che esso determinerebbe un sensibile incremento nelle nostre esportazioni nella Svezia, che nel 1934 rappresentarono un valore complessivo di 50 milioni, di contro a 100 milioni di lire di acquisti italiani di merci svedesi. Mentre noi importiamo principalmente cellulosa e acciai speciali, la Svezia acquista in Italia, specialmente prodotti agricoli e il così detto «fiocco» o cotone artificiale.

L'accordo commerciale colla Svezia è poi integrato da una speciale convenzione per il regolamento dei pagamenti commerciali.

Anche colla Grecia è intervenuto un accordo in seguito alle trattative intercorse colla Missione commerciale recatasi appositamente a Roma.

L'accordo, è stato stipulato per una durata di sei mesi, cioè dal 1° luglio al 31 dicembre 1935, ma ne è prevista la proroga. Anche qui le trattative sono state favorite dalle relazioni cordiali che corrono fra l'Italia e la Grecia. L'accordo, che tiene conto dell'andamento degli scambi nello scorso anno, consente un contingentamento del 100 % per le merci di origine greca, rispetto ai dati del 1934. Anche questo accordo è completato da una convenzione circa le modalità di effettuazione dei pagamenti commerciali.

È da osservare che le correnti di scambi commerciali fra l'Italia e la Grecia presentano un singolare carattere di instabilità. Infatti mentre nel 1930 abbiamo importato dalla Grecia merci per un valore complessivo di 412 milioni di lire e abbiamo esportato in Grecia per 388 milioni, nell'anno successivo le statistiche precipitano a 73 milioni per le importazioni e 128 milioni per le esportazioni; l'anno 1932 ha segnato un miglioramento mentre poi la contrazione ha ripreso in modo molto sensibile. Evidentemente è in questo campo possibile di fare molto per incrementare e stabilizzare gli scambi commerciali e a questo scopo mira il nuovo Accordo.

Aspetti particolari e caratteristici presentano gli accordi commerciali stipulati colla Russia, per un complesso di ragioni che riguardano la importanza del mercato russo, le difficolta del sistema delle garanzie dei crediti agli esportatori italiani, ecc.

È da tenere presente che in questi ultimi anni il volume medio complessivo degli scambi italo-russi si è aggirato sul mezzo miliardo di lire annue e talvolta anche di più. Gli accordi mirano naturalmente a incrementare ulteriormente gli scambi, ma anche a stabilire una efficace base di normalizzazione. È stata anche prorogata sino al 30 giugno 1936 la nota Concessione di transito attraverso la U.R.S.S. delle merci italiane dirette in Persia, stabilita col Trattato di commercio italo-sovietico del 1924.

Alla serie di accordi commerciali si è aggiunto recentissimamente anche quello coll'Olanda e le Indie olandesi.

Nel 1934 gli scambi commerciali italo-olandesi sono stati equilibrati sulla cifra di 134,8 milioni per le importazioni dall'Olanda e 134,6 milioni per le nostre esportazioni in Olanda. Nei primi mesi del corrente anno si è andata invece manifestando una tendenza al peggioramento a nostro danno. Di questo fatto tengono conto le convenzioni stipulate. Noi esportiamo in Olanda specialmente tessuti e fibre artificiali e di cotone e lana, prodotti agricoli, piriti e ceneri di pirite, prodotti chimici, ecc.; acquistiamo invece in Olanda carbon fossile, ghisa, pelli, fecole, semi oleosi, patate, ecc.

*

Le vicende della controversia abissina e le disposizioni di ordine militare alle quali la minaccia etiopica ci costringe, hanno naturalmente inevitabili ripercussioni sul bilancio dello Stato.

Questo aumento di spese viene a turbare un poco l'opera risanatrice del bilancio che era stata intrapresa energicamente e che già dava frutti tangibili. D'altra parte non è il caso di rimpiangere tali voci di spese le quali corrispondono ad una imprescindibile necessità di difesa e di prestigio nazionale. Non bisogna poi dimenticare che la cosa è relativamente meno grave di quanto si potrebbe a prima vista giudicare; infatti si tratta di somme che vengono spese all'interno del Paese e che si traducono in un aumento di attività delle industrie nazionali. È quindi un giro di denaro che non altera la consistenza della ricchezza nazionale ma anzi ne esalta la produttività.

Se sarà necessario in seguito fare dei sacrifici per ristabilire l'equilibrio del bilancio, il Paese non potrà lagnarsene, tanto più se la vertenza attuale condurrà in un modo o nell'altro ad aprire al nostro popolo uno sbocco per le sue energie esuberanti e ansiose di esplicarsi per nuove realizzazioni e per nuovi progressi.

Non bisogna dimenticare che la nostra popolazione cresce ogni anno di circa 400.000 anime; i grandi lavori di bonifica compiuti o ancora in corso hanno portato certamente un contributo notevole

alle disponibilità del territorio nazionale. Ma è evidente, ed è chiaramente capito anche all'estero, che l'Italia ha bisogno assoluto di uno sbocco per la sua popolazione che deve pur traboccare da qualche parte.

Necessità dunque di nuovi territori da fecondare col lavoro del nostro popolo, di nuove terre su cui portare l'alacre attività costruttrice delle nostre genti. Il sacrificio finanziario attuale potrà essere assai largamente compensato nel prossimo futuro.

Queste considerazioni vanno tenute presenti nell'osservare le risultanze del Conto del Tesoro in questi mesi eccezionali.

Al 31 maggio, le entrate registrate nel mese risultavano di 1565 milioni di lire, mentre gli impegni di spesa ammontavano a 1879 milioni di lire. Si verificava così durante il mese di maggio uno squilibrio passivo di 314 milioni di lire.

Di questo disavanzo tuttavia soltanto 89 milioni riguardavano la parte ordinaria del bilancio mentre il rimanente (225 milioni) si deve attribuire agli impegni relativi alle eccezionali esigenze delle Colonie dell'Africa orientale. Se si pensa che nel maggio 1934 si era verificato un disavanzo di ben 212 milioni si vede come vi sia stato un evidente ed efficace miglioramento intrinseco nella parte ordinaria, che è poi quella di carattere permanente, del bilancio statale.

Escludendo le spese per le Colonie dell'Africa orientale, si arriverebbe complessivamente, alla fine dell'undecimo mese dell'esercizio, ad un disavanzo di 1604 milioni di lire; somma questa da confrontare direttamente con quella di 3743 milioni di lire che si verificava alla fine del mese di maggio sull'esercizio precedente.

Includendo anche le spese di carattere eccezionale a cui si è accennato, il disavanzo complessivo alla fine del mese di maggio sale quest'anno a 2509 milioni, restando quindi ancora notevolmente al di sotto di quello toccato nello scorso anno.

Tenendo poi conto anche che il movimento capitali presenta una eccedenza passiva di 87 milioni, il disavanzo salirebbe a 2590 milioni di lire. E introducendo nel conto le risultanze della nota emissione di buoni novennali la situazione finanziaria globale chiuderebbe, al 31 maggio, con una differenza passiva di 821 milioni di lire.

La situazione di cassa presentava, alla fine maggio, un fondo liquido e immediatamente spendibile di 975 milioni, dei quali 788 in conto corrente presso la Banca d'Italia.

È stato pubblicato il Decreto che autorizza per l'esercizio finanziario 1935-36 la emissione di Buoni del Tesoro al portatore e nominativi con scadenza a dodici mesi e fruttanti l'interesse anticipato del 4 %. I Buoni saranno distinti in otto serie con valori da L. 500 a L. 500.000. Non vi è dubbio che anche questa emissione troverà larga accoglienza fra il pubblico.

*

Durante il mese di aprile è continuato il buon andamento dell'indice generale delle industrie, compilato come è noto, dal Ministero delle Corporazioni. Nell'aprile 1935 tale indice è risultato di 106,77 con riferimento a quello del 1928 posto eguale a 100. L'indice generale è stato notevolmente superiore a quello dello scorso anno per lo stesso mese in cui si limitò al valore di 82,69; ancora più basso era stato l'indice dell'aprile nell'anno 1932 che fu di 75,35; nel 1931 si ebbe un indice di 86,86 e nel 1930 il valore corrispondente fu di 106,31.

Il progresso compiuto dopo la depressione della crisi mondiale è dunque ben visibile attraverso queste cifre. Non vi è dubbio che l'elevato valore toccato dall'indice nello scorso aprile è largamente influenzato, anche dalle ordinazioni di ordine militare in relazione alle speciali contingenze attuali. Tuttavia il fatto che il miglioramento dell'indice si estende a tutte le branche dell'attività industriale del Paese sta a dimostrare che vi sono anche ragioni intrinseche che influiscono sul fenomeno in senso favorevole.

Infatti rispetto all'aprile 1934, troviamo migliorato del 27 % l'indice relativo alle industrie metallurgiche e del 24,8 % quello delle industrie meccaniche; ma troviamo un incremento di ben il 38,4 % nell'industria delle costruzioni, del 17 % nell'industria cartaria, del 16,3 % nell'industria tessile e del 6 % nelle industrie produttrici di energia, calore e illuminazione. È da notarsi però che l'andamento dell'indice nell'industria tessile è dovuto principalmente al buon andamento della produzione delle fibre artificiali e del lino e della canapa, mentre nel campo cotoniero le cose vanno in modo assai meno favorevole.

Passando a considerare separatamente le diverse voci delle industrie meccaniche e metallurgiche troviamo anzitutto un forte incremento nella produzione della ghisa, di cui nel mese di maggio 1935 si sono prodotte 51.409 tonnellate, di contro a 47.222 tonnellate nel precedente mese di aprile e a 44.842 tonnellate nel mese di maggio del 1934.

Anche la produzione dell'acciaio è stata in fortissimo aumento. Nel mese di maggio ora decorso si sono raggiunte le 108.000 tonnellate, invece di 176.780 nel mese di aprile immediatamente precedente e di 157.905 tonnellate nel maggio dello scorso anno.

Per quanto riguarda i laminati di ferro, le statistiche danno per l'aprile 1935 una produzione di 168.084 tonnellate di contro a 118.279 tonnellate nel mese di aprile dell'anno 1934.

Complessivamente nei primi cinque mesi dell'anno in corso si sono prodotte 229.304 tonnellate di ghisa e 850.551 tonnellate di acciaio, in confronto rispettivamente a 210.783 tonnellate e a 741.894 tonnellate prodotte nello stesso periodo dell'anno precedente.

Anche per le leghe di ferro la produzione è passata, per il periodo dei primi cinque mesi, da 18.700 tonnellate circa nel 1934 a 19.700 tonnellate circa nel 1935. Si presentano pure in aumento, per lo stesso periodo di tempo, la produzione dello zinco, e del mercurio, mentre sono in contrazione la produzione del piombo, dell'alluminio e dell'antimonio.

In forte aumento si presenta pure la produzione di altre industrie importanti, come quella del cemento, della seta naturale, del rayon, della carta, ecc. Invece si nota una diminuzione rispetto allo scorso anno nella produzione dei perfosfati.

Il traffico ferroviario continua a risollevarsi lentamente dalla forte depressione in cui era caduto.

Nel mese di maggio ora decorso il tonnellaggio globale delle merci trasportate per conto di privati sulla rete delle Ferrovie dello Stato, è risultato alquanto superiore a quello dello scorso anno nello stesso mese. Si è infatti passati da 2.647.057 tonnellate nel maggio 1934 a 2.655.841 tonnellate nel maggio 1935. Complessivamente nel periodo dei primi cinque mesi dell'anno si sono avute 13.343.945 tonnellate di merci trasportate nel 1935 in confronto a 13.231.930 tonnellate nel 1934; l'incremento, per quanto modesto, è pur sempre significativo.

Anche nel movimento dei passeggeri si nota una certa ripresa; se ne sono avuti 6.979.635 durante il mese di aprile ora decorso in confronto a 6.582.738 nell'aprile dell'anno precedente. Nel primo quadrimestre si è arrivati quest'anno a 23,2 milioni di passeggeri in confronto a 22,9 milioni nello stesso periodo del 1934.

In netto incremento continua a manifestarsi il movimento portuale. Contro un movimento di 3.168.478 tonnellate di merci caricate o scaricate nei nostri porti nel mese di maggio dello scorso anno, si è avuto nel maggio ora decorso un movimento di 3 milioni e 454.413 tonnellate di merci.

Complessivamente nei primi cinque mesi di quest'anno il movimento di merci in arrivo o in partenza è stato di 16.421.956 tonnellate, di contro a 14.855.857 tonnellate nello stesso periodo del 1934.

Un indizio della ripresa economica che si va lentamente affermando lo troviamo anche nell'andamento dell'indice dei prezzi all'ingrosso che, per quanto riguarda l'Italia è passato da 64,2 nel mese di marzo a 65,5 nel mese di aprile.

L'andamento ascendente dei prezzi all'ingrosso è del resto un fenomeno mondiale che si è andato lentamente ma abbastanza sicuramente affermando da qualche anno dopo la depressione massima toccata nel 1932.

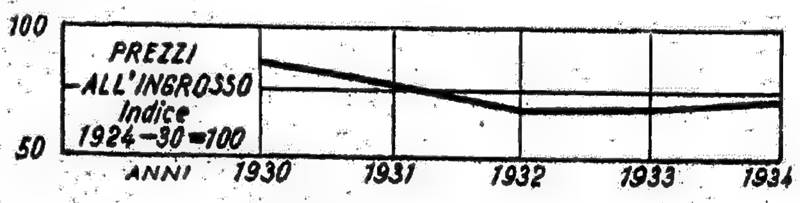


Fig. 1. — Indice mondiale dei prezzi all'ingrosso.

Il diagramma che pubblichiamo (fig. 1), costruendolo sulla base di autorevoli statistiche, dimostra questo lento riprendersi del mercato internazionale.

Il fenomeno è naturalmente collegato a quello del lento esaurirsi dei grandi stocks mondiali di merci e di prodotti naturali che si erano andati accumulando durante gli anni più gravi della crisi.

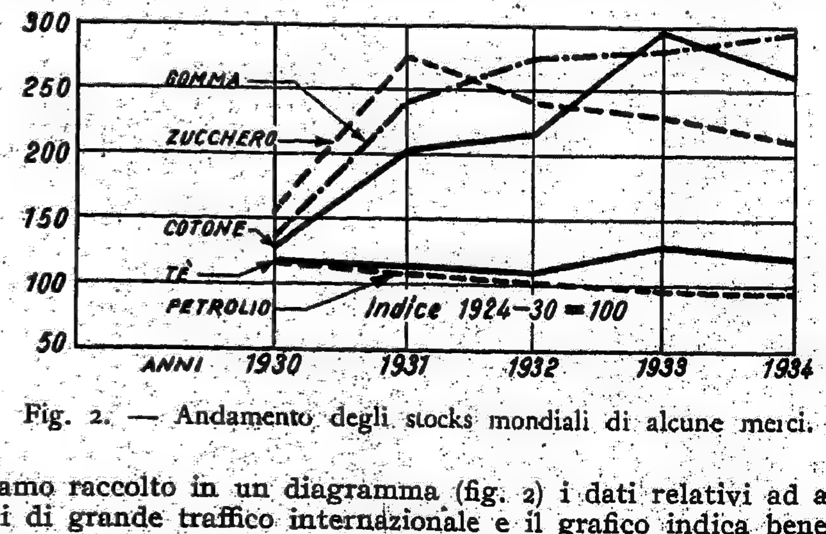


Fig. 2. — Andamento degli stocks mondiali di alcune merci.

Abbiamo raccolto in un diagramma (fig. 2) i dati relativi ad alcune merci di grande traffico internazionale e il grafico indica bene questa tendenza ad un ritorno a condizioni più normali; fa eccezione la gomma il cui commercio si trova notoriamente in condizioni, per così dire, patologiche. Coll'esaurirsi degli stocks si manifesta anche, come è naturale, la ripresa nella produzione delle principali materie prime.

Per completare i dati statistici relativi al nostro Paese ricordia-

mo ancora la sensibile diminuzione che si va regolarmente manifestando riguardo ai fallimenti e ai protesti bancari.

A considerazioni molto confortanti si presta l'andamento delle statistiche relative alla disoccupazione.

Risulta infatti che dalla fine del mese di aprile alla fine del mese di maggio ora decorso si è verificata una ulteriore contrazione di ben 47.705 unità nel numero dei senza lavoro passati così da un totale di 803.054 a soli 755.349.

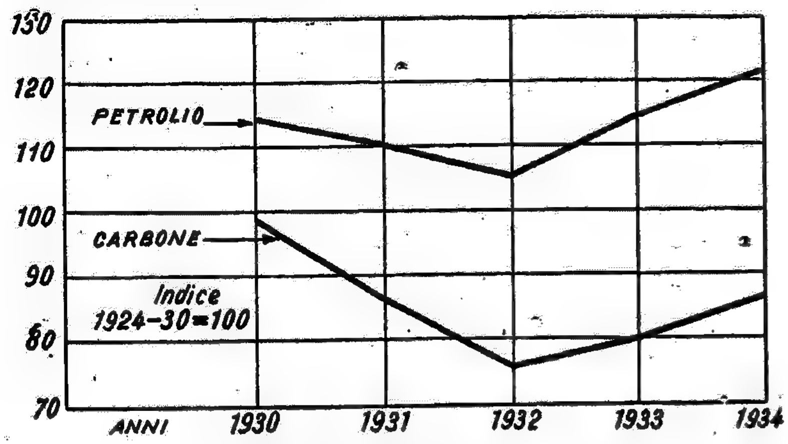


Fig. 3. — Indice mondiale della produzione del carbone e del petrolio.

Nei confronti della fine maggio dello scorso anno la situazione risulta quindi migliorata di circa 186.000 unità. Pur tenendo conto delle particolari condizioni attuali nei riguardi dei provvedimenti militari, non vi è dubbio che tale miglioramento sia altamente confortante. Quasi tutte le industrie, ad eccezione di quella cotoniera hanno riassorbito un buon numero di lavoratori.

*

Il mercato borsistico nel mese di maggio ha segnato alcune curiose contraddizioni.

La prima ottava infatti ha rovesciato completamente le tendenze ormai da parecchio tempo predominanti e così si è visto il favore del pubblico rivolgersi nuovamente con preferenza ai titoli di Stato e alle obbligazioni a reddito fisso trascuranndo i titoli azionari il cui mercato languiva mentre le quotazioni si appesantivano su tutta la linea.

Nelle ottave successive, il movimento si invertiva nuovamente con una brillante ripresa dei titoli azionari, mentre i titoli di Stato e le obbligazioni venivano trascurate e perdevano quòta progressivamente e costantemente. In chiusura invece assistiamo ad un nuovo accenno di ripresa dei titoli statali.

Nel complesso la mesata borsistica può dirsi favorevole al mercato azionistico che realizza progressi notevoli in quasi tutti i comparti, mentre il Redimibile e la Rendita perdono qualche punto.

Renato San Nicolò

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di giugno.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	600	753,—	765,50	778,—
Lombarda	400	383,—	390,—	391,—
Bresciana	200	262,50	262,—	262,—
Gen. Elettrica Cisalpina priv.	125	142,50	139,—	136,—
» » » ord.	125	82,25	80,50	82,—
Unione Esercizi Elettrici	10	11,45	11,40	11,85
Elettricità Alta Italia	100	114,—	112,—	110,50
Adriatica	100	169,75	163,50	164,50
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	200	279,80	282,—	283,50
Officine Elettriche Genovesi	250	310,—	312,—	314,—
Generale Elettrica della Sicilia	100	79,25	79,75	79,25
Soc. Elettrica Piacentina	150	187,50	185,—	184,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	397,50	400,50	399,50
Forze Idrauliche Crespi	375	391,—	390,—	367,—
Elettriche Valdarno	100	157,—	159,75	159,75
Tirso	250	86,—	90,75	88,75
Terni	200	228,—	233,—	238,—
Meridionali d'Elettricità	250	271,50	275,25	274,50
Idroelettriche Piemontesi	50	51,50	52,75	53,50
Dinamo	200	291,—	292,—	289,—
Soc. Romana d'Elettricità	280	359,—	360,—	349,—

*

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di giugno.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:

Cardiff primario	L. 170,—	a	L. 172,—	alla tonn.
Americano	» —,—	»	» —,—	»
Slesia	» 144,—	»	» 146,—	»
Sarre	» 137,—	»	» 139,—	»

Antraciti:

Inglese primaria (in pezzatura)	» 208,—	»	» 210,—	»
Tedesca (in pezzatura)	» 200,—	»	» 211,—	»

Coke:

Coke da gas nazionale	» 160,—	»	» 180,—	»
» » » inglese	» —,—	»	» —,—	»
» metallurgico nazionale	» 165,—	»	» 169,—	»
Petrolio	» 175,35	»	» —,—	al Q.le

Nafta:

Per Diesel	» 543,—	»	» 560,—	alla tonn.
Per caldaie	» 218,—	»	» 235,—	»
Benzina in fusti	» 253,—	»	» 293,—	al Q.le

METALLI

Ghisa:

Engliton N. 1	L. 410,—	a	L. 440,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	» 365,—	»	» 400,—	»
Ematite	» 380,—	»	» 420,—	»
Lussemburgo-Lorena	» 345,—	»	» 370,—	»

Ferro:

Laminato omogeneo	» 76,50	»	» 80,50	al Q.le
Poutrelles	» 74,50	»	» —,—	»
Lamiere da 4 mm. in più	» 91,50	»	» —,—	»

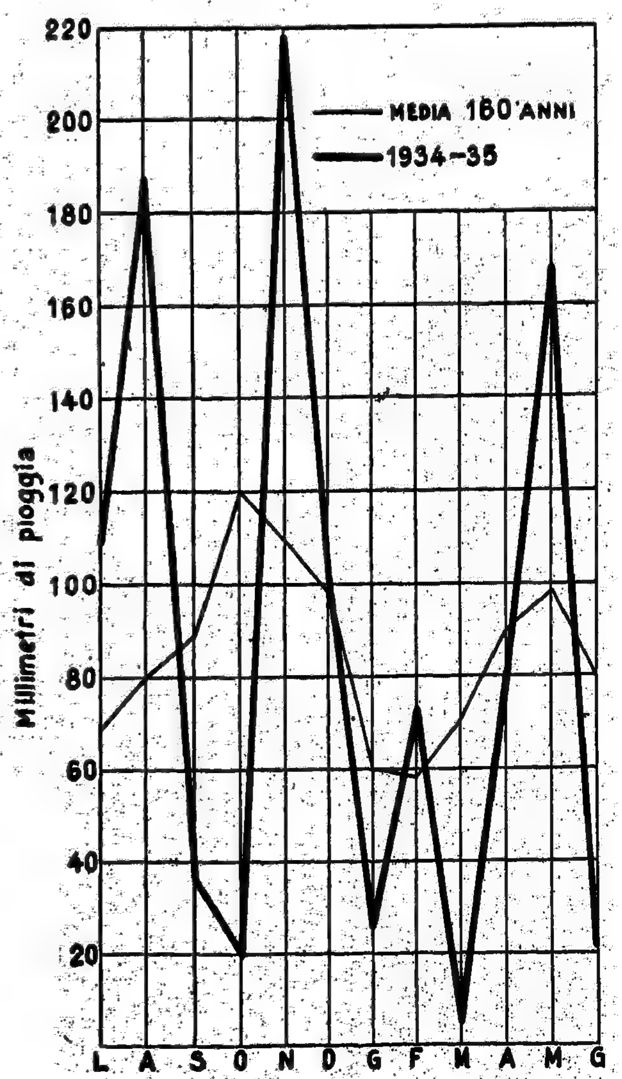
Acciaio:

Rapido per utensili	» 400,—	»	» 3200,—	al Q.le
Martin Resist. 50-70	» 90,—	»	» 135,—	»
Tubi trafilati	» 250,—	»	» —,—	»
Rame elettrolitico	» 410,—	»	» 450,—	»
» in fogli comuni	» 740,—	»	» 760,—	»
» in barre tonde e quadre	» 695,—	»	» 745,—	»
Stagno in pani	» 2250,—	»	» 2500,—	»
Zinco in pani la fusione	» 230,—	»	» 275,—	»
Piombo in pani la fusione	» 195,—	»	» 205,—	»
Antimonio	» 765,—	»	» 825,—	»
Ottone in barre	» 590,—	»	» 605,—	»
Alluminio in pani	» 880,—	»	» 940,—	»

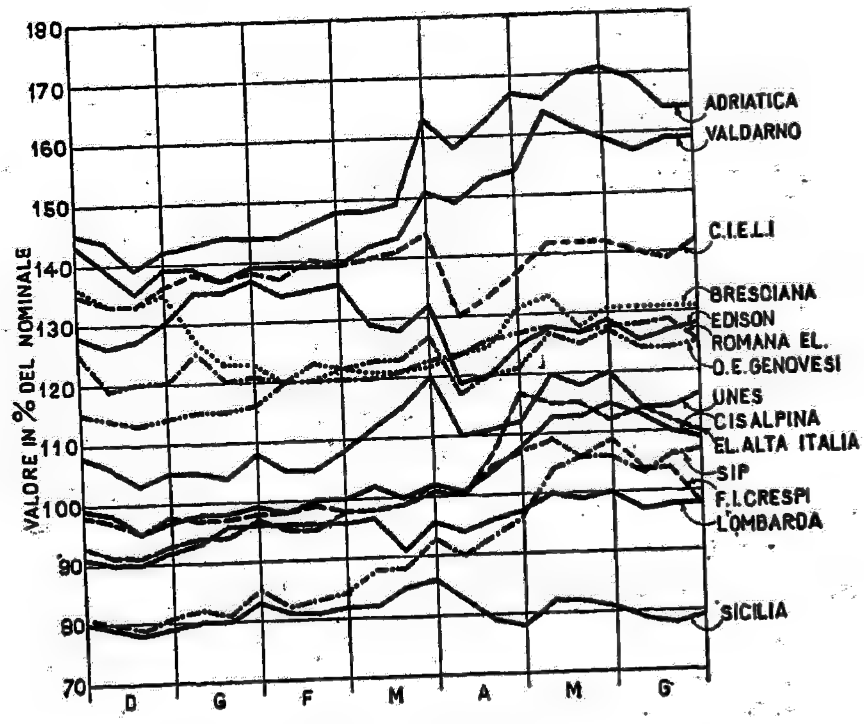
* *

Dati pluviometrici mensili per la Città di Milano

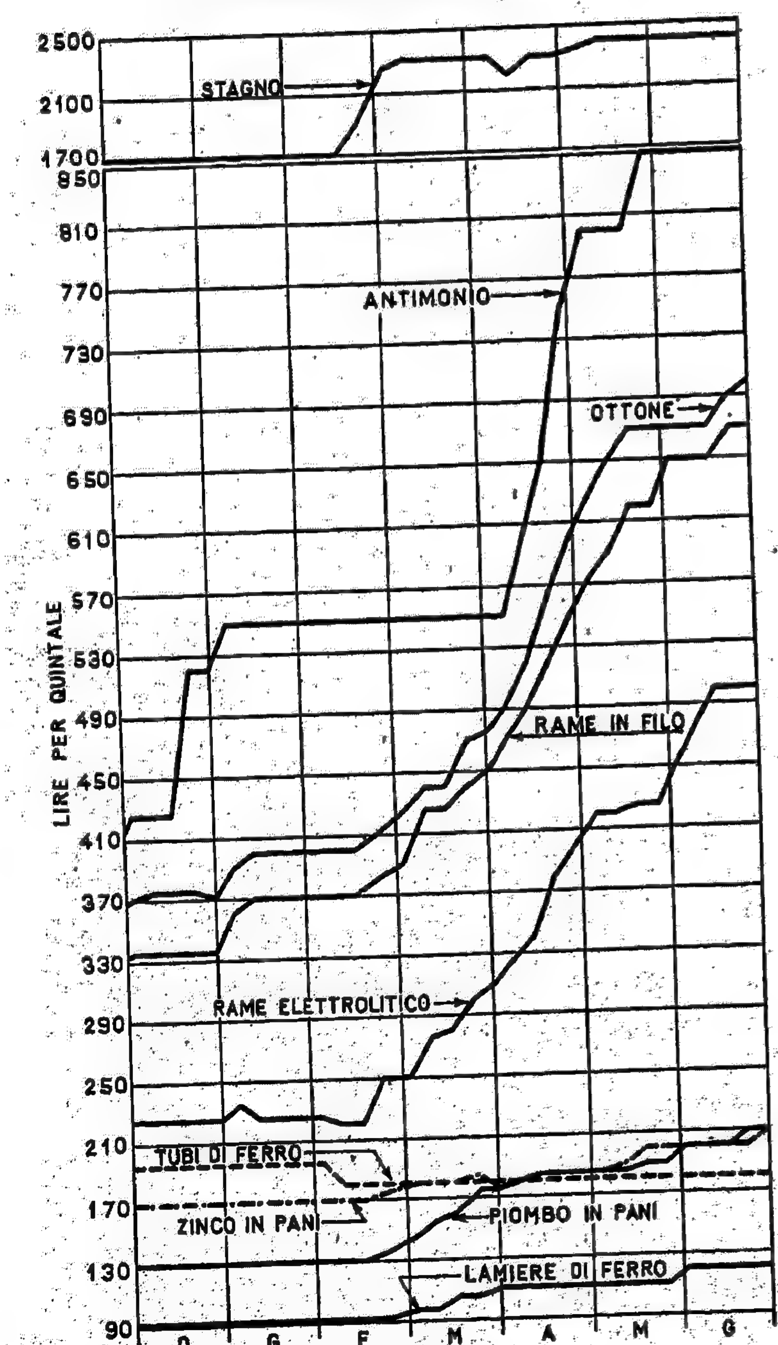
(Riassunto annuale)



Titoli delle principali Società Elettriche
(Riassunto semestrale)



Prezzi dei Metalli
(Riassunto semestrale)



LIBRI E PUBBLICAZIONI

Annuario Politecnico Italiano (Milano - Via Silvio Pellico, 12 — Un volume di cm. 27×21 di 1048 pagine. - Prezzo L. 125).

È testè uscita l'edizione 1935 dell'« Annuario Politecnico Italiano » Guida Generale delle Industrie Nazionali, redatta in Italiano, francese, inglese, tedesco e spagnuolo.

È un elegante volume di oltre 1000 pagine di grande formato e contiene gli indirizzi e i dati delle Ditte Industriali di tutta Italia suddivise nei rispettivi Grupi a seconda dell'industria esercita, ed elencati per ordine alfabetico di Città e Comune.

La disposizione tecnica della materia e delle rubriche delle quali è composta l'opera è stata fatta in modo pratico tale da consentire a chiunque una facilissima consultazione.

Questa 17ª edizione che è stata scrupolosamente aggiornata e curata in ogni sua parte, conferma ancora una volta l'utilità e l'interesse che questa pubblicazione può presentare per Enti, Industriali, Commercianti, Esportatori Italiani e stranieri.

SUNTI E SOMMARI (*)

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

C. H. Frier — **Relais di sovracorrente istantanei per protezioni con relais di distanza.** (Elec. Eng., aprile 1935, pag. 404-408, con 4 fig.). **3 e**

Viene illustrato un particolare sistema di protezione rapida delle linee di trasmissione applicato sulla rete della Oklahoma Gas and Electric Co. Il sistema consiste essenzialmente nell'aggiunta di un elemento istantaneo a sovracorrente che in molti casi venne montato entro la cassetta stessa del comune relais di sovracorrente a tempo ritardato, direzionale o non direzionale, già in servizio. Il sistema fu scelto dopo un accurato studio delle varie condizioni di regime transitorio che potevano verificarsi in seguito ad eventuali guasti. L'uso di soli relais di distanza di tipo normale avrebbe permesso di realizzare il distacco istantaneo del tronco guasto soltanto per una certa lunghezza di linea e inoltre essi richiedono spese notevoli di manutenzione e di sorveglianza. I relais istantanei di sovracorrente assicurano il distacco di una certa lunghezza di linea, alla condizione però che la potenza impegnata non vari sensibilmente. La combinazione di essi con ordinari relais di massima permette di realizzare il distacco del tronco guasto in circa un terzo di secondo; si è così aumentata la rapidità di intervento dei relais di massima senza ridurne la selettività. Le esperienze raccolte in esercizio dal luglio 1933 al dicembre 1934 hanno dimostrato l'efficacia dei dispositivi che non hanno mai dato luogo ad interventi errati. I relais richiedono intensità di corrente rilevanti e non vi è quindi pericolo che intervengano in seguito a oscillazioni o fenomenti transitori del sistema di trasmissione. In alcuni casi si sono adottati i relais istantanei per proteggere l'intera linea contro qualsiasi corrente dovuta a guasto; ad esempio nel caso di un linea che parte da una centrale e mette capo a un gruppo di trasformatori, l'impedenza di questi fa si che la corrente di guasto proveniente dalla centrale subisca una brusca diminuzione in corrispondenza ai trasformatori stessi e nella linea che prosegue oltre essi; ciò rende possibile di isolare istantaneamente ogni guasto che si verifichi fra la centrale e i trasformatori. Il sistema di protezione accennato è stato anche esteso con risultati soddisfacenti a linee di distribuzione a 4000 V. La spesa per l'aggiunta, ai relais di massima esistenti, dei relais istantanei, è stata relativamente assai limitata. N.

P. Grenier — **La protezione contro il fulmine. Scaricatori e parafulmini radioattivi.** (Bull. Soc. Belge Elec., febbraio 1935, pag. 57-81, con 4 fig.). **3d**

Considerando prima la protezione delle reti ad alta tensione l'A. ricorda anzitutto lo scaricatore di tipo Helita-Mollard, consistente essenzialmente in condensatori, di cui un'armatura è fatta dalla linea stessa e l'altra da involucri metallici concentrici e muniti di punte metalliche; i condensatori sono provvisti di pezzi isolanti coperti di smalto radioattivo, che ionizzando l'aria accrescono l'efficacia dello scaricatore. La protezione delle reti a bassa tensione presenta aspetti differenti e l'A. ricorda ancora un apparecchio Helita che si compone essenzialmente di uno scaricatore e di un contattore collegati con un dispositivo elettromagnetico. I due elementi consistono entrambi di 2 elettrodi di carbone, uno dei quali mobile per effetto di un elettromagnete; quando la corrente supera un certo valore l'altro magnete

(*) Per i titoli delle Riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. ... del fascicolo del 10 gennaio 1935.

interviene, spostando i contatti in modo da permettere la scarica a terra eliminando le resistenze inserite; anche qui sono utilizzati sali radioattivi per eliminare il ritardo all'innesco. Successivamente l'A. passa a considerare gli elementi da definire per l'impiego di scaricatori sulla bassa tensione, rilevando come la tendenza ad abbassare eccessivamente la tensione di innesco possa portare a facili disturbi nell'esercizio. Grande cura naturalmente va presa per rendere quanto più piccola possibile la resistenza di terra. Viene poi esposta la storia dello sviluppo dei parafulmini per la protezione degli edifici, ricordando le successive modificazioni apportate a tali dispositivi; è riassunta la teoria di Simson sulla formazione del fulmine e le moderne vedute in proposito. Sono descritti i tipi più recenti di parafulmini e in particolare quelli tipo Helita provvisti di punta radioattiva; per accrescere l'efficacia si è anche pensato di aumentare mediante un potenziale acceleratore la velocità di propagazione degli ioni prodotti; questi apparecchi sembrano essere assai efficaci. In ultimo sono considerate le questioni del conduttore di discesa del parafulmine e della messa a terra. *Ri.*

A. Schmid — **Nuovi orientamenti nelle costruzioni di interruttori per alte tensioni e grandi capacità di rottura.** (L'En. Elettr., marzo 1935, pag. 195-199, con 7 fig.). **3 b**

L'A. rileva come possa sembrare strano che proprio nel momento attuale, in cui può ritenersi raggiunta una perfetta messa a punto dell'interruttore in olio, si manifesti la spiccata tendenza ad abbandonare tali apparecchi. Le ragioni principali sarebbero, secondo l'A., il pericolo di incendi (casi rari, ma gravissimi) e le difficoltà di trasporto delle unità di grande potenza e per alte tensioni. Si può infatti ritenere che le dimensioni lineari di un interruttore in olio sieno grossolanamente proporzionate alla tensione e che perciò l'ingombro, il peso, e il contenuto d'olio varino all'incirca col cubo della tensione stessa. I nuovi tipi si possono classificare in 4 categorie: interruttori senz'olio a rottura in acqua, a rottura in aria con soffio magnetico dell'arco (tipi Dejon), ad aria compressa oppure interruttori a volume d'olio ridotto. Di questi ultimi si occupa in particolare l'A., rilevando i principi su cui sono fondati: portare gli elettrodi ad una certa distanza prima di tentare lo spegnimento; raggiunta tale distanza disporre di un soffiaggio di olio e di vapore su tutta la lunghezza dell'arco, ricorrendo anche ad una sorgente ausiliaria di energia per effettuare l'iniezione d'olio; sostituire la massa d'olio isolante con parti in porcellana, riunendo in un recipiente di piccola dimensione la parte elettrica attiva dell'interruttore colla quantità d'olio strettamente necessaria per lo spegnimento. Viene in particolare descritto un interruttore di tal genere adatto per tensioni anche elevatissime, illustrandone dettagliatamente il funzionamento. Poichè l'energia sviluppata dall'arco durante la rottura in un interruttore a volume d'olio ridotto è molto inferiore a quella che si sviluppa in un interruttore in olio comune, viene evitato l'inconveniente da alcuni temuto del rapido deterioramento della piccola quantità d'olio contenuta. In conclusione i vantaggi del nuovo tipo sarebbero: minima energia dissipata, interruzione rapidissima, notevole risparmio nell'installazione e nella manutenzione, pericolo d'incendio ridotto al minimo, grandissima facilità d'ispezione, peso molto ridotto e ingombro inferiore ai comuni interruttori in olio. *Ri.*

J. W. Dodge e L. W. Thompson — **Il progresso e l'impiego dei regolatori automatici di tensione.** (Gen. Elec. Rev., febbraio 1935, pag. 77-83). **3 c**

Il regolatore Tirrill, attraverso successivi perfezionamenti, ha avuto fino al 1925 un incontrastato successo nella regolazione della tensione degli alternatori: negli anni seguenti fu però gradualmente sostituito da tipo nuovi ed attualmente il suo campo di applicazione resta limitato a quello delle macchine di media e piccola potenza. I tipi di regolatori automatici di tensione attualmente più in uso sono di tipo reostatico, e cioè il tipo ad azione diretta e quello ad azione indiretta. Il regolatore reostatico ad azione diretta tipo GDA è adatto per la regolazione individuale di alternatori di media e piccola potenza con eccitatrice ad eccitazione propria direttamente accoppiata. Esso agisce direttamente sul campo della eccitatrice variando con continuità la resistenza di regolazione da zero ad un massimo. È di costruzione molto semplice, non ha contatti vibranti ed entra in azione soltanto quando ne è necessario l'intervento, altrimenti resta inerte. Per la regolazione automatica della tensione di alternatori di grande potenza un regolatore del tipo descritto, non è più sufficiente. Si può usare invece il tipo GFA-4, reostatico ad azione indiretta. Come il precedente, il regolatore ad azione indiretta richiede che ogni alternatore abbia un'eccitatrice individuale ad eccitazione propria o indipendente. Ogni regolatore non può servire che per la regolazione di un solo alternatore. Il regolatore tipo GFA-4 comprende essenzialmente un elemento voltmetrico con contatti azionati da un motore bilanciato trifase, alimentato da una tensione proporzionale a quella da regolare, un reostato a comando elettrico e due relais per regolazione rapida in caso di forti variazioni di tensione. La rapidità di intervento di questo regolatore è molto elevata, dell'ordine di un ventesimo di secondo nel caso della regolazione rapida. Il tempo di regolazione dipende tuttavia dalla prontezza dell'eccitatrice e dalla costante di tempo del circuito. *C. G. E.* (*)

APPLICAZIONI TERMICHE.

Progressi realizzati nel materiale e nei metodi di saldatura elettrica. (La Tech. Mod., 15 marzo 1935, pag. 219-220, con 4 fig.). **5 c**

La nota tratta essenzialmente dei materiali moderni usati per saldatura, e riporta qualche esempio di realizzazione nel campo della costruzione delle macchine, dei gasometri, della carpenteria saldata, ecc.

Per ottenere il massimo dei risultati colla saldatura ad arco, gli elettrodi debbono essere di conveniente composizione e per questo si hanno diversi tipi a seconda delle categorie di lavorazioni, tipi per saldature comuni, per saldature resistenti, per saldatura di parti che verranno sottoposte a notevoli sollecitazioni di allungamento e resilienza, ecc.

Per quanto riguarda poi l'alimentazione degli elettrodi si è portati a preferire in genere, l'alimentazione a corrente continua invece dell'alimentazione in alternata con trasformatori speciali. Nel comando poi delle macchine a saldare un posto notevole è occupato dal sistema a punti, e viene illustrato un caso di saldatura dove vengono realizzati 120 punti al minuto, su delle lamiere dello spessore di 3 mm.

Casi importanti di lavori eseguiti mediante saldatura che vengono citati, sono quelli dell'incastellatura di una pressa, la quale pesa 72 tonn, una lunga passerella in carpenteria metallica, grossi tamburi di caldaie, vagoni cisterna, per trasporto di ammoniaca, ecc. *E. R.*

A. Waclawik — **Il processo di fusione nella saldatura con corrente continua.** (E. u. M., N. 45, 11 novembre 1934, pag. 525-529, con 3 fig.). **5c**

Il processo di fusione dell'elettrodo a saldare implica una trasformazione dell'energia elettrica in calore. Le cause che concorrono a questa trasformazione sono due: il riscaldamento dell'elettrodo per effetto Joule e la formazione di una macchia incandescente che costituisce il sostegno dell'arco all'estremo dell'elettrodo stesso. Quantunque il secondo fenomeno sia il più importante, si dimostra che l'importanza del primo non è trascurabile. La teoria e l'esperienza confermano che la velocità con cui si svolge il processo di fusione varia quasi linearmente con la corrente se il calore generato dalle perdite ohmiche nell'elettrodo sono relativamente piccole; la velocità assume un andamento alquanto più ripido quando, aumentando sensibilmente il carico, il riscaldamento dell'elettrodo si accentua. Nel primo caso, hanno un'importanza trascurabile la natura ed il diametro dell'elettrodo; questi elementi sono invece importanti nel secondo caso, perchè la resistenza ohmica interviene a ritardare o ad accelerare il processo di fusione quando le perdite per effetto Joule incominciano a divenire importanti. È chiaro che il punto di separazione delle due fasi del processo dipende da questi elementi e dipende anche dalla maggiore o minore facilità con cui l'lettrodo trasmette il calore al mezzo ambiente. Elettrodi rivestiti consentono un trapasso dalla prima alla seconda fase alquanto più rapido. A parità di corrente, il processo di fusione non è influenzato dalla lunghezza dell'arco perchè la caduta catodica rimane costante. In generale però la maggior caduta di tensione nell'arco provoca variazioni di corrente le quali alterano la velocità di fusione. Inoltre, l'allontanamento della punta dell'elettrodo causa una maggior dissipazione di energia nella colonna dell'arco rendendo meno economica la operazione. È quindi sempre opportuno operare con la minima lunghezza d'arco. *V. D. Ma.*

APPLICAZIONI VARIE.

M. Demontvigner — **Le valvole-relais a gas ionizzati e le loro principali applicazioni industriali.** (La Tech. Mod., 15 marzo 1935, pag. 174-186, con 40 fig.). **6 c**

La trattazione, molto dettagliata, riporta numerosi schemi che illustrano le caratteristiche ed il funzionamento di tali dispositivi per i quali le più importanti applicazioni sono date dai tipi: 1°) Ultra rapidi e a grande sensibilità per asservimento a tensioni, a correnti, ad impedenze, a fasi, a frequenze, ad intensità di rischiaramento, ecc. Questi tipi possono inoltre essere combinati in modo da formare dei complessi a cellule-valvole contattori fino a complessi più vasti quali proiettori - cellule - valvole - contattori e servomotori; 2°) Raddrizzatori asserviti, i quali trasformano la corrente alternata in corrente continua, in cui la tensione può essere variamente regolata, e la protezione contro i corti circuiti assicurata dalle stesse griglie; 3°) Ondulatori, trasformanti la corrente continua in corrente alternata; risultano di diversi tipi, monofasi, polianodici, policatodici, combinati od indipendenti; 4°) Convertitori

---

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

reversibili di corrente alternativa in corrente continua, costituiti dall'associazione di un raddrizzatore con un ondulatore; 5°) Convertitori di frequenza, suscettibili di abbassare o di elevare la frequenza di una corrente alternativa; 6°) Motori a corrente continua o alternata, nei quali il collettore è sostituito da un insieme di valvole-relais, assicuranti la commutazione. *E. R.*

W. R. WHITNEY — **Applicazione della radioterapia e dei raggi X per la cura della sinovite.** (Gen. Elec. Rev., febbraio 1935, pag. 70-76). **6 b**

Il riscaldamento elettrico mediante corrente continua o corrente alternata a frequenza industriale non è adatto per questo genere di cura, data l'elevata temperatura richiesta per il trattamento, la quale potrebbe avere per conseguenza la produzione di scottature dolorose. Si è invece constatata l'opportunità di ricorrere a correnti ad alta frequenza, che consentono di evitare gli inconvenienti prima accennati: in tal modo si ottiene la completa e rapida guarigione delle sinoviti, spesso dopo poche sedute soltanto. Gli esperimenti di cura delle sinoviti hanno dato ottimi risultati. L'apparecchiatura impiegata è costituita da due tubi tiratron che generano oscillazioni a 12 Mc: la potenza in gioco è di 160 watt max con possibilità di regolazione attraverso 16 gradazioni intermedie. Il generatore ad alta frequenza comunica il calore alla parte del corpo da trattare attraverso un conduttore flessibile in rame, isolato con rivestimento in gomma di notevole spessore. È interessante rilevare che, mentre la temperatura del corpo raggiunge durante il trattamento 40°, il conduttore resta freddo, in modo da non lasciare alcuna traccia sull'epidermide. *C. G. E.*

L. A. UMANSKY, T. M. LINVILLE — **Variazioni di velocità nei motori a corrente continua per laminatoi.** (Elec. Eng., aprile 1935, pag. 387-394, con 6 figure). **6 c**

In generale nei laminatoi moderni i singoli passaggi sono comandati da motori propri a corrente continua alimentati da una o più dinamo; i rapporti di velocità fra i diversi passaggi non sono costanti ma devono venir regolati volta per volta secondo il prodotto da ottenere. Variando la tensione delle dinamo si può regolare la velocità del laminatoio come un tutto unico, mentre per variare le velocità rispettive dei diversi passaggi bisogna alterare il campo dei diversi motori. È assai opportuno per ottenere prodotti omogenei ed evitare scarti che i motori di comando varino il meno possibile la loro velocità col variare del carico. Gli AA. analizzano il comportamento dei motori di comando dei laminatoi nelle diverse condizioni di lavoro studiando specialmente l'effetto dei principali elementi che intervengono nella regolazione della velocità e precisamente l'effetto della resistenza del circuito, l'effetto dell'induttanza e l'effetto del momento di inerzia delle masse ruotanti. Ne ricavano la conclusione che i migliori risultati (nei riguardi della caduta di velocità all'atto dell'imbocco del lingotto da laminare) si ottengono riducendo il più possibile la resistenza e la reattanza del circuito e aumentando il momento di inerzia delle masse ruotanti. Ma anche le caratteristiche proprie del materiale da laminare influiscono sul comportamento dei motori di comando cosicchè il problema va considerato caso per caso. Gli AA. illustrano l'applicazione dei concetti esposti ad un caso particolare di un importante laminatoio da tubi, e riportano in appendice la trattazione teorica delle equazioni che definiscono le caratteristiche di velocità dei motori. *N.*

M. RIGGENBACH — **Motori silenziosi con indotto in corto circuito.** (Revue B. B., N. 11, novembre 1934, pag. 199-201, con 3 fig.). **6 c**

Per soddisfare ai requisiti imposti ai motori per ascensori (coppia di spunto elevata, debole corrente all'inserzione, possibilità di assicurare un servizio gravoso, marcia silenziosa), sono stati impiegati spesso motori con indotto avvolto. L'impiego del motore con indotto a gabbia è tuttavia possibile oggidì, compatibilmente con le succitate esigenze di servizio. Motori di questo tipo sono quelli descritti dall'A.: essi comportano un indotto a doppia gabbia e sono costruiti a quattro ed a sei poli per una potenza fino al massimo di 10 kW. Essi sono calcolati per un servizio di 60 a 120 avviamenti all'ora. *V. D. Ma.*

CONDUTTURE.

J. B. BLOMBERG, N. DOUGLAS — **Corrosione nei rivestimenti dei cavi. Cause e rimedi.** (Elec. Eng., aprile 1935, pag. 382-387, con 3 fig.). **9 d**

La causa più comune di corrosione nei rivestimenti di piombo dei cavi telefonici è notoriamente dovuta alle correnti disperse dagli impianti di trazione elettrica. La polarità dei rivestimenti dei cavi nei confronti del terreno è negativa nei punti dove le correnti vagabonde entrano nei rivestimenti stessi, ed è invece positiva dove le correnti abbandonano i rivestimenti metallici per scaricarsi nel terreno; le corrosioni si manifestano dove i rivestimenti si trovano a potenziale positivo rispetto alla terra e sono tanto maggiori quanto maggiore è la densità di corrente cioè quanto maggiore è la corrente che si scarica nel terreno per unità di area. Altre corrosioni sono dovute ad azioni prettamente chimiche specialmente in terreni acidi e in qualche caso anche per la presenza di certe sostanze alcaline. Finalmente si devono tener presenti anche i fenomeni elettrolitici che possono generarsi per effetto galvanico ad esempio fra il piombo del cavo e i pezzi di sostegno o di attacco, ecc. in ferro, qualora il terreno sia umido per acque alcaline. Di solito si usa una sorveglianza periodica rilevando le differenze di potenziale fra il rivestimento del cavo e un elettrodo posto nel terreno. Un metodo efficace di protezione è quello di applicare al rivestimento del cavo un potenziale opportuno per mantenerlo costantemente negativo rispetto al terreno. Una applicazione notevolissima di tale metodo è stata fatta pel cavo telefonico St. Louis-Kansas City che era soggetto a gravi corrosioni; per porvi rimedio si sono installate nelle varie cabine di ripetizione (a circa 80 km una dall'altra) batterie di pile telegrafiche a 130 V oppure piccoli gruppi convertitori motore-dinamo a 130 V per fornire corrente (dell'ordine di 0,5 a 0,9 A) al cavo. I risultati furono molto soddisfacenti, e da 3 anni a questa parte non si sono più avute corrosioni; la corrente totale richiesta per proteggere l'intero cavo lungo oltre 350 km è di soli 24 A. Per i cavi della città di Wichita (Kan.) si è invece fatto ricorso ad un complesso sistema di drenaggi delle correnti disperse. *N.*

H. WADDICOR — **La resistenza termica e la portata in corrente dei cavi trifasi schermati e di quelli monofasi.** (J. I. E. E. Londra, LXXVI, 458, febbraio 1935, pag. 195-204, con 10 fig.). **9 d**

Secondo la pratica inglese la resistenza termica dei cavi trifasi schermati si ritiene l'85 % di quella dei cavi di eguali dimensioni non schermati. L'A. riporta diverse formule allo scopo di stabilire un confronto coi risultati ottenuti in seguito ad esperienze condotte su modelli elettrici dei cavi in esame; alle resistenze termiche dell'isolante, degli schermi metallici e dei trefoli di riempimento vengono sostituite resistenze ohmiche di valore proporzionale; la distribuzione della corrente in ogni elemento del circuito così formato permette di risalire al valore risultante della resistenza termica del cavo originario. La schermatura con nastro di rame di 0,075 mm di spessore è molto più efficace di quella fatta con nastro d'alluminio di 0,04 mm, specialmente per i conduttori di rame di piccola sezione. In generale la capacità di sovraccarico dei cavi schermati rispetto a quelli senza schermatura di eguali dimensioni è compresa fra il 3 ed il 12 % del valore della corrente massima; con l'alluminio l'aumento è compreso fra il 6 e l'8 %. Differenze più sensibili si osservano nei cavi di tipo settoriale. Meno soddisfacenti sono state le prove eseguite con 3 cavi monofasi rivestiti con tubo di piombo di 2,5 mm di spessore e riuniti ad elica, contrariamente all'opinione normalmente accettata. *I. L.*

Recenti sviluppi nella tecnica degli isolatori sospesi. (L'En. Elettr., marzo 1935, pag. 215-220, con 5 fig.). **9 e**

I requisiti principali di un buon isolatore sono di 2 ordini: elettrici e meccanici; la soluzione completa del problema elettromeccanico non può che essere una soluzione di compromesso. Miglioramenti sensibili si sono ottenuti nelle caratteristiche delle porcellane, rese più povere di feldispato ma per ciò stesso di più difficile trattamento termico. Assai delicato è il problema delle parti metalliche e del loro collegamento con le parti in porcellana. Si sono studiate molte forme speciali di perni, senza però che si possa dire di avere raggiunto un tipo completamente soddisfacente: la tendenza è quella di far lavorare la parcellana a compressione, di alleggerire le parti metalliche e creare un tipo di collegamento elastico. Le cappe hanno subito minori variazioni del perno; come materiale ci si è orientati verso la ghisa malleabile. Una sorveglianza accurata ed una tecnica molto precisa richiede la fabbricazione del cemento e il processo di cementazione delle parti metalliche. Un problema meccanico che si è imposto all'attenzione dei tecnici è quello delle vibrazioni dei conduttori e i relativi effetti sugli isolatori. Si sono perciò introdotte le prove meccaniche sotto vibrazione, che dimostrarono come la rottura avvenga quasi sempre nelle parti metalliche e non nella porcellana. Un altro problema di grande attualità è quello della eliminazione dei fenomeni perturbatori per le radiotrasmissioni. Per speciali condizioni di esercizio si sono studiati isolatori di forme particolari; questo è in particolare il caso delle linee soggette a depositi di polvere o ad incrostazioni saline, od anche in località soggette a forti nebbie. Viene anche fatto cenno della importanza delle prove di collaudo e di quelle in linea e sono esposte in proposito alcune considerazioni sulla tecnica delle prove stesse e sulla loro efficacia discriminante. *Ri.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

A. MICZA — **Circuiti di griglia per convertitori a vapore di mercurio.** (E. u. M., N. 40, 7 ottobre 1934, pag. 465-470, con 8 fig.). **10 c**

Il controllo di griglia nei convertitori a vapore di mercurio non è di natura elettrostatica: le correnti di griglia hanno un'importanza non trascurabile sul comportamento del comando e devono essere mantenute in limiti convenienti regolando le costanti dei circuiti di controllo. È possibile calcolare la corrente di griglia considerando il sistema: sorgente di controllo-griglie-catodo del con-

vertitore come un gruppo raddrizzatore indipendente. In base al calcolo, si possono poi predeterminare le sollecitazioni dei diversi elementi dei circuiti di griglia e la potenza della sorgente di controllo. È possibile anche la valutazione dell'influenza della corrente di griglia sul comando degli archi ossia sull'andamento della tensione di griglia. Il calcolo è effettuato dall'A. per un particolare sistema di controllo.

V. D. Ma.

C. Brynhildsen — **Raddrizzatore Brown Boveri a 50000 V.** (Revue B. B., N. 12, dicembre 1934, pag. 234-235, con 1 fig.). **10 c**

Dopo una dettagliata rassegna sullo sviluppo del raddrizzatore ad alta tensione, l'A. dà notizia della messa a punto di un raddrizzatore capace di erogare un carico continuativo di 2000 kW alla tensione di 50.000 V. La tensione raggiunta, di gran lunga superiore al limite di 35 kV preconizzato da alcuni, non dev'essere considerata come il massimo realizzabile con un solo raddrizzatore: la limitazione attuale è dovuta alle dimensioni del raddrizzatore sperimentato ed agli impianti di prova attualmente disponibili. È prevedibile una tensione continua alquanto maggiore e tale da giustificare le migliori previsioni per il trasporto dell'energia a corrente continua.

V. D. Ma.

A. Gaudenzi — **Studio sul funzionamento delle griglie polarizzate.** (Revue B. B., N. 12, dicembre 1934, pag. 207-210, con 6 fig.). **10 c**

L'A. studia qualitativamente il comportamento del campo elettrostatico nello spazio compreso fra l'anodo, la griglia ed il catodo. Egli si propone sopratutto di indagare se la griglia fortemente negativa costituisce realmente una barriera insormontabile per il campo elettrico ed arriva alla conclusione che un'azione di blocco in senso assoluto non è praticamente possibile. L'azione della griglia è messa bene in chiaro dal processo di formazione della carica spaziale intorno ad essa, quando l'apporto di ioni cessa gradualmente nello spazio anodo-griglia.

V. D. Ma.

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

E. Darmois — **L'idrogeno pesante e i suoi composti: l'acqua pesante.** (Bull. Soc. Franc. Elec., aprile 1935, pag. 332-340). **14 b**

Già nel 1929 era stato scoperto il paraidrogeno, caso di isomeria della molecola H_2. Nel 1932 venne scoperto un isotopo vero e proprio dell'idrogeno, contrariamente a quanto facevano ritenere le esperienze di Aston con lo spettrografo di massa. La scoperta di isotopi dell'ossigeno, costringendo ad una revisione dei risultati delle esperienze di Aston, ha messo in evidenza la probabilità dell'esistenza dell'isotopo dell'idrogeno che fu poi effettivamente scoperto per la prima volta con studi spettrografici. Successivamente sono stati elaborati diversi metodi per la separazione del nuovo isotopo: diffusione del gas attraverso una parete porosa, assorbimento dell'acqua con carbone attivo, distillazione frazionata dell'acqua, ecc.

Ma il procedimento veramente pratico è quello dell'elettrolisi dell'acqua, partendo da una soluzione di soda con elettrodi di nichel. Il nuovo idrogeno ha alcune proprietà sensibilmente diverse da quelle dell'idrogeno ordinario; esso viene generalmente chiamato deuterio e indicato con la lettera D. L'acqua pesante fonde a + 3°,8 e bolle a pressione normale a 101°,4; la sua densità a 25° è di 1,108; la densità assume un massimo a 11° circa; la viscosità è superiore a quella dell'acqua ordinaria.

L'acqua pesante si può trovare in commercio e costa circa 40 franchi il grammo.

Si ottiene il deuterio gassoso decomponendo l'acqua pesante con il ferro, il sodio, il magnesio. Oltre le due molecole H_2 e D_2 vi è la possibilità della molecola HD.

Così anche l'acqua esiste nelle tre forme H_2O, HOD, D_2O. Si possono avere molti altri composti dell'idrogeno pesante analoghi all'acetilene, al benzene, all'acido acetico, al metano, ecc., i quali tutti possono esistere in diverse forme. Si sono pure prodotti composti della chimica inorganica come l'acido analogo al cloridrico, il composto analogo all'ammoniaca, ecc. Il nucleo del deuterio o deutone si è dimostrato molto efficace come proiettile nelle esperienze di bombardamento atomico.

Ri.

Le radiazioni cosmiche nello stato attuale delle nostre conoscenze. (La Tech. Mod., 1° aprile 1935, pag. 245-246). **14 b**

La radiazione cosmica nasce in regioni ultralontane, subisce probabilmente diverse trasformazioni nella materia interstellare e nei gas atmosferici e dà poi luogo ai fenomeni di ionizzazione, prodotti appunto da corpuscoli elettrizzati i quali si possono contare a mezzo dell'apparecchio Geiger e Müller, e di cui si possono pure fotografare le traiettorie a mezzo della speciale camera Wilson. La nota tratta dei metodi per l'esame della natura delle radiazioni cosmiche; tali metodi, non possono certo ritenersi definitivi stante il grande numero di incognite che li sovrastano. Così viene effettuata un'analisi con le seguenti categorie: gruppi di radiazioni dure, gruppi di radiazioni molli, gruppi primari, gruppi secondari di radiazioni; classificazione R. P. G., in cui viene richiamata la teoria del Prof. Bruno Rossi esposta su « Scientia », febbraio 1935. Infine viene tentata un'analisi della composizione della radiazione cosmica primaria; tale radiazione primaria sarebbe rappresentata da un complesso di due radiazioni, l'una composta di corpuscoli a carica elettrica in prevalenza positiva, e l'altra, non ancora ben definita: la prima ionizzerebbe direttamente la materia e verrebbe da essa frenata, la seconda darebbe luogo ai cosidetti gruppi molli di radiazioni.

E. R.

Roy-Pochon — **Le celle fotoelettriche.** (Lux, gennaio 1935, pag. 1-7, con 9 figure). **14 c**

Si possono individuare quattro aspetti dell'effetto fotoelettrico: l'effetto fotoemittente, l'effetto fotoresistente, l'effetto Becquerel, l'effetto fotoelettrico delle superfici di contatto. Dopo una breve descrizione di ciascuno di questi effetti, l'A. si sofferma ad illustrare le principali caratteristiche delle celle fotoelettriche che hanno trovato un maggior numero di applicazioni (e cioè delle celle che sfruttano gli effetti che, nell'ordine sopra elencato, sono primo secondo e quarto) e accenna anche ai relativi processi di fabbricazione.

G. Co.

ELETTROTECNICA GENERALE.

Rouelle — **Studi sperimentali sulla ferro-risonanza.** (R. G. E., 24 novembre, 1-8-15 dicembre 1934, pag. 715-38, 763-80, 795-819, 841-858). **15 b**

È una trattazione diffusa e completa del fenomeno della ferrorisonanza che, scoperto trent'anni fa, agli albori delle realizzazioni pratiche nel campo della radiotelegrafia, appare qui sistematicamente studiato anche con fini applicativi, sia che si trati di evitare o circoscrivere la ferro-risonanza in una macchina o in una linea, sia che si cerchi di sfruttarla, come avviene in certi moltiplicatori di frequenza. La prima parte dello studio si riferisce ai regimi permanenti; l'A. esamina la curva che definisce le variazioni dell'intensità efficace in funzione dei parametri: tensione applicata; frequenza; capacità e resistenza del circuito. I risultati del calcolo e le ipotesi ammesse, specialmente in merito alla predeterminazione delle caratteristiche, sono avvalorate dallo studio oscillografico e dall'analisi armonica. In base a quest'ultima analisi l'A. segnala la produzione spontanea di armoniche pari e frazionarie le cui cause sono peraltro poco conosciute. La seconda parte è dedicata al regime transitorio; l'A. valuta la sovracorrente massima e il regime che tende a stabilirsi in funzione di altri tre parametri: l'istante iniziale; il flusso nel circuito magnetico della bobina, la carica del condensatore. Gli oscillogrammi, ottenuti nelle condizioni più svariate per mezzo di un interruttore automatico appositamente adattato dall'A., mettono in evidenza l'esistenza di un regime instabile. In un determinato circuito e per un gruppo di valori attribuito ai tre parametri cui si è accennato, questo regime instabile non è osservabile che sotto un valore ben definito della tensione efficace. Tale tensione è chiamata dall'A. « intermediaria » e le sue variazioni servono a caratterizzare l'influenza dei diversi parametri.

G. Co.

H. L. Curtis, F. B. Silsbee — **Definizioni della potenza e delle grandezze ad essa relative.** (Elec. Eng., aprile 1935, pag. 394-404, con 4 fig.). **15 a**

Gli AA. richiamano le note difficoltà relative alla definizione generale dei concetti di potenza, fattore di potenza, potenza apparente, ecc. nel caso di circuiti a corrente alternata, riferendosi specialmente alle definizioni proposte recentemente dalla Amer. Standards Assoc.. Queste definizioni vengono prese in particolare considerazione e analizzate criticamente e discusse. Gli AA. si riferiscono prima a un circuito monofase con correnti e tensioni sinusoidali per fissare il significato dei termini più importanti: potenza istantanea, potenza attiva, potenza apparente, potenza reattiva; passano poi a estendere il significato di questi termini al caso di un circuito monofase con correnti e tensioni non sinusoidali introducendo anche i concetti di potenza di distorsione, di potenza fittizia, di vettore di potenza e di potenza non reattiva. Successivamente è studiato il caso di circuiti polifasi in regime sinusoidale o non sinusoidale. In ultimo sono considerati i circuiti polifasi squilibrati o disimmetrici, in condizioni sinusoidali o non sinusoidali; qui naturalmente le cose raggiungono la complicazione massima e si richiede l'introduzione di altri concetti che dai vari Autori che si sono occupati dell'argomento sono stati diversamente presentati e definiti: viene così brevemente fatta parola delle definizioni di potenza aritmetica apparente, potenza limite apparente, potenza apparente algebrica, potenza vettoriale, ed altre. L'articolo ha lo scopo di servire di base per la discussione delle definizioni proposte dalla A. S. A.

N.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

La regolazione della luce nel teatro. (La Tech. Mod., 15 marzo 1935, pag. 1, 1 figura). **19 b**

La nota descrive un'importante installazione di regolazione dei circuiti di illuminazione mediante autotrasformatori. Essa consta dell'autotrasformatore propriamente detto, di un collettore rettilineo con diverse linee dei cursori, e le resistenze di raccordo fra

le lamelle del collettore e le spire dell'autotrasformatore. Il collettore, con oltre 100 lamelle, consente di graduare i circuiti di illuminazione in un modo assolutamente progressivo; contemporaneamente 6 cursori, a contatto, rendono possibile il comando simultaneo ed indipendente di 6 circuiti diversi. I vantaggi fondamentali che sarebbero stati rilevati sono così esposti: 1°) Regolazione effettuata senza assorbimento di energia; 2°) Regolazione indipendente della potenza del circuito; 3°) Possibilità di regolare simultaneamente un numero qualunque di circuiti suscettibili ciascuno di essere alimentato a tensione differente da quella di tutti gli altri; 4°) Ingombro inferiore a quello di analoghe installazioni con reostato. Un cenno è pure fatto relativamente ad un altro dispositivo destinato allo stesso scopo e basato sull'antico principio della induzione, ma opportunamente perfezionato. *E. R.*

L. A. S. WOOD — **Un'illuminazione adeguata costituisce un investimento conveniente.** (Elec. Eng., aprile 1935, pag. 421-423). **19 v**

Lo stato attuale dell'illuminazione negli ambienti industriali è generalmente insufficiente. Secondo l'A. un rilievo statistico eseguito in 2000 stabilimenti avrebbe rivelato una media inferiore a 30 lux in confronto ad un valore, ritenuto come minimo conveniente, di circa 100 lux. Esistono ormai molte esperienze pratiche che dimostrano l'utilità economica di migliorare il grado di illuminazione. Viene citato il caso di una industria meccanica che toccava appena il 13 lux e funzionava col 70 % circa della sua capacità produttiva; elevando l'illuminazione a 70 lux si notò un aumento di produzione di circa il 13 %; successivamente portandosi a 90 lux si ebbe un ulteriore aumento di produzione di circa il 5 %, e finalmente con 140 lux si ebbe ancora un incremento di quasi il 7 %. Molti casi analoghi sono citati i quali, (pur considerandoli come valori semplicemente di massima), documentano l'effetto utile di una buona illuminazione sulla produzione. Gli studi eseguiti hanno poi anche messo in evidenza molti altri effetti nocivi della scarsa illuminazione: stanchezza, facilità di malessere, ecc. Naturalmente l'accrescimento del grado di illuminazione deve essere eseguito razionalmente evitando che esso produca altri inconvenienti: abbagliamento, eccessiva disuniformità, ecc. L'aumento dell'illuminazione porta poi come conseguenza una minore facilità e quindi una minore frequenza negli infortuni sul lavoro. Un lungo ragionamento basato su premesse statistiche relative agli Stati Uniti è riportato per cercare di valutare l'importanza economica di questo aspetto del fenomeno. Un altro vantaggio, che non sempre si tiene presente, della buona illuminazione, è quello di rendere possibile una più completa utilizzazione dello spazio disponibile evitando gli angoli morti o le zone trascurate. *N.*

O. REEB — **Lo splendore, grandezza fotometrica fondamentale.** (Licht, gennaio 1935, pag. 11-13). **19 a**

L'A. espone le ragioni che, dai punti di vista fotometrico ottico e fisiologico, militano in favore della scelta dello splendore come grandezza fotometrica fondamentale. In particolare, fa rilevare che quando di una sorgente luminosa si conosce, per tutti i punti ed in tutte le direzioni, il suo splendore si può determinare, senza nessuna restrizione, qualsiasi altra caratteristica fotometrica della sorgente stessa. Fa poi seguire le definizioni delle altre grandezze fotometriche, intese come grandezze derivate dallo splendore. *G. Co.*

H. WARREN e L. J. DAVIES — **Le lampade a vapori metallici e la loro applicazione a scopo d'illuminazione stradale.** (J. G. Light, febbraio 1935, pag. 49-50, con 6 fig.). **19 b**

Secondo gli AA., la soluzione del problema dell'illuminazione stradale consiste nell'utilizzazione di lampade di grande efficienza e di apparecchi d'illuminazione di curva fotometrica appropriata, inoltre richiede il concorso di convenienti proprietà di riflessione della carreggiata. Tracciano quindi lo sviluppo delle lampade elettriche per rilevare che quelle che compiono con la massima economia la trasformazione di energia elettrica in luce sono le lampade a vapori metallici che, con certe limitazioni, sono consigliabilissime a scopo d'illuminazione stradale purchè siano collocate in armature appositamente costruite. Terminano accennando all'importanza che, dal punto di vista illuminotecnico, si deve annettere ai materiali usati nelle costruzioni stradali. *C. Co.*

Codice dell'illuminazione stradale. (Tr. Ill. Eng. S., gennaio 1935, pagine 96-116). **19 v**

È il nuovo codice in materia, che è stato preparato dal Committee on Street Lighting della Illum. Eng. Society dell'U. S. A. Vi si espongono lo stato attuale, gli scopi ed i requisiti principali dell'illuminazione delle strade urbane, le quali si suddividono in diverse categorie e per ciascuna di esse si fanno alcune raccomandazioni circa le condizioni d'illuminazione più appropriate. Segue un'appendice nella quale si pubblicano gli estratti di due memorie sull'argomento, che il suddetto Comitato aveva già presentato al Congresso Internazionale dell'Illuminazione del 1928 e che contengono le principali regole per l'illuminazione razionale delle strade. *G. Co.*

PUTNOKY — **L'illuminotecnica nel 1934.** (L. u. L., 3 gennaio 1935, pag. 8-9). **19 a**

Il 1934 è stato caratterizzato in Germania, per quel che riguarda il campo illuminotecnico, dagli importanti perfezionamenti apportati alle lampade a vapori metallici e dal crescente diffondersi delle loro applicazioni; numerose sono state quindi le ricerche riguardanti la tecnica costruttiva di queste lampade e dei relativi apparecchi d'illuminazione, le indagini sperimentali sulle loro possibilità d'impiego e, siccome esse emettono luci colorate, gli studi sul problema della fotometria eterocromatica. Peraltro, perfezionamenti ed innovazioni si sono avuti sia nel campo delle lampade ad incandescenza sia in quello dei materiali per illuminazione. Nè sono da tacere, ancora in campo fotometrico, gli studi che sono stati fatti circa le cause di errore delle misure effettuate con la sfera di Ulbricht, le ricerche sugli accorgimenti più idonei per rendere più precisi i metodi della fotometria fotoelettrica, ecc. *G. Co.*

T. WAGNER — **La luce nell'esercizio delle ferrovie.** (Licht, gennaio e febbraio 1935, pag. 1-5 e 25-26, con 8 fig.). **19 b**

L'articolo è quasi totalmente dedicato all'esame dei diversi sistemi d'illuminazione dei piazzali delle stazioni. Dapprima è confrontato il sistema d'illuminazione con proiettori raggruppati su torri di grande altezza con l'ordinario sistema nel quale le sorgenti luminose, molto più numerose benchè di minor potenza unitaria, sono distribuite ad altezza relativamente piccola dal piano illuminato. La convenienza del primo sistema è messa in evidenza sia attraverso l'esame dei costi d'impianto e d'esercizio come pure per riguardo alle condizioni di visione ottenute. Vantaggi ancora più consistenti si possono ottenere, secondo quanto si può arguire in base alle esperienze in corso presso le ferrovie tedesche, con l'impiego delle lampade a vapori di sodio, e per la notevole riduzione delle spese di esercizio e per le migliorate condizioni di visibilità anche in caso di nebbia. *G. Co.*

A. GOUFFÉ — **Utilizzazione delle celle fotoelettriche in fotometria.** (Lux, febbraio 1935, pag. 17-22, con 6 fig.). **19 f**

Fra i diversi tipi di celle fotoelettriche, quelle che più si adattano a risolvere i problemi della fotometria obbiettiva sono, secondo l'A., le celle fotoelettriche tipo Elster-Geitel (specialmente quelle ad ossido di cesio) e le celle a strato di sbarramento (specialmente quelle al selenio). Nell'articolo si indicano le possibilità di utilizzazione di queste celle fotoelettriche nella misura delle diverse grandezze fotometriche e gli accorgimenti che bisogna escogitare affinchè i metodi della fotometria fotoelettrica riescano almeno tanto precisi quanto quelli della fotometria soggettiva.

In sostanza, l'A. dimostra, per quel che riguarda le misure di laboratorio, che con l'ausilio delle celle fotoelettriche si può ottenere una precisione anche maggiore di quella consentita dagli ordinari fotometri nel caso di confronti fra luci dello stesso colore, mentre in fotometria eterocromatica tutte le celle fotoelettriche sono da scartare, eccettuate quelle a strato di sbarramento che sono ancora tollerabili. D'altra parte, nelle misure industriali le celle fotoelettriche sono di indubbia utilità (specie quelle a strato di sbarramento con le quali si costruiscono apparecchi di misura più semplici e meno delicati) perchè in tal caso torna conveniente sacrificare un pò della precisione a vantaggio della rapidità delle misure (taratura delle lampade nelle fabbriche, tracciamento delle curve fotometriche, misure d'illuminazione, ecc.). *G. Co.*

IMPIANTI.

A. S. VALENTINE — **Lo sviluppo degli impianti idroelettrici in Gran Brettagna con speciale riferimento ai lavori della Compagnia di elettricità Grampian.** (J. I. E. E. Londra, LXXVI, 458, febbraio 1935, pag. 125-158. con 20 fig. e discussione fino a pag. 168). **20 i**

La potenza elettrica massima ricavabile dagli impianti idraulici della Gran Brettagna sarebbe così suddivisa: Inghilterra 20.000 kW, Scozia 195.000 kW, Galles 36.000 kW. Il salto utilizzabile varia da un minimo di 2,70 ad un massimo di 345 m; la potenza installata nelle 14 centrali finora costruite varia da 320 a 75.000 kW, in parte viene utilizzata come c. a. a frequenza industriale e in parte viene usata nell'estrazione dell'alluminio. L'A. descrive dettagliatamente le due ultime centrali costruite nella Scozia dalla Società di distribuzione Grampian: la centrale di Rannoch che utilizza un salto di 148 m e dà una potenza di base di 19.400 kW e la centrale di Tummel con un salto di 51 m ed una potenza di base di 14.100 kW. Sono attualmente in costruzione laghi artificiali che permetteranno di ricavare dalle due centrali fino a 60.000 kW mentre la potenza installata verrà portata fino a 80.000 kW. I due laghi artificiali sono il Loch Rannoch ed il Loch Ericht con una capacità di 96 milioni di m³ ottenuti dai laghi omonimi preesistenti mediante l'innalzamento del livello con dighe di sbarramento. Le centrali sono equipaggiate con alternatori da 20.000 kVA a 11.000 V e con trasformatori a 33.000 ed a 132.000 V. I trasformatori sono stati costruiti con una certa larghezza in modo da sostenere una tensione di prova di 300 kV

verso terra. La linea ad alta tensione arriva fino alla cabina di Abernethy equipaggiata con 4 trasformatori trifasi da 20.000 kVA a 3 avvolgimenti 125/34/132 kV. Tutto l'impianto viene comandato a distanza dalla centrale di Tummel. Le comunicazioni fra le 3 centrali sono realizzate col sistema delle onde convogliate; la frequenza dell'onda portante per la trasmissione della parola è di 130.500 hertz mentre per la chiamata si usa una frequenza di 81.000 hertz. La stesso impianto serve anche per il controllo a distanza del funzionamento di tutto l'impianto secondo il sistema « Supervisory ».

Discussione. — Le risorse idrauliche potrebbero dare anche 320.000 kW di potenza senza contare la possibilità di sfruttare l'energia delle maree molto sensibili sulle coste nordiche. L'unica difficoltà che si oppone alla costruzione degli impianti idroelettrici è la notevole spesa d'impianto in confronto agli impianti termici. Il servizio di punta è sostenuto meglio dagli impianti idroelettrici che da quelli termici a condizione che la distanza fra il luogo di produzione e quello di utilizzazione non sia troppo grande. *I. L.*

Per rendere sicura la combustione a gas. (Power, marzo 1935, pag. 115-118, con 4 figure). **20 f**

La città di Colorado Springs è alimentata da 2 impianti idroelettrici e da un impianto a vapore con 2 gruppi da 2500 kW. Recentemente, essendo cresciuta la richiesta di energia, si è provveduto ad installare un nuovo gruppo a vapore da 5000 kW con vapore a 28 atm e 400°. Esso è alimentato da una caldaia da m² 600 capace di circa 30 tonnellate/h di vapore. La caldaia consuma combustibile gassoso naturale per circa 4000 m³/h ed è provvista di 5 bruciatori a gas che in caso di incidenti possono in pochi minuti essere convertiti per bruciare combustibile liquido. Un preriscaldatore eleva la temperatura dell'aria di combustione a 240°. I ventilatori di tiraggio hanno una velocità variabile fra 20 e 98 % di quella del motore di comando al quale sono accoppiati con un giunto idraulico. Caratteristico è il sistema per prevenire il pericolo di accensioni irregolari o esplosioni nel focolare. La valvola principale di ammissione del gas è comandata elettricamente e collegata col ventilatore di tiraggio indotto, così che non può aprirsi se il ventilatore non è già in funzione. Ogni bruciatore ha 2 valvole, una elettrica ed una a mano, ed è provveduto di un sistema indipendente di comando e di protezione, che comprende un interruttore a tempo per l'accensione, un interruttore di controllo per la valvola a gas elettrica e una lampada di segnalazione. Il complesso dei dispositivi che viene descritto assicura la regolare successione delle operazioni per la messa in servizio o lo spegnimento della caldaia. Il sistema comprende un tubo ionico con la griglia connessa ad un elettrodo immerso nella fiamma. L'impianto ha funzionato sempre in condizioni bene soddisfacenti. *Ri.*

O. Broggi — **Centrali di riscaldamento ed impianti termici a ricupero.** (Revue B. B., N. 10-11, ottobre-novembre 1934, pag. 176-179, 195-199, con 12 figure). **20 f**

Una combinazione perfetta dei servizi forza e riscaldamento si può considerare oggidì, come dimostra l'A., pienamente realizzabile con una scelta appropriata delle caratteristiche delle centrali a ricupero. Dal confronto fra il sistema di distribuzione del calore mediante il vapore di scappamento oppure con l'acqua di condensazione, risulta che il secondo sistema permette una utilizzazione assai più economica del calore. Fra i vantaggi di quest'ultimo sistema, risultano particolarmente notevoli la minor perdita di calore totale nelle canalizzazioni e la possibilità di regolare a piacimento la temperatura dell'acqua. Questa seconda condizione porta come conseguenza una riduzione delle perdite di calore ai carichi parziali ed un aumento del vuoto nel condensatore e quindi un maggior salto di calore nella tubina. Il riscaldamento ad aqua calda permette pure di risolvere più facilmente il problema dell'accumulo di calore e quindi della compensazione delle potenze. Il calore contenuto nel vapore non può, per contro, essere accumulato che entro appositi accumulatori termici a pressione variabile, costosi e di basso rendimento. Fra gli impianti di ricupero citati nell'articolo, sono notevoli: quello del Lanificio di Vercelli, con un gruppo da 1100 kW, e quello del nuovo ospedale di Torino, con tre gruppi da 330 kW ciascuno. *V. D. Ma.*

B. Fleck, E. Rahn — **Miglioramento del rendimento di cabine di trasformazione mediante dispositivi automatici di inserzione.** (E. u. M., N. 43, 28 ottobre 1934, pag. 501-504, con 3 fig.). **20 h**

Le perdite a vuoto dei trasformatori si ripercuotono notoriamente sul rendimento globale delle cabine di trasformazione in misura tanto maggiore quanto più le condizioni di carico globale degli impianti sono variabili. Spesso in tali impianti una sola unità funziona normalmente a carico elevato; le altre coprono il carico di punta e marciano a lungo a carico basso od anche nullo. La disinserzione dei trasformatori nelle ore di basso carico urta contro difficoltà, particolarmente quando si tratta di impianti non presidiati. La disinserzione e la reinserzione a distanza implicano dei collegamenti col posto di controllo che sono onerosi e che esigono la adozione di apparecchiature costose negli impianti. Di recente sono state studiate apposite apparecchiature, le quali, con mezzi semplici, mettono in servizio i gruppi di riserva quando il gruppo che copre il carico di base viene sovracaricato e li escludono quando il carico globale è sceso al disotto di un limite prefissato. Una di queste apparecchiature, la quale comporta, come organi essenziali di controllo del carico, un relais elettromagnetico di corrente ed un relais a tempo, è illustrata dall'A. *V. D. Ma.*

MATERIALI.

H. Staeger, J. Biert — **La corrosione delle leghe di rame e zinco.** (Revue B. B., N. 10, ottobre 1934, pag. 180-184, con 5 fig.). **26 c**

Il digaramma di stato della lega rame-zinco dimostra che la lega con un tenore in rame superiore al 68 % è formata soltanto da cristalli α; il componente β può comparire, a seconda del trattamento termico, nella lega con tenore in rame variabile da 68 a 61 %; dal 61 al 54 % di rame, si constata soltanto la struttura $\alpha + \beta$; nelle leghe con tenore in rame inferiore al 54 %, si riscontra unicamente il cristallo β. Le prove eseguite nei laboratori della Brown Boveri hanno dimostrato che quando la lega presenta una struttura uniforme composta unicamente di cristalli α puri, la corrosione si manifesta come un fenomeno di soluzione pura della lega stessa. Al contrario, quando un trattamento termico non corretto dà luogo alla formazione della struttura $\alpha + \beta$, si manifesta un'accentuata soluzione dello zinco e la formazione di una struttura porosa estremamente fragile. Le leghe con struttura β si comportano in modo analogo a quelle con struttura α, perchè mancano le tensioni interne dei cristalli β che favoriscono la corrosione. È stato pure riscontrato che le leghe a grana fina sono meno intaccate dai solventi sperimentati — acido cloridrico, ammoniaca, cloruro di sodio — di quelle a grana grossa. È notevole l'influenza della corrosione sui tubi presentanti tensioni interne dovute alla lavorazione in circostanze particolari. Tali tubi, sottoposti all'azione dei solventi succitati, perdono la malleabilità dopo poco tempo e possono persino disgregarsi. I pezzi che presentano tensioni interne localizzate in alcune parti, sono particolarmente intaccati in corrispondenza di tali parti. Il buon comportamento di una lega rame-zinco agli effetti dell'azione corrosiva di alcuni agenti richiede quindi una struttura omogenea ben determinata e le mancanza di tensioni interne. *V. D. Ma.*

MECCANICA.

A. R. Knowler — **Soffianti centrifughe Brown Boveri per convertitori da rame e da nickel nel Canadà.** (Revue B. B., N. 10, ottobre 1934, pag. 184-185, con 1 fig.). **27**

Sono descritte succintamente cinque soffianti installate a Copper Cliff, Sundbury, nell'Ontario. Si tratta di macchine comandate ciascuna da un motore sincrono, con l'intermediario di un treno di ingranaggi moltiplicatore. Le caratteristiche più salienti sono le seguenti:

Gruppi	1	2	2	
Portata d'aria aspirata	1130	710	113	m³/min
Pressione	0,915	1,125	1,195	kg/cm² eff.
Protenza assorbita	2020	1730	2385	kW

V. D. Ma.

A. R. Knowler — **Turbosoffianti Brown Boveri per alti forni installate in un'acciaieria moderna nel Sud-Africa.** (Revue B. B., N. 11, novembre 1934, pag. 203-204, con 1 fig.). **27**

L'A. cita le caratteristiche più notevoli di due soffianti installate in una acciaieria a Thabazimbi presso Pretoria. Si tratta di due unità esattamente eguali, calcolata ciascuna per una portata normale di 1360 m³/min, una pressione di 2,012 kg/cm² ass., una velocità di 750 giri/min ed una potenza di 2320 kW. È possibile aumentare la velocità fino a 3450 giri/min, la potenza assorbita a 4550 kW. Le soffianti sono munite di regolazione a diffusori; la velocità è regolata automaticamente da un relais pneumatico, allo scopo di consentire l'alimentazione dell'alto forno a portata costante. Un indicatore di portata, combinato con un dispositivo di correzione, che tiene conto automaticamente delle condizioni atmosferiche di pressione, temperatura ed umidità dell'aria, permette di fornire all'alto forno un peso costante di ossigeno. È particolarmente interessante un sistema di segnalazione tra gli alti forni e le turbosoffianti distanti circa 150 m, grazie al quale il personale della soffieria è tenuto in comunicazione diretta con quello degli alti forni. *V. D. Ma.*

MISURE.

E. Gross — **L'inserzione di voltmetri indicatori di perturbazioni nelle reti trifasi.** (E. u. M., n. 44, 4 novembre 1934, pag. 516-517, con 3 fig.). **28 d**

Per il controllo dei fenomeni che accompagnano i corti circuiti nelle reti ad alta tensione, sono spesso impiegati voltmetri registratori nei quali l'organo di svolgimento del diagramma assume una

velocità elevata ($10 \div 20$ mm/sec) al verificarsi di una perturbazione. Se lo strumento è costruito per inserzione trifase, la commutazione della velocità del diagramma è assicurata perchè la dissimmetria nel sistema delle tensioni conseguente ad un corto circuito interessa sicuramente almeno uno dei tre sistemi di misura dell'equipaggio; se l'inserzione è monofase e lo strumento ha un solo sistema influenzato dalla tensione concatenata fra due fasi, la commutazione e la registrazione del fenomeno non sono senz'altro assicurate perchè può accadere che la tensione concatenata si mantenga in grandezza inalterata o quasi. Per assicurare in ogni caso la commutazione di velocità, è possibile l'adozione di tre relais a minima tensione oppure un'apparecchiatura atta all'inserzione del voltmetro sulla tensione concatenata più interessata dal corto circuito. Più opportuna è l'inserzione dello strumento in modo che esso sorvegli, non la tensione concatenata fra due fasi del sistema principale, bensì una tensione concatenata del sistema a sequenza positiva. Si dimostra che, con questa inserzione, l'intervento del voltmetro è in ogni evenienza assicurato. *V. D. Ma.*

A. Langevin — **La piezoelettricità del quarzo per lo studio delle pressioni variabili e delle vibrazioni ad alta frequenza.** (R. G. E., 5 gennaio 1935 pag. 3-10). **28 f**

Richiamate le proprietà piezoelettriche del quarzo l'A. mostra come lo sforzo da studiare possa essere fatto esercitare sia parallelamente all'asse elettrico del cristallo, sia normalmente all'asse elettrico e all'asse ottico (disposizione di Curie). Questo secondo schema è da scegliersi ogni qualvolta gli sforzi in esame ammettano variazioni deboli. In ogni caso si verifica al variare dello sforzo una differenza di potenziale tra le armature metalliche della lama di quarzo. Per la determinazione di questa differenza rapidamente variabile si richiede l'uso di un elettrometro senza inerzia, rappresentato da un triodo con la griglia sufficientemente isolata rispetto al filamento e da un amplificatore della corrente di placca, le cui variazioni si registreranno fotograficamente con un oscillografo di frequenza propria sufficientemente elevata. Un condensatore variabile montato in derivazione sul quarzo permetterà di regolare la sensibilità del complesso.

L'A. descrive la realizzazione pratica del dispositivo in merito al montaggio del quarzo e al collegamento con la valvola termoionica ed indica anche il modo di verificare la qualità del quarzo. Infine mette in evidenza le principali applicazioni: studio del colpo d'ariete nelle condotte brevi, determinazione della pressione venosa nel corpo umano; misura di sforzi variabili di grande intensità, quali ad esempio le sollecitazioni indotte sulle rotaie dal passaggio dei treni; misura di accelerazioni con particolare riguardo allo studio dei fenomeni vibratori; studio della fase di scoppio e di espansione nei motori a combustione interna. *G. Cc.*

Misura radio-elettrica della viscosità alle alte temperature. (La Tech. Mod., 1 aprile 1935, pag. 246-247, con 4 fig.). **28 f**

La misura della viscosità alle alte temperature trova immediata applicazione nelle vetrerie per l'esame della pasta fluida uscente dal forno. Fra i diversi metodi impiegati, quello del Cohu sembra destinato ad avere una larga diffusione. Una sfera di platino iridato è fatta cadere in un bagno della sostanza da esaminare; il recipiente contenente il bagno, a pareti verticali, piuttosto alte, porta lateralmente due avvolgimenti a distanza nota. Il passaggio della sfera nel bagno fa variare l'impedenza dei due avvolgimenti, inseriti su di un circuito oscillante, mentre un secondo circuito oscillante registra il fenomeno. Conoscendo l'intervallo di tempo fra i due passaggi si ha la velocità della sfera e risulta facile calcolare la viscosità. Il recipiente contenente il bagno è di sillimanite, materiale utilizzabile fino a 1600° C; esso ha 33 mm di larghezza interna, 38 mm di larghezza esterna e 225 mm di altezza. La determinazione della viscosità si effettua mediante la formula dello Stokes opportunamente corretta: in essa entrano naturalmente tutti gli elementi dimensionali e vettoriali in gioco. Le figure illustrano l'apparecchio, lo schema dei circuiti e riportano alcune curve di viscosità in funzione della temperatura, relative a pratiche determinazioni. *E. R.*

H. H. Race e F. W. Warner — **Misura della resistenza all'arco di materiali isolanti in aria.** (Gen. Elec. Rev., febbraio 1935, pag. 97-102). **28 b**

Gli AA. descrivono alcuni metodi di prova e particolarmente quello per la misura degli effetti di archi ad alta temperatura. A seconda delle condizioni in cui si manifestano, gli archi vengono divisi in tre categorie: 1) archi ad alta energia, per i quali sono richiesti materiali isolanti che presentino un minimo deterioramento anche sotto le alte temperature di archi di forte intensità; 2) archi di moderata energia, per i quali i requisiti di temperatura e tensione del materiale isolante sono meno importanti che non per quelli della prima categoria; però per questa categoria si devono considerare le caratteristiche dell'isolante per quel che riguarda l'igroscopicità, la capacità di sopportare elevate temperature e gli effetti di deterioramento della superficie; 3) archi a bassa energia fra contatti striscianti; in questa categoria sono comprese le applicazioni nelle quali archi ripetuti a bassa intensità e tensione si adescano attraverso la superficie di un materiale isolante pel movimento degli elettrodi, come si verifica in apparecchi di commutazione a bassa tensione.

L'A. espone quindi quali debbano essere i requisiti per una prova ideale di resistenza all'arco e descrive particolarmente un sistema di prova realizzato mediante due elettrodi regolabili di tungsteno, alimentati dall'alta tensione di un opportuno trasformatore. Il calore generato dall'arco viene aumentato a intervalli di un minuto; pei primi tre minuti si hanno cicli regolari di intermittenza, poi si ha alimentazione continuativa fino a $10 \div 13$ minuti; viene quindi misurata la corrente e viene determinata la potenza dissipata in calore dall'arco, in base alla tensione e alla corrente sul secondario del trasformatore.

L'A. descrive poi altri metodi di prova ed espone i vantaggi e gli svantaggi di ciascuno, in relazione ai risultati e alle applicazioni e conclude che pei materiali isolanti costituiti da sostanze organiche il deterioramento prodotto dall'arco è una decomposizione chimica dovuta all'elevata temperatura, mentre pei materiali che non carbonizzano il deterioramento è invece dovuto ad una fusione che produce uno strato superficiale di alta conduttività. *C. G. E.*

G. Marchal — **Un apparecchio per misure di corrente delle cellule fotoelettriche a strato di sbarramento.** (Bull. Soc. Belge Elec., febbraio 1935, pag. 82-86, con 6 fig.). **28 b**

Prendendo a considerare le caratteristiche (intensità luminosa-corrente) di una cellula fotoelettrica in funzione della resistenza del circuito esterno, è messo in rilievo che per ottenere una proporzionalità molto precisa fra l'intensità dell'illuminazione e la corrente generata è necessario che la resistenza del circuito esterno sia la più piccola possibile. La corrente corrisponde allora alla corrente di corto circuito della cellula. Viene indicato uno schema di misura di tale corrente usato nel laboratorio centrale del Comitato Elettrotecnico Belga. La corrente fotoeletrica viene messa in opposizione con la corrente generata da una pila; quest'ultima corrente viene regolata con una resistenza variabile fino a che un galvanometro, inserito in derivazione sulla cellula fotoelettrica, non presenta più nessuna deviazione; si può allora dalla misura della corrente della pila e dai valori delle resistenze inserite dedurre assai facilmente il valore della corrente esterna generata dalla cellula fotoelettrica. Il galvanometro impiegato è un apparecchio a specchio, da 60 ohm, e con una sensibilità di 5×10^{-9} A per la deviazione di un millimetro sulla scala a un metro di distanza. L'apparecchio è tutto racchiuso in una cassetta metallica e si presta assai facilmente alla esecuzione delle misure. *Ri.*

P. L. Bellaschi — **Caratteristiche degli spinterometri a sfere con impulsi di brevissima durata.** (L'En. Elettr., marzo 1935, pag. 200-204, con 9 fig.). **28 c**

Le nuove esigenze della tecnica rendono talvolta opportuno l'uso dello spinterometro per la misura di onde di tensione d'impulso di brevissima durata; il comportamento dell'apparecchio in tali condizioni ha pure interesse teorico specialmente in relazione al meccanismo della scarica nei gas. L'A. riferisce circa ricerche sperimentali sistematiche eseguite su uno spinterometro a sfere. Per la misura delle alte tensioni di impulso si è fatto uso di un oscillografo a raggi catodici con divisori di tensione; lo schema comprende una resistenza non induttiva in olio collegata a un tronco di cavo sotto piombo, alla cui estremità è una resistenza eguale all'impedenza d'onda del cavo; la resistenza è collegata all'oscillografo e le piastre di esso sono collegate attraverso la resistenza o una parte di essa. La possibilità di adoperare il divisore a capacità coll'oscillografo dipende dal fatto che questo misura direttamente la tensione attraverso una parte della capacità e che vi è un rapporto definito fra tale tensione e quella attraverso la capacità totale del divisore; l'accoppiamento si effettua attraverso un pick-up e l'oscillografo è racchiuso in uno schermo metallico che insieme alle parti conduttrici vicine al pick-up formano parte integrale della terra del generatore d'impulsi. Per la misura d'impulsi con durata fino a 0,3 microsecondi od anche meno il divisore a resistenza dà risultati buoni come quello a capacità, finchè gli elementi di resistenza impiegati non superano il numero di tre. È risultato che il rapporto d'impulso degli spinterometri a sfere aumenta gradualmente per durate di impulso da 1 a 2 microsecondi fino a 0,6 microsecondi e poi più rapidamente fino a 0,2 microsecondi, raggiungendo un valore fra 1,23 e 1,74. Il rapporto stesso aumenta col diminuire della distanza spinterometrica e, per un dato rapporto fra distanza e diametro delle sfere, diminuisce coll'aumentare del diametro. *Ri.*

T. A. Abbott, J. H. Goss — **La lubrificazione aumenta la durata dei supporti dei contatori.** (Elec. Eng., aprile 1935, pag. 428-431, con 3 fig.). **28 c**

Gli AA. hanno svolto tutto un piano di studi e di ricerche sull'argomento della durata dei perni portanti nei contatori di energia elettrica e sull'influenza della lubrificazione sulla usura dei supporti. Non va dimenticato che la pressione unitaria sull'estremità inferiore del perno verticale è assai elevata e quindi può dar luogo a usura rilevante anche se la velocità è piccola. I metodi per raccogliere dati sull'argomento sono di 3 generi: osservazioni su contatori in esercizio, prove eseguite in laboratorio a velocità normale in condizioni

ben controllate, prove accelerate eseguite in laboratorio e intese a riprodurre in breve spazio di tempo i fenomeni che avvengono in lunghi anni di esercizio normale. Ad esempio in un contatore da 5 A a 115 V che compie a pieno carico circa 16 giri al minuto si è tolto il magnete di freno elevando così la velocità a circa 30 volte il normale e si è aumentato da 13 a 75 grammi il peso del rotore che l'alberino portava; per simulare le condizioni di esercizio normale si è proceduto a frequenti arresti ed avviamenti. Le esperienze furono eseguite in 3 condizioni: superfici del perno e del supporto chimicamente pulite, senza traccia di lubrificante; con un sottilissimo velo di lubrificante; con lubrificazione abbondante. Mentre in quest'ultimo caso si raggiunsero 120 milioni di giri senza che si verificassero usure capaci di influenzare le indicazioni dell'apparecchio, colle superfici asciutte le condizioni erano già divenute cattive dopo 10 milioni di giri. Le osservazioni su contatori rimasti in servizio normale per parecchi anni confermarono i risultati ottenuti in laboratorio colle prove accelerate. Viene anche fatto cenno di qualche calcolazione per determinare in via analitica la pressione unitaria sul perno (che raggiunge valori dell'ordine di 100 kg/mm²) e l'influenza dell'attrito nei perni sull'esattezza del contatore. Nel complesso è risultato dimostrato che con perni ben lubrificati la durata utile è molto allungata, che l'usura in tali condizioni tende ad un valore costante e non influisce sensibilmente sull'esattezza delle indicazioni dell'istrumento. *N.*

J. L. Carr — **La resistenza dei guasti di isolamento nelle reti di distribuzione.** (J. I. E. E. Londra, LXXVI, 458, febbraio 1935, pag. 222-226, con 2 figure). **28 d**

Le reti di distribuzione in cavo devono essere controllate periodicamente mantenendo la rete sotto tensione e riducendo al minimo il distacco delle prese di terra. Con c. c. la resistenza d'isolamento dell'impianto si deduce con 2 misure di tensione fatte rispettivamente con una resistenza nota in derivazione fra uno dei fili e la terra e senza. Con c. a. la misura della resistenza d'isolamento è più difficile specialmente se si tratta di un sistema trifase a 4 fili; conviene in questo caso interrompere il circuito di terra e applicare fra ogni conduttore sotto tensione e la terra un voltmetro elettrostatico; se poi si inserisce in derivazione verso terra una resistenza regolabile, si può stabilire il valore della resistenza che fa diminuire l'indicazione del voltmetro di una certa quantità. Gli AA. hanno realizzato un metodo di misura pratico della resistenza di terra anche per questo caso basato sul rilievo della corrente nel neutro in fase con la tensione applicata; per questo fra il neutro e la terra si inserisce la bobina amperometrica di un wattmetro ed un amperometro, mentre in derivazione fra una fase ed il neutro si inserisce la bobina voltmetrica. Si rilevano le indicazioni degli strumenti prima applicando un d.d.p. fra il neutro e la terra (ottenuta ad es. con l'inserzione del secondario di un trasformatore in serie con gli strumenti sul circuito di terra) e poi senza. Tutta l'apparecchiatura necessaria per questa misura è stata riunita in una cassetta di 50×35×23 cm per utile; l'apparecchio può portare una corrente massima di 20 ampere e permette di calcolare la resistenza di terra dal rilievo delle indicazioni wattmetriche quando siano state seguite le dovute istruzioni. *I. L.*

N. H. Searby — **Un wattmetro di grande sensibilità e precisione per la misura di piccolissime potenze.** (J. I. E. E. Londra, LXXVI, 458, febbraio 1935, pag. 205-221 con 12 fig.).

L'A. ha studiato uno speciale wattmetro per la misura delle perdite su piccole quantità di lamiere magnetiche; con un'induzione di 10.000 gauss si possono misurare le perdite su 0,1 kg di lamiere mentre ne occorrono 10 kg coi metodi ordinari. Il wattmetro funziona per riduzione a zero; l'equipaggio mobile, sostenuto da doppio filo metallico, si compone di 2 bobine voltmetriche disposte ad angolo retto e sovrapposte: una viene alimentata per induzione dal flusso magnetico alternativo esistente nel nucleo in prova ed ha in serie delle resistenze adatte per ottenere 5 portate, da 4 a 300 volt; l'altra è inserita in derivazione su una batteria di accumulatori ed è alimentata perciò con corrente costante. Anche le due bobine fisse sono ad angolo retto; una porta la corrente di eccitazione del nucleo ed ha due portate, di 10 e 20 ampere, l'altra viene alimentata con c. c. regolabile in modo da portare sempre lo strumento a zero. La misura della potenza viene così ricondotta al rilievo di una tensione e di una corrente con strumenti a c. c. di precisione. La sensibilità massima dello strumento è di 0,0005 watt; da 0,1 a 40 watt la precisione dello strumento è paragonabile a quella degli strumenti a c. c. cioè del 0,5 %. Il consumo proprio del wattmetro viene compensato con avvolgimenti ausiliari alimentati dalla corrente assorbita dalla bobina voltmetrica ed avvolti sulle bobine amperometriche. Le bobine voltmetriche hanno un'induttanza massima di 62 μH ed un periodo di oscillazione di 2 secondi; le bobine amperometriche hanno una induttanza di 64,3 μH in parallelo e di 127 μH in serie; la resistenza del circuito voltmetrico è di 10 ohm/volt. L'equipaggio mobile è provvisto di uno specchietto per riflettere la luce su una scala graduata posta ad un metro di distanza; la deviazione è di 0,4 mm quando la potenza è di 0,01 watt, su 10 ampere e 4 volt di portata. Il campo magnetico terrestre è stato neutralizzato con una bobina di compensazione di 40 spire alimentata da un accumulatore semplice. La corrente alle bobine voltmetriche viene portata con nastrini di argento dello spessore di 0,023 mm e larghi 0,4 mm; le resistenze addizionali sono isolate con amianto. Il wattmetro ha un ingombro in pianta di 17×50 cm ed un'altezza di 50 cm. *I. L.*

RADIOTECNICA.

E. Mittelmann — **I più recenti progressi nella tecnica dei radioricevitori.** (E. u. M., N. 44, 4 novembre 1934, pag. 518-519). **34 d**

L'A. passa in rassegna i radioricevitori presentati alla Mostra della Radio di Vienna nell'ottobre 1934 per mettere in rilievo le caratteristiche che presentano il carattere di innovazioni in questo ramo della radiotecnica. La rassegna si dilunga più particolarmente sui nuovi tipi di valvole. *V. D. Ma.*

J. Stewart — **Il funzionamento della prima valvola detettrice delle supereterodine.** (J. I. E. E. Londra, LXXVI, 458, febbraio 1935, pagine 227-235, con 13 fig.). **34 d**

L'oscillatore destinato a produrre i battimenti con l'onda in arrivo può essere inserito in 4 modi diversi rispetto alla prima valvola detettrice a 4 elettrodi: nel circuito di griglia, nel circuito del filamento, nel circuito della griglia schermo oppure nel circuito di placca. I primi due si equivalgono perchè la loro azione è legata alla curvatura della caratteristica della valvola, gli altri due invece non risentono della forma della caratteristica. L'A. definisce la conduttanza di conversione in base al rapporto fra l'intensità della corrente anodica a frequenza intermedia e la tensione dei segnali ad alta frequenza applicati alla griglia. Questa rapporto è praticamente costante quando i segnali sono sufficientemente deboli ed è in generale in relazione con la forma della caratteristica. Il rapporto può essere misurato in 5 modi diversi: per via diretta, per via grafica, e con 3 metodi dinamici basati o sulla misura dell'onda a frequenza fondamentale del circuito anodico, oppure del valore medio della corrente anodica oppure della variazione nella corrente anodica prodotta da un impulso elettrico di ampiezza nota quando le frequenza dell'oscillatore è uguale a quella dell'impulso in arrivo (la frequenza intermedia è nulla). Il primo metodo è piuttosto laborioso ma più convincente, l'ultimo è di uso più comodo specialmente se l'impulso è ottenuto con una c. a. a frequenza industriale; gli altri due metodi dinamici sono più precisi. Il metodo grafico si presenta insostituibile soltanto quando i metodi diretti non sono applicabili; l'approssimazione è legata all'abilità grafica dell'operatore *I. L.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

F. V. Calvert — **Elementi di un sistema di distribuzione di energia elettrica per l'alimentazione di escavatori elettrici.** (Gen. Elec. Rev., febbraio 1935, pag. 94-96). **40 c**

Una miniera di carbone negli Stati Uniti d'America produce 3000 tonn al giorno di carbone, estratto con un escavatore di 11 m³ e con un caricatore di 2,5 m³. Il cavo della linea principale parte da un punto di distribuzione, al quale arriva una linea aerea, ed è composto di tre conduttori isolati con gomma per 5000 volt, avvolti con una striscia schermante di rame: i tre conduttori sono ricoperti di juta impregnata, di un'armatura d'acciaio e, al disopra, di uno strato di juta. I diversi tronchi della linea principale sono congiunti da cassette provviste di interruttori in olio: la cassette permettono la connessione alla linea principale dei cavi mobili che alimentano gli escavatori ed i trasformatori per gli ausiliari. I cavi mobili sono di vario tipo, a seconda della tensione e del servizio per cui vengono impiegati: il tipo per 5000 volt ha tre conduttori isolati in gomma avvolti di treccia di rame; i conduttori sono rivestiti di gomma impregnata. *C. G. E.*

F. Cahe — **Trasporti d'energia e interconnessioni.** (Bull. Soc. Franc. Elec., aprile 1935, pag. 341-390, con 37 fig.). **40 f**

L'A. affronta dal punto di vista generale il problema del funzionamento di reti polifasi complesse, cominciando dall'ipotesi di regime permanente. Analizzando tale comportamento mette in evidenza come una rete elettrica serva ad una circolazione combinata di energia attiva e di energia reattiva e come il funzionamento della rete sia caratterizzato a un dato istante dalla ripartizione della potenza attiva e reattiva fra i diversi circuiti, dal valore e dalla fase della tensione in tutti i punti e dal valore della frequenza. Esamina poi partitamente la reazione mutua delle grandezze che caratterizzano il funzionamento di una rete, definendo 2 leggi. Se la resistenza del circuito è trascurabile rispetto alla reattanza, la potenza attiva è proporzionale alla variazione della tensione in quadratura, e la potenza reattiva alla variazione della tensione in fase. Inversamente se la reattanza è trascurabile, la potenza attiva è proporzionale alla variazione della tensione in fase e la potenza reattiva alla variazione in quadratura. Le variazioni di frequenza influiscono notevolmente sulla ripartizione delle potenze attive fra le centrali, in causa dell'azione dei regolatori di velocità. Passando poi ai si-

stemi di regolazione, li classifica in 2 categorie: apparecchi che servono sia alla regolazione della tensione, sia alla generazione ed all'assorbimento della potenza reattiva; apparecchi che servono alla regolazione della potenza attiva e della frequenza. Nella prima categoria considera dettagliatamente i compensatori di fase ruotanti e i compensatori statici; per la regolazione sotto carico vengono pure illustrati dispositivi statici applicati ai trasformatori oppure l'uso di macchine sincrone opportunamente impiegate. Nella seconda categoria sono studiati i dispositivi di regolazione automatica del carico e della frequenza e l'accoppiamento asincrono delle reti. Viene poi fatto cenno delle direttive generali di calcolo delle reti. In ultimo è studiato il funzionamento delle reti in regime perturbato, passando in esame le diverse questioni: corti circuiti e mezzi di protezione; stabilità statica e dinamica delle reti. *Ri.*

W. WEISS — **Calcolo delle reti al minimo quantitativo di materiale in base alla caduta di tensione prefissata.** (E. u. M., N. 42, 21 ottobre 1934, pag. 489-493, con 5 fig.). **40 c**

L'A. determina analiticamente le condizioni di optimum per il dimensionamento dei conduttori delle reti semplici e complesse, con carichi comunque ripartiti o concentrati. Il calcolo viene condotto nelle due ipotesi che la caduta induttiva sia trascurabile oppure importante agli effetti dei risultati realizzabili. Le formule sono tradotte graficamente in diagrammi ed applicate ad un esempio pratico. *V. D. Ma.*

S. W. MARSHALL, Jr. — **Calcolo delle perdite nelle linee di trasmissione ad alta tensione sotto carico.** (Gen. Elec. Rev., febbraio 1935, pag. 84-85). **40 b**

L'A. suggerisce un metodo, rapido ed originale, basato sulla scelta di valori costanti per la corrente di carica per km di linea, per la corrente di eccitazione del trasformatore elevatore e per le perdite nel ferro dei trasformatori utilizzatori. Partendo dalle equazioni relative: 1) alla corrente magnetizzante del trasformatore a carico costante; 2) alla corrente di carico ad una data tensione; 3) alla corrente di carica (capacitiva) variabile in dipendenza della distanza; trascurando inoltre in prima approssimazione la dispersione normale e per effetto corona, l'A. dà l'espressione della corrente. L'A. considera poi l'equazione delle perdite di linea per una sezione infinitesimale e, introducendo in questa equazione il valore dell'espressione prima trovata per la corrente, integra ottenendo le perdite totali della linea. Sommando queste con le perdite nel rame del trasformatore elevatore e con quelle nel ferro dei trasformatori utilizzatori, si hanno le perdite complessive della linea e dei trasformatori. *C. G. E.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

F. NIETHAMMER — **Filo di contatto e presa di corrente.** (E. u. M., N. 47, 25 novembre 1934, pag. 549-553, con 5 fig.). **41 a**

Il mutuo comportamento del filo di contatto e del pantografo durante la marcia dei treni merita un particolare interesse quando si tratta di linee percorse da motrici ad alta velocità. Velocità dell'ordine di 150 km/h richiedono un'accurata esecuzione del pantografo ed una posa impeccabile della linea di contatto per assicurare il contatto fra filo e presa di corrente anche nelle più sfavorevoli condizioni di marcia e di temperatura. Dalla considerazione delle forze in gioco, l'A. studia l'equilibrio dinamico del sistema filo-pantografo arrivando ad esprimere con una formula la velocità critica al disotto della quale avviene il distacco del pantografo dal filo. Dalla discussione della formula, risulta l'influenza che hanno la pressione dell'archetto, la tensione di tesatura del filo, il peso del pantografo, l'attrito del pattino, ecc. agli effetti di una buona presa di corrente. Le possibili vibrazioni meccaniche causate dal pantografo o dal filo di contatto stesso sono chiaramente esaminate. *V. D. Ma.*

H. WERZ — **I locomotori delle ferrovie La Mure-St. Georges de Commiers e La Mure-Gap (Isère).** (Trac. Elect., N. 10-11, ottobre-novembre 1934, pag. 180-198, con 32 fig.). **41 e**

La prima delle due linee, lunga 31 km e con profilo assai accidentato, collega il bacino carbonifero di La Mure con la rete francese a scartamento normale. È stata elettrificata fin dal 1903 con corrente continua a 2400 V, distribuzione a tre fili. Della seconda linea, lunga 84 km, soltanto il tronco fino a Corps è costruito ed elettrificato con corrente continua a 2400 V, distribuzione ad un solo ponte. Entrambe le ferrovie hanno lo scartamento di un metro. Fino all'inizio del 1933, l'esercizio è stato disimpegnato da locomotori a due carrelli B-B equipaggiati con 4 motori a sospensione tranviaria della potenza complessiva di 370 kW. I nuovi locomotori hanno il rodiggio Bo-Bo e sono equipaggiati con quattro motori gemelli (doppi) capaci di sviluppare complessivamente 680 kW orari e 545 kW continuativi. I 4 motori sono costantemente collegati in parallelo durante la marcia e l'avviamento è effettuato interamente mediante intervento sul reostato, con 37 posizioni. Con un commutatore speciale, è possibile passare senza difficoltà dalla linea a 2×1200 V a quella a 2400 V. Il frenamento in corto circuito è possibile su 34 posizioni, facendo erogare due gruppi di due motori su due circuiti indipendenti di resistenze. Le connessioni di marcia e di freno sono realizzate mediante contattori a comando pneumatico. Completano l'equipaggiamento di controllo, oltre al commutatore di sezione, due interruttori principali, quattro accoppiatori-invertitori, due combinatori. I gruppi ausiliari sono due: un gruppo motore - ventilatore - compressore - dinamo, azionato da due motori in serie a 2330/2 V ed un gruppo moto-pompa a vuoto, pure con due motori di comando. I circuiti di comando e di illuminazione sono alimentati da una batteria a 36 V di elementi al ferro-nichel, mantenuta in carica dalla dinamo grazie ad un regolatore di tensione. Il circuito di riscaldamento è alimentato a 2400 V. *V. D. Ma.*

A. E. MUELLER — **Le automotrici Diesel-elettriche da 300 kW della Compania de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y a Alicante.** (Revue B. B., N. 10, ottobre 1934, pag. 185-186, con 1 fig.). **41 e**

La trasmissione elettrica è stata prescelta al comando meccanico per le quattro automotrici con motore Diesel destinate al servizio dei treni diretti e dei treni omnibus lungo la linea a forti pendenze Madrid-Avanjuez-Cuenca. Le automotrici sono a due carrelli, dei quali uno portante e l'altro motore. Sul primo è montato il Diesel con la dinamo principale o la dinamo ausiliaria; sul secondo sono sistemati i due motori di trazione. Il motore è avviato dalla dinamo principale alimentata mediante una batteria di accumulatori. Il dispositivo di regolazione della velocità e dello sforzo di trazione offre un interesse particolare perchè è congegnato in modo da non lasciare al manovratore che la possibilità di scegliere la potenza ossia la velocità di marcia. La tensione della dinamo principale è regolata automaticamente da un regolatore a servomotore che è in connessione coi leveraggi di regolazione dell'immissione del Diesel. La regolazione agisce mantenendo costante la potenza del motore termico al valore corrispondente alla posizione del controller di comando. La potenza del motore viene regolata facendo variare la velocità. Ciascuna automotrice è costituita per la caratteristiche seguenti: lunghezza della cassa 22.225 mm; interasse del carrello portante 3420 mm; interasse del carrello motore 3000 mm; interasse rigido 15.000 mm; peso in ordine di marcia 52 t; velocità massima 100 km/h; velocità sul 17 ‰, 70 km/h. È prevista la marcia in multiplo di due automotrici accoppiate e di treni composti di un'automotrice e di una o due vetture pilota. *V. D. Ma.*

A. LATERNSER, F. STEINER — **Veicoli elettrici a scartamento normale in Svizzera.** (El. Bahnen, N. 10, ottobre 1934, pag. 217-220, con 6 fig.). **41 v**

Gli AA. passano in rassegna l'evoluzione dei locomotori e delle automotrici adottate sulle linee a scartamento normale della Svizzera, a partire dai primi locomotori trifasi della Burgdorf-Thun (1899) fino ai recenti locomotori di grande potenza della linea del Gottardo ed alle automotrici leggere elettriche e Diesel-lettriche. Le caratteristiche fondamentali dei diversi tipi di motrici sono brevemente richiamate. *V. D. Ma.*

W. KIENSCHERPER — **Il telaio saldato del locomotore 1Do1 della Reichsbahn.** (El. Bahnen, N. 10, ottobre 1934, pag. 221-228, con 17 fig.). **41 e**

La decisione di saldare interamente il telaio del locomotore a grande velocità (140 km/h) trova la sua giustificazione nella necessità di ridurre il più possibile il peso delle varie parti del veicolo e nei buoni risultati ottenuti con la saldatura dei telai di locomotori per servizio industriale. Il lavoro ha richiesto la risoluzione di molti problemi sui quali l'A. si sofferma diffusamente, illustrando il processo di lavorazione, le prove eseguite, i vantaggi tecnici della saldatura dei telai. L'articolo è corredato da un'ampia documentazione fotografica. *V. D. Ma.*

CRONACA TECNICA

APPLICAZIONI TERMICHE.

5 c Numerosi esempi di riparazioni e di **rinforzo di ponti metallici mediante saldatura elettrica** sono riportati in *Welding* dicembre 1934, pag. 62. Vengono descritte le lavorazioni eseguite in numerosi casi presentanti particolari difficoltà, dimostrando la convenienza di tale genere di lavori sia dal lato tecnico sia da quello economico. Viene affermato che il risparmio di spesa nelle grandi costruzioni metalliche saldate in confronto a quelle chiodate è in generale superiore al 25 %. L'economia poi che si ottiene rinforzando i vecchi ponti anzichè ricostruirli di nuovo, arriva al 70 % e all'80 %. Nella discussione che segue all'articolo sono messi in rilievo numerosi aspetti particolari del problema. *Ri.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

14 b **Esperienze sulle trasmutazioni dell'azoto sotto bombardamento di deutoni** sono descritte in *Phys. Rev.* 15 febbraio 1935, pag. 273. Si è riconosciuto che l'azoto emette tre gruppi di particelle

alfa e 2 gruppi di protoni; nelle esperienze descritte le particelle alfa avevano rispettivamente ranghi di 6,9, 7,8 e 12,7 cm. In base a tali esperienze ed a determinazioni allo spettrografo di massa si sarebbe ottenuto per la massa del N^{14} il valore 14,0069. I protoni avevano rispettivamente ranghi di 24 e di 85 cm. Se ne è dedotto per la massa N^{15} il valore 15,0041. *Ri.*

14 b Esperienze eseguite sul bombardamento di laminette metalliche con ioni veloci di mercurio sono descritte in *Phys. Rev.* 15 febbraio 1935, pag. 279. Gli ioni di mercurio prodotti nel catodo di un arco a mercurio venivano accelerati col metodo di Sloan e Lawrence sino ad energie di 2,35 milioni di volt, e condotti a bombardare laminette di vari metalli. Si è sperimentato con nichel, rame, molibdeno, alluminio, tungsteno, argento, stagno, magnesio, cadmio, ottenendo risultati sostanzialmente concordanti. Tutti i metalli hanno dimostrato sotto il bombardamento la emissione di elettroni in numero di circa 7 a 20 elettroni per ogni ione incidente rispettivamente con energie comprese fra 0,7 e 2,35 milioni di volt. Pellicole di recente formazione di metalli alcalini hanno dimostrato un graduale aumento nella emissione per qualche tempo dopo la loro formazione; per il litio l'effetto è particolarmente rapido tanto che si arriva a 50 elettroni per ogni ione incidente. *Ri.*

14 b Sull'effetto della pressione meccanica sulla conduttività dei metalli alcalini sono contenute considerazioni in *Phys. Rev.* 15 febbraio 1935, pag. 288. È esposta una interpretazione del fenomeno sulla base dell'alterazione che interviene nei legami degli elettroni di conduzione per effetto della pressione. Viene dimostrato che in base a calcolazioni teoriche si possono prevedere i risultati sperimentali. *Ri.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

23 Il laboratorio Ampère per altissime tensioni è descritto in *The Elec.* 16 novembre 1934, pag. 635. Il laboratorio, della Co. Gen. d'Electro-Céramique, presso Parigi, è attrezzato con un gruppo per prove a frequenza industriale fino a 1000 kV e con un altro gruppo per prove ad impulso fino a 3000 kV. Il primo gruppo comprende un convertitore a frequenza costante per qualunque carico, tre trasformatori elevatori a isolamento in aria connessi in cascata, da 500/375.000 V, 125 kVA. Il generatore di impulsi comprende 100 condensatori da 0,5 mF, 30.000 V, disposti in 20 gruppi di 5 unità. La scarica del generatore di impulsi dura soltanto pochi milionesimi di secondo; le caratteristiche della corrente vengono rilevate con uno speciale oscillografo a raggi catodici. Le cose sono disposte in modo che l'oscillografo entri in funzione una piccolissima frazione di secondo prima che avvenga la scarica del generatore. *Ri.*

23 La stazione di prova degli interruttori delle Officine di costruzioni elettriche di Delle è stata di recente ampliata e modernizzata. Dà notizia Ch. Bresson in *R. G. E.* (13 ottobre 1934, pagine 511-521) accennando all'impianto di un nuovo trasformatore con rapporti 9 kV 110/150/220 kV, alle disposizioni prese per accrescere la potenza di corto circuito dell'alternatore di prova, e per regolare l'asimmetria nello studio degli effetti delle correnti intense e agli strumenti di misura speciali per le registrazioni dei fenomeni. *G. Cc.*

23 Alla Scuola Superiore di Elettricità di Parigi è dedicata da *R. G. E.* una lunga monografia che in due puntate (20-27 ottobre 1934, pagg. 541-55 e 585-97) tratta a cura di Juvion, Guilbert, Robert e Vellard dell'origine e dell'evoluzione dell'istituto in relazione specialmente ai nuovi impianti di cui la scuola è stata di recente dotata e all'interessante organizzazione didattica interna, delle prove e delle sperimentazioni. *G. Cc.*

MACCHINE A COLLETTORE.

25 d Del motore trifase a collettore con regolazione della velocità mediante spostamento delle spazzole, cui aveva già fatto cenno Rudra in *R. G. E.* (23 giugno 1934) ritorna sulla stessa *R. G. E.* (13 ottobre 1934, pagg. 499-508) Schombourger per descrivere un nuovo metodo di costruzione semplificata del diagramma e per illustrarne alcune particolarità riferentesi sopratutto agli effetti delle applicazioni industriali. *G. Cc.*

MATERIALI.

26 v Recenti progressi sui materiali sono illustrati in *The Elec.* 30 novembre 1934, pag. 691. Nei materiali ferrosi vengono particolarmente ricordati i progressi nella raffinazione in forni elettrici, nell'uso di acciai austenitici antiruggine e nei metodi di saldatura. Pei materiali non ferrosi è importante per l'elettrotecnica l'introduzione del rame privo di ossigeno, ad alta conduttività e di buone proprietà meccaniche. Una lega rame-nichel con piccole percentuali di alluminio sottoposta ad opportuno trattamento termico raddoppia la sua resistenza e migliora enormemente tutte le altre sue proprietà. Nei materiali magnetici si sono fatti progressi specialmente nel campo delle applicazioni per alte frequenze. Negli isolanti elettrici liquidi è notevole l'introduzione del «permitol», liquido non infiammabile ad elevata costante dielettrica. Numerosi progressi sono ricordati nel campo dei materiali isolanti sintetici e in quelli per alte frequenze. Fra i materiali speciali per usi elettrotecnici sono ricordati nuovi tipi di vetri per lampade a scarica in gas, materiali per catodi, l'adozione di grossi cristalli di sale di Rochelle per apparecchi acustici piezoelettrici. *Ri.*

MISURE.

28 b Di un nuovo metodo di misura assoluta di resistenza elettrica è data notizia in *The Elec.* 9 novembre 1934, pag. 609. Una bobina girevole di raggio a_1 è disposta simmetricamente fra 2 bobine fisse di raggio a. Se il rapporto a_1/a è contenuto fra 0,58 e 0,53 si può facilmente ottenere, semplicemente regolando la distanza fra le bobine fisse, che la mutua induttanza fra la bobina mobile e quelle fisse risulti accuratamente proporzionale all'angolo di spostamento delle rispettive posizioni. Se la bobina mobile ruota con una certa velocità, mentre una certa corrente nota attraversa le bobine fisse, si può ricavare da un commutatore posto sull'asse di rotazione una forza elettromotrice proporzionale alla corrente e alla velocità angolare e tale forza elettromotrice può essere equilibrata da un'altra ottenuta da una resistenza percorsa dalla stessa corrente. Dal dispositivo si può ricavare la misura della resistenza stessa. *Ri.*

STATISTICA.

36 Sulla produzione di energia nell'Africa meridionale sono date notizie in *The Elec.* 23 nov. 1934, pag. 667. La centrale della Jeppe Street a Johannesburg è stata costruita in 2 tempi, la prima sezione, entrata in servizio nel 1927 comprendeva un turboalternatore da 10.000 kW con 2 caldaie da 30 a 45 tonnellate/ora di vapore; successivamente furono installati altri 2 gruppi generatori analoghi e 4 caldaie. Le turbine funzionano con vapore a 25 atm e 330°. Secondo un piano recentemente approvato la centrale sarà ampliata fino ad una potenza di 82.000 kW. Nel 1933 la produzione di energia è stata di 124.000.000 kWh. Sono ricordate anche altre centrali minori colle quali la produzione totale di energia è arrivata a 141.000.000 di kWh. *Ri.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

38 b Sul nuovo cavo telefonico fra l'Australia e la Tasmania sono date alcune notizie in *The Elec.* 16 novembre 1934, pag. 637. I cavi precedentemente posati sono usabili soltanto per il servizio telegrafico. Il nuovo cavo permetterà almeno 7 canali telefonici e probabilmente oltre 15 canali telegrafici. Costruttivamente è simile al noto cavo Key West-Avana; esso consiste di un conduttore centrale in rame isolato in gomma e balata; il conduttore di ritorno è costituito da nastrature di rame avvolte intorno all'isolante. Il cavo sarà esercito col sistema delle onde portanti ad alta frequenza. *Ri.*

38 a Un dispositivo portatile per le prove degli impianti telefonici è descritto in *Annales P. T. T.* febbraio 1935, pag. 170. Esso ha lo scopo di facilitare al massimo i sopraluoghi presso gli abbonati, pur permettendo una verifica completa dei singoli posti telefonici. Tutto il complesso degli apparecchi è racchiuso in una cassetta di millimetri 215×205×165 e pesa kg 4, 5. Con questo dispositivo si può eseguire una quantità di operazioni: misura dell'equivalente del collegamento centrale-abbonato; verifica dell'efficienza del posto di abbonato alla ricezione e alla emissione; verifica delle condizioni di alimentazione del posto stesso. Vengono indicate sommariamente le operazioni da eseguire in proposito. *Ri.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 h Alcune osservazioni sulla propulsione elettrica nella marina sono esposte in *The Elec.* 16 novembre 1934, pag. 633 a proposito di una nave a propulsione Diesel-elettrica recentemente costruita in Inghilterra. Si tratta di un battello per servizio passeggeri sulla Clyde, da 1000 kW con velocità di 17 nodi. Fu scelto il motore Diesel per economia di combustibile ed anche per notevole risparmio di spazio che esso permette a bordo. Sono installati 4 motori Diesel da 300 kW a 600 giri al minuto, collegati 2 a 2; il comando di ciascuna unità può essere fatto da un posto centrale. Anche i gruppi generatori per i servizi saranno comandati completamente dai motori principali. Si studia un sistema di isolamento della sala macchine dal resto della nave per ridurre al minimo la trasmissione dei rumori. Il motore elettrico di comando è del tipo a doppia armatura, da 1000 kW. *Ri.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XL RIUNIONE ANNUALE

SANTA MARGHERITA LIGURE - 23-28 Settembre 1935-XIII

Primo elenco di Memorie destinate al Congresso

« MISURE »

A) DI CARATTERE GENERALE.

F. Vecchiacchi: *Le misure di frequenza* (dalle industriali alle r. t.) - Monografia.
F. Vecchiacchi: *Rilievo della forma delle oscillazioni elettriche* (c. s.) - Monografia.
G. Rutelli: *Prove su tubi elettronici di potenza.* (Appunti di Laboratorio).
M. Paris: *Misure di piccole differenze di fase con apparecchi termoionici.*
L. Bosone: *I dispositivi di schermatura e di guardia nelle misure elettriche.*
I. Lucchi: *Il galvanometro balistico e la misura degli impulsi elettrici di forma esponenziale.*

B) COMUNICAZIONI.

E. Severini: *Applicazione dei tubi a raggi catodici alle misure a. f.*
M. Boella: *Misure di radiofrequenze.*
G. Gramaglia: *Misure di campo elettromagnetico.*
M. Boella: *Misure di stabilità dei tubi elettronici.*
M. Boella: *Misura dell'angolo di perdita dei condensatori in a. f.*
M. Boella: *Misure assolute di resistenza in a. f.*
M. Ferrario: *Misura della resistenza equivalente dei circuiti per radio frequenze.*
G. Rutelli: *Misure su alimentatori di antenne radiotrasmittenti.*
N. Carrara: *Misure sulle linee di alimentazione delle antenne r. t.*
G. Rutelli: *Rilievo delle caratteristiche di radiazione delle antenne per mezzo di aeroplani.*
G. Rutelli: *Misure sulla linearità di impianti radiotrasmittenti.*
G. Gramaglia: *Rilievo di caratteristiche di tubi elettronici trasmittenti.*
N. Carrara: *Misura di potenza degli oscillatori a microonde.*
A. Brandimarte: *Misure di potenza dei radiotrasmettitori.* - Monografia.
G. Pincione: *Le misure sui radioricevitori.*
G. Salom: *Misure su radioricevitori.*
P. Lecchi - P. Di Roberto: *La misura della selettività* - Appunti critici.
P. Lecchi - U. Bab: *Misure elettroacustiche.*
S. Treves: *Terminologia e misure nella trasmissione telefonica.*
L. Niccolai: *Misure delle tensioni psofometriche nei circuiti telefonici* - Monografia.

C) IMPIANTI INDUSTRIALI.

S. Alfieri: *Sulla misura delle precipitazioni nell'alta montagna.*
M. Visentini: *Misura della evaporazione degli specchi liquidi.*
E. Bottani: *La misura dei componenti simmetrici nei sistemi trifasi qualunque.*
B. Usigli: *Perfezionamenti negli istrumenti di misura industriali indicatori e registratori.*
A. Lucchini: *Le moderne tendenze degli indicatori di zero.*
G. Meda: *Comportamento delle resistenze addizionali per wattmetri.*
L. Bosisio: *Misure di corrente di bassissima frequenza.*
G. Someda: *Misure di correnti continue di grande intensità.*
E. Bottani: *Perfezionamenti nella teoria dei riduttori di tensione e delle prove relative.*
G. Pagliari: *La taratura dei riduttori di tensione.*
P. De Pol: *Il primo riduttore di tensione per 350 kV.* - Risultati di prova.
A. Barbagelata: *Sui comparatori per la prova dei trasformatori di misura.*
E. Pugno Vanoni - Di Pieri: *Misure spinterometriche.*
P. De Pol: *Note sulla misura delle alte tensioni per mezzo dello spinterometro.*
F. Vecchiacchi: *I tubi elettronici nelle misure di tensione.*
P. Piva: *La costante di tempo delle resistenze da laboratorio.*
P. Regoliosi: *Sulla precisione raggiungibile nella misura della cifra di perdita dei lamierini magnetici.*
G. Somaini: *Un apparecchio a mercurio integratore di flusso magnetico (permeametro).*
E. Denina: *Misure elettriche a scopi elettrochimici.*
G. De Fassi: *Misure dell'effetto corona.*
G. Dassetto: *Metodi di misura delle vibrazioni su linee elettriche.*
C. De Stefani: *Misure stroboscopiche.*
L. Finzi: *Un metodo elettrico per la misura delle accelerazioni angolari.*
S. Barletta: *Misure di alti e altissimi vuoti.*
E. Arimondi: *Considerazioni su sistemi di misura e di tariffícazione dell'energia elettrica in relazione al fattore di potenza.* (Vedi *L'Elettrotecnica* del 25 luglio 1935).

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI MILANO

Nel pomeriggio di sabato 18 maggio 1935 è stata effettuata la **visita alle sottostazioni della linea Milano-Varese delle Ferrovie dello Stato,** equipaggiate con raddrizzatori a vapore di mercurio.

Una numerosa comitiva di un centinaio di Soci, guidata dal Presidente Comm. Ing. Gasparoni e dal Vice Presidente Comm. Ing. Locatelli, ha partecipato alla gita.

Alla partenza da Milano i Soci si sono divisi in due squadre una diretta alla sottostazione di Bovisa, e l'altra a quella di Albizzate; e le due squadre si sono poi venute incontro visitando oltre le sottostazioni terminali anche tutte quelle intermedie di Rho, Parabiago e Busto Arsizio.

La visita è stata particolarmente interessante perchè in ciascuna sottostazione è installato un raddrizzatore di Casa costruttrice differente. Si sono così potuti vedere un raddrizzatore Compagnia Generale di Elettricità, uno Brown Boveri, uno Siemens, uno A.E.G. ed uno Oerlikon.

In ciascuna sottostazione, personale specializzato delle Case costruttrici ha fornito ai Soci le spiegazioni del caso.

* *

SEZIONE DI ROMA

La sera del 6 maggio c. a. il Dott. Ing. **Sisto Sammarco,** Direttore dei Servizi Elettrici della Società Metallurgica Italiana-Milano, ha tenuto una conferenza sul tema: **« Forni Elettrici ».**

Il testo della conferenza è già stato pubblicato sul giornale *L'Elettrotecnica* del 10 giugno 1935, pag. 395.

Alla fine della Conferenza, illustrata da oltre cinquanta proiezioni, l'oratore è stato calorosamente applaudito.

*

Il giorno 22 maggio u. s. il Gr. Uff. Dott. Ing. **Lorenzo Allievi,** tenne l'annunciata conferenza sul tema: **« Di una funzione pendolare alle differenze finite. Oscillazioni del carico in una tubazione munita di camera d'aria ».**

L'illustre conferenziere ha voluto anche questa volta riservare alla nostra Associazione la prima comunicazione in merito ai suoi studi parlando ai soci dell'importante problema della calcolazione delle camere d'aria da inserirsi nelle condotte.

Il socio Ing. Lorenzo Allievi, riferendosi a una sua precedente conferenza (Vedi *L'Elettrotecnica* del 25 ottobre 1934) sull'arresto di una colonna in moto ascendente (tubazione premente di una pompa nell'ipotesi dello stacco brusco della potenza) tratta l'analogo problema pel caso di una tubazione munita di camera d'aria.

Rileva come il problema delle conseguenti oscillazioni del carico, la cui intensità e lunghezza dipende dal volume della camera, sia stato finora trattato prescindendo dalla elasticità della tubazione, ed a base di bilanci energetici più o meno completi, sulla cui approssimazione non si pronuncia. Mostra come possa impostarsi la soluzione esatta del problema mediante le formule generali del moto idraulico perturbato, e come con acconce eliminazioni si giunga ad una elegante funzione pendolare simmetrica che lega tre valori successivi del carico ad intervallo di fase.

Tale funzione contiene una sola costante la quale è proporzionale al prodotto della caratteristica pel volume iniziale dell'aria compressa contenuta nella camera.

Il numeroso e sceltissimo uditorio seguì con particolare attenzione la chiara ed efficace esposizione che l'Ing. Allievi fece dei suoi metodi di calcolazione, ed alla fine lo applaudì calorosamente.

Fece seguito alla conferenza una animata ed interessante discussione sull'argomento come sempre con la ormai nota genialità dell'Allievi.

Presero la parola ed interloquirono tra gli altri: S. E. Corbino, il Prof. Piccone, l'Ing. Evangelisti, l'Ing. Sobrero. Alla fine tutti i presenti espressero i loro vivi complimenti all'Ing. Allievi al quale tributarono una vera e sincera manifestazione di devoto ed affettuoso omaggio. L'Ing. Allievi ha promesso che anche di questi suoi studi farà oggetto di apposita memoria per gli Atti della nostra Associazione.

Prof. Angelo Barbagelata, Direttore responsabile. Ind. Graf. It. Stucchi - Milano.

VOL. XXII (XXXIX degli Atti) 10 Agosto 1935 - ANNO XIII N. 15

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA
POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

SOMMARIO

Centrali automatiche.

È stato più volte avvertito che le risorse idroelettriche disponibili nel nostro Paese, sono tutt'altro che inesauribili. Si può anzi dire che la massima parte delle disponibilità più convenienti e di più facile utilizzazione siano ormai sfruttate.

Salvo rare eccezioni i nuovi impianti idroelettrici riescono sempre più costosi e sempre meno convenienti economicamente; e ciò indipendentemente dalle vicissitudini dei prezzi.

Vi sono una quantità di impianti possibili e tecnicamente opportuni, specialmente di modesta potenza, i quali non si possono costruire perchè il costo della energia prodotta riuscirebbe eccessivo. Occorre quindi ridurre al minimo tutte le voci che gravano su tale costo, se si vuole rendere realizzabili questi impianti che in molti casi possono costituire la soluzione tecnicamente più opportuna di un problema locale di incremento di domanda.

Trovano così la loro ragione d'essere gli impianti automatici i quali mentre riducono a un minimo le spese di esercizio, permettono altresì molte volte di superare soddisfacentemente altre difficoltà pratiche di ubicazione, di esercizio, ecc.

Molta strada si è fatta da quando apparvero i primi impianti automatici. Oggi essi si sono ormai affermati un po' dappertutto e anche in Italia; il nostro giornale se ne è più volte occupato.

Pubblichiamo oggi, per merito dell'Ing. CANGIA la descrizione di un recentissimo impianto automatico italiano; quello di Colli al Volturno. Per quanto di potenza relativamente limitata, esso presenta caratteristiche tecniche interessanti, non soltanto nella parte elettrica ma anche nelle opere di ordine idraulico.

Catenarie sotto l'azione del vento.

Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche imposte ai conduttori delle linee elettriche dall'azione del vento si è fatto, per lunghi anni, tenendo esclusivamente conto del sovraccarico che il vento produce sul conduttore stesso. In realtà vi è un secondo elemento di cui occorre tener conto e precisamente la *deformazione* che la catenaria subisce quando essa non giace più in un piano verticale. Il vento sposta la catenaria dal suo piano normale di equilibrio, ed è stato dimostrato, anche in queste colonne, che ciò equivale ad un aumento della campata effettiva e ad una contemporanea diminuzione del dislivello. Questa *deformazione* della catenaria condurrà ad una sollecitazione maggiore o minore di quella che si avrebbe col calcolo più semplice, oramai classico, che tiene conto solo del sovraccarico? In altre parole è consigliabile che lo studio della sollecitazione massima sia fatto considerando campata e dislivello costanti oppure variabili sotto l'azione del vento?

La questione ha importanza più teorica che pratica. L'azione del vento, disuniforme lungo la campata, discontinua nel tempo, non appare fedelmente rappresentabile con formule che ammettono proprio l'uniformità e la continuità. Al « pratico calcolatore » la questione ora posta può dunque apparire una inutile raffinatezza. In realtà è ottima cosa disporre di un metodo «esatto», vera pietra di paragone per valutare il grado di attendibilità dei calcoli cosidetti pratici.

Il collega FRANCESIO ha raccolto brevemente lo studio completo della questione. Il lettore apprezzerà il criterio assai semplice proposto dall'A. per la determinazione della sollecitazione massima e per riconoscere a priori se la considerazione di campata e dislivello variabili conduca a sollecitazioni minori o maggiori di quella ottenuta considerando costanti gli stessi elementi. L'articolo del collega Francesio risponde dunque nel modo più esauriente alle domande che ci siamo posti più sopra.

La XL Riunione Annuale.

A complemento e chiarimento di quanto detto nel numero scorso, pubblichiamo oggi la circolare che la Presidenza ha diramato ai soci relativamente al prossimo Congresso a S.ta Margherita e al successivo raduno a Torino per la celebrazione di Galileo Ferraris.

Iniziamo intanto in questo numero la pubblicazione di un gruppo di riassunti di comunicazioni che saranno presentate al Congresso. La varietà degli argomenti trattati conferma la importanza e la vastità del tema posto allo studio.

Il " sistema Giorgi " adottato dalla Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Nelle recenti sedute dell'Aja, di cui già demmo notizia, la Commissione Elettrotecnica Internazionale ha definitivamente riconosciuto ed adottato il sistema di unità M. K. S. proposto dal nostro Prof. GIORGI fin dal 1901. Riproduciamo più avanti, senza modificare una virgola, il comunicato per la stampa predisposto dal Prof. Kennelly, presidente del Sottocomitato Nomenclatura che ha votato la decisione.

Avremo occasione di ritornare presto sulla portata di tale deliberazione che riconosce ufficialmente i grandi meriti del Giorgi, e che deve essere per tutti gli italiani motivo di vero compiacimento.

LA REDAZIONE.

LA CENTRALE AUTOMATICA SUSSIDIARIA DI COLLI AL VOLTURNO

G. D. CANGIA

Funzionando in parallelo sulla Centrale Principale di Capo Volturno è rimarchevole per due particolarità: a) *il sistema originale e brevettato degli appoggi della condotta forzata per il quale si consegue sensibile riduzione dello spessore del tubo in cemento armato di diametro interno m. 2,60 e sono superate notevoli difficoltà d'impianto in terreni cattivi;* b) *le speciali apparecchiature elettro-idro-dinamiche pel funzionamento automatico dei quattro generatori asincroni.*

Generalità.

La derivazione d'acqua dal fiume Volturno, fra il Rivolo di Rocchetta e la Vandra, concessa al Comune di Napoli con Legge 5 luglio 1908, n. 351, verrà utilizzata con due salti in serie, separati da lago artificiale sotto Colli al Volturno; che funzionerà da bacino di

6°) Ponte-canale sfioratore, inserito sulla condotta forzata all'attraversamento del Rivolo di Rocchetta, con cresta di stramazzo a quota di m 348,90 (fig. 21).

7°) Centrale con quattro gruppi ad asse verticale: ognuno formato da turbina Francis della potenza di 470 kW a 450 giri al minuto, generatore asincrono trifase da 560 kW, 45 per/sec, 5250 volt, con apparecchiature pel funzionamento automatico pedissequo a corrispondente alternatore sincrono della Centrale Principale (figure 4, 5, 6).

8°) Banchi ed apparecchiature elettriche nella Centrale Principale.

9°) Cavi di collegamento fra la centrale automatica e la centrale principale, e cavetti di collegamento di esse con apparecchi presso il pozzo di carica.

10°) Lavori accessori dell'impianto, come: casa cantoniera con magazzino, strada d'accesso alla centrale, bacino di scarico delle acque nel Volturno (fig. 22), sistemazione del Rivolo di Rocchetta in armonia con la nuova derivazione e col nuovo canale di scarico della Centrale Primo Salto.

L'insieme delle opere è schematicamente rappresentato nella planimetria generale (fig. 1) e nel profilo generale (fig. 2).

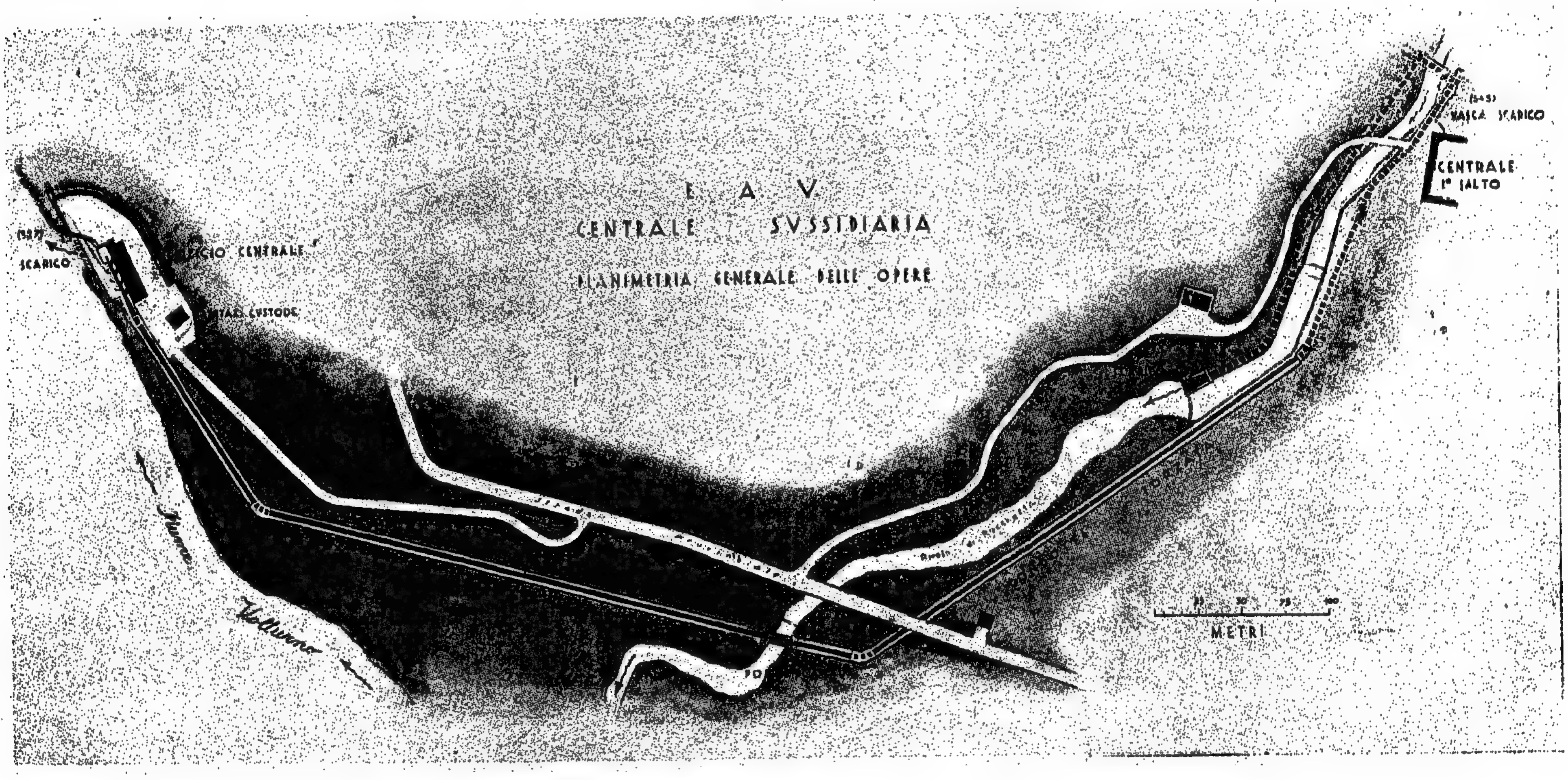


Fig. 1.

scarico del salto superiore, con centrale automatica sussidiaria della centrale Primo Salto Volturno e da bacino di presa pel salto inferiore, con centrale Vandra sulla destra del Volturno, di fronte al torrente omonimo, in territorio del Comune di Montaquila.

Le opere di derivazione per la centrale automatica si sviluppano in territorio del Comune di Colli al Volturno, per la lunghezza di un chilometro subito a valle della centrale Primo Salto Volturno, che in seguito si chiamerà anche Centrale Principale (figg. 1, 2, 3).

Dette opere comprendono:

1°) Presa dell'acqua dal bacino di calma della Centrale Principale, con quattro stramazzi sommersi, canale a pelo libero, e pozzo di carica della susseguente condotta forzata.

2°) Sfioratore delle acque di sopravanzo nello stesso bacino di calma, con cresta a quota 348,90 e canale di scarico nel Rivolo di Rocchetta.

3°) Condotta forzata in cemento armato, del diametro interno di m 2,60 e della lunghezza di m 882,936, dal suindicato pozzo di carica all'attacco del distributore metallico per le turbine.

4°) Distributore in acciaio, venturimetro di misura, e quattro diramazioni in acciaio alle turbine della centrale automatica (fig. 20).

5°) Sottopassaggio della condotta forzata alla strada provinciale Roccaravindola-Alfedena.

Questa Centrale Automatica è meritevole di attenzione per due particolarità:

a) la condotta forzata in cemento armato del diametro interno di m 2,60, con sistema originale e brevettato di appoggi, che, oltre a sensibile riduzione di spessore della parete del tubo, ha permesso di superare felicemente le gravi difficoltà presentate dai terreni attraversati dalla condotta;

b) le apparecchiature elettro-idro-dinamiche installate per il funzionamento automatico dei quattro gruppi con generatori asincroni, fra loro intercambiabili e marcianti ciascuno in parallelo, con il corrispondente generatore sincrono della Centrale Principale.

Condotta forzata in cemento armato.

I lavori della condotta in cemento armato e di muratura in genere furono eseguiti dall'Impresa Domenico Vitali e C.

La condotta forzata in cemento armato ha la lunghezza di m 882,936 fra il pozzo di carica e l'attacco del distributore in acciaio per le turbine.

Il suo diametro interno di m 2,60 corrisponde al minimo della funzione, somma del costo della condotta forzata con il valore capitalizzato dell'energia dissipata annualmente nel tubo.

La caratteristica principale della condotta sta nell'avere gli ap-

poggi concentrati alla estremità del diametro orizzontale della sezione (fig. 12). Questo nuovo sistema brevettato di appoggi riduce al minimo le sollecitazioni secondarie dovute al peso proprio della struttura ed alla disuniforme distribuzione della pressione idrostatica, con diminuzione dello spessore delle pareti in confronto di quello occorrente alla condotta con i soliti appoggi più o meno grandi ad arco simmetrico rispetto alla generatrice inferiore del tubo.

La teoria del metodo di calcolo di questo nuovo sistema di appoggi è stata pubblicata in altra sede [1].

Il calcolo dimostra che questa tubazione, in cemento armato, con diametro interno di m 2,60 e pressione idrostatica di m 25, ad appoggi diametrali concentrati, con spessore di 25 centimetri, presenta, a parità di ferro d'armatura, sollecitazioni unitarie dello stesso ordine di grandezza di quelle di una tubazione con appoggio ad arco, e con spessore di 35 centimetri.

Ma nel caso specifico della Centrale Automatica di Colli al Volturno il vantaggio maggiore conseguito con la tubazione ad appoggi diametrali concentrati, è stato quello di permettere di superare felicemente il problema di creare una sede perfettamente stabile in terreni cattivi. (Si esamini la fig. 2).

Infatti, dalla progressiva 290 fino al termine della tubazione il buon terreno di fondazione (formato da compatte stratificazioni argillose in posto) bruscamente si approfondisce mantenendo sensibile pendenza verso il corso del Volturno, nascondendosi sotto uno strato considerevole di argille rimaneggiate, di nessuna consistenza, miste a materiale erratico e con sensibili permeazioni d'acqua. La posa della tubazione su questo letto di argille, anche mediante interposta platea con drenaggi, non avrebbe eliminato la possibilità di scorrimenti più o meno grandi sulle stratificazioni argillose inclinate sottostanti, con permanente minaccia ad un'opera che deve avere carattere speciale di assoluta stabilità, inquantochè corrisponde ad una concessione gratuita ed a perpetuità a favore del Comune di Napoli.

Il sistema dei sostegni diametrali si è prestato molto bene a creare alla condotta una sede assolutamente stabile, indipendente da eventuali movimenti del letto di posa argilloso, nonchè a stabilire un continuo diretto controllo di eventuali fughe d'acqua dalle pareti o dai giunti, in modo da poter eventualmente ricorrere tempestivamente ad opportuni provvedimenti.

Il sistema consente inoltre di inserire, anche successivamente durante l'esercizio, in qualunque sezione della condotta, ulteriori giunti di dilatazione, qualora si rivelassero necessari, sopportando piccolissima spesa e interrompendo l'esercizio per brevissimo periodo di tempo.

Nella prima tratta di 290 metri, ove le argille in posto si trovano vicinissime alle livellette di posa, gli appoggi diametrali sono formati da due muretti longitudinali incassati in dette argille. I primi 91 metri della tubazione, eseguiti ed interrati d'inverno, sono insensibili alla temperatura esterna ed alle relative conseguenze: il resto, dalla progressiva 91 alla progressiva 290, è sostenuto da rotaie appoggiate sui muretti: e poichè, rimanendo all'aperto, sarebbe soggetto alle variazioni di temperatura esterna, è munito di opportuni giunti di dilatazione; e, come il resto della tubazione a valle, protetto nel modo detto più avanti, contro l'azione diretta dei raggi solari.

A valle della progressiva 290 la condotta fu suddivisa, di quindici in quindici metri all'incirca, con piloni di fondazione di sezione di m 4,40 × 2,10 incassati nelle sottostanti stratificazioni di argille in posto, con la dimensione maggiore trasversale alla sede, normalmente alle curve di livello del terreno, e perciò nelle condizioni più favorevoli per resistere a spinta delle terre, pur lasciando a queste la possibilità di defluire a valle fra pilone e pilone, se qualche movimento in tale senso si determini.

Sulle teste di questi piloni sono impostate coppie di arconi per sostegno delle due file di rotaie sorreggenti diametralmente la condotta (figg. 11 e 12).

Il profilo della condotta, e le sezioni riportate nelle figg. 7-8-9-10 mostrano le variabili profondità raggiunte dai piloni e le lievi pendenze assegnate alle livellette di posa per facilitare le dilatazioni della tubazione sulle rotaie di sostegno. Alcuni piloni di maggiori dimensioni corrispondono ai cambiamenti di direzione della condotta ed a punti intermedi di rettifilo, nei quali la tubazione viene ormeggiata ai piloni medesimi, rimanendo così suddivisa in dieci tratte.

La prima tratta, come si disse, costruita d'inverno e subito interrata, conserverà una temperatura sensibilmente costante e non

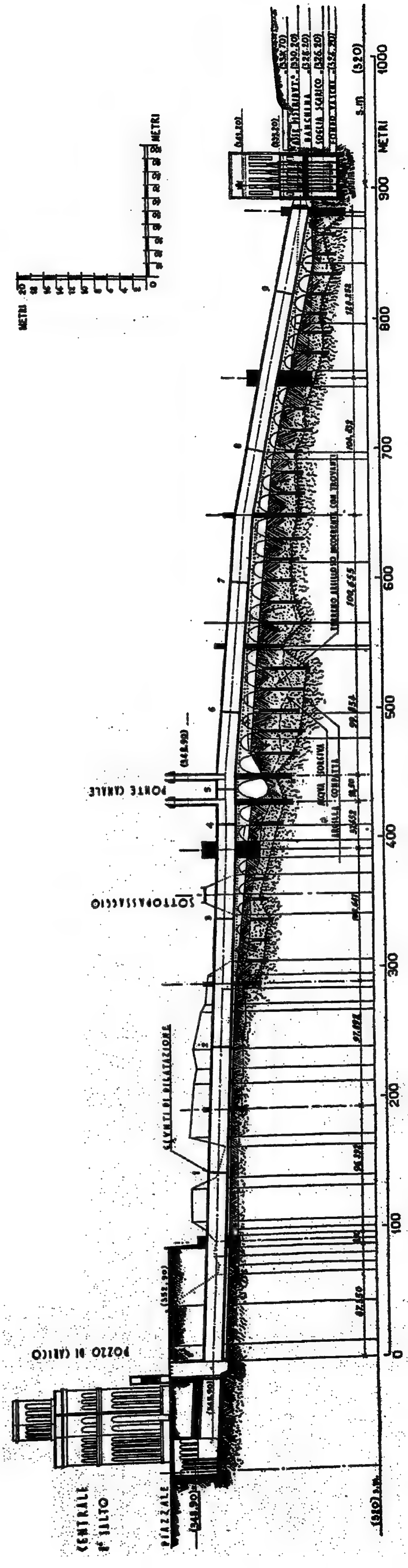


Fig. 2. — Profilo generale.

(1) Vedi L. Tocchetti: « Sul modo migliore di appoggiare le tubazioni a grande diametro » - *L'Energia Elettrica*, gennaio e marzo 1935.

potrà perciò subire nè allungamenti, nè accorciamenti durante l'esercizio.

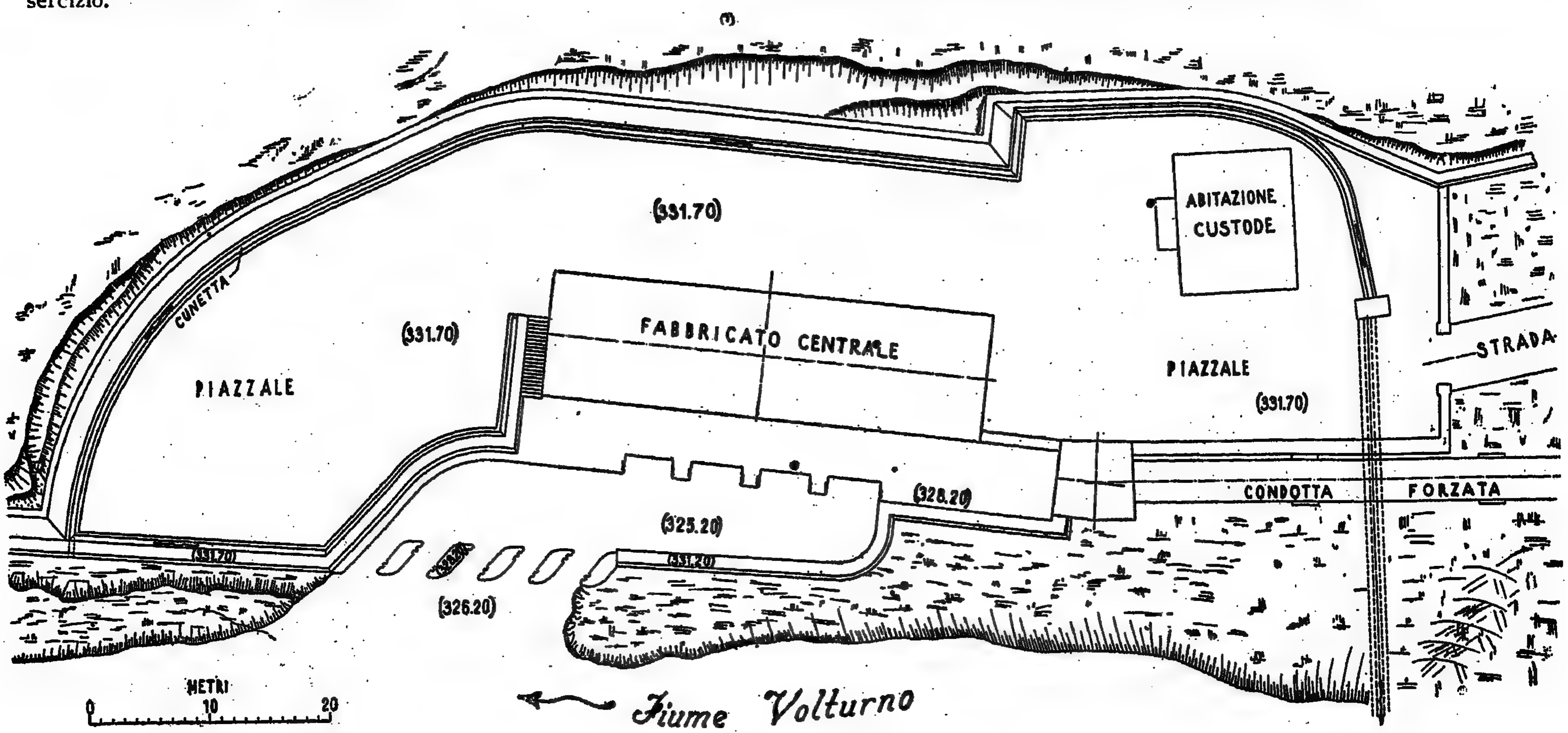


Fig. 3. — Centrale e suoi accessori.

Le altre nove, poste all'aria libera, soggette a variazioni di temperatura, subirebbero conseguenti sforzi secondari nelle pareti e

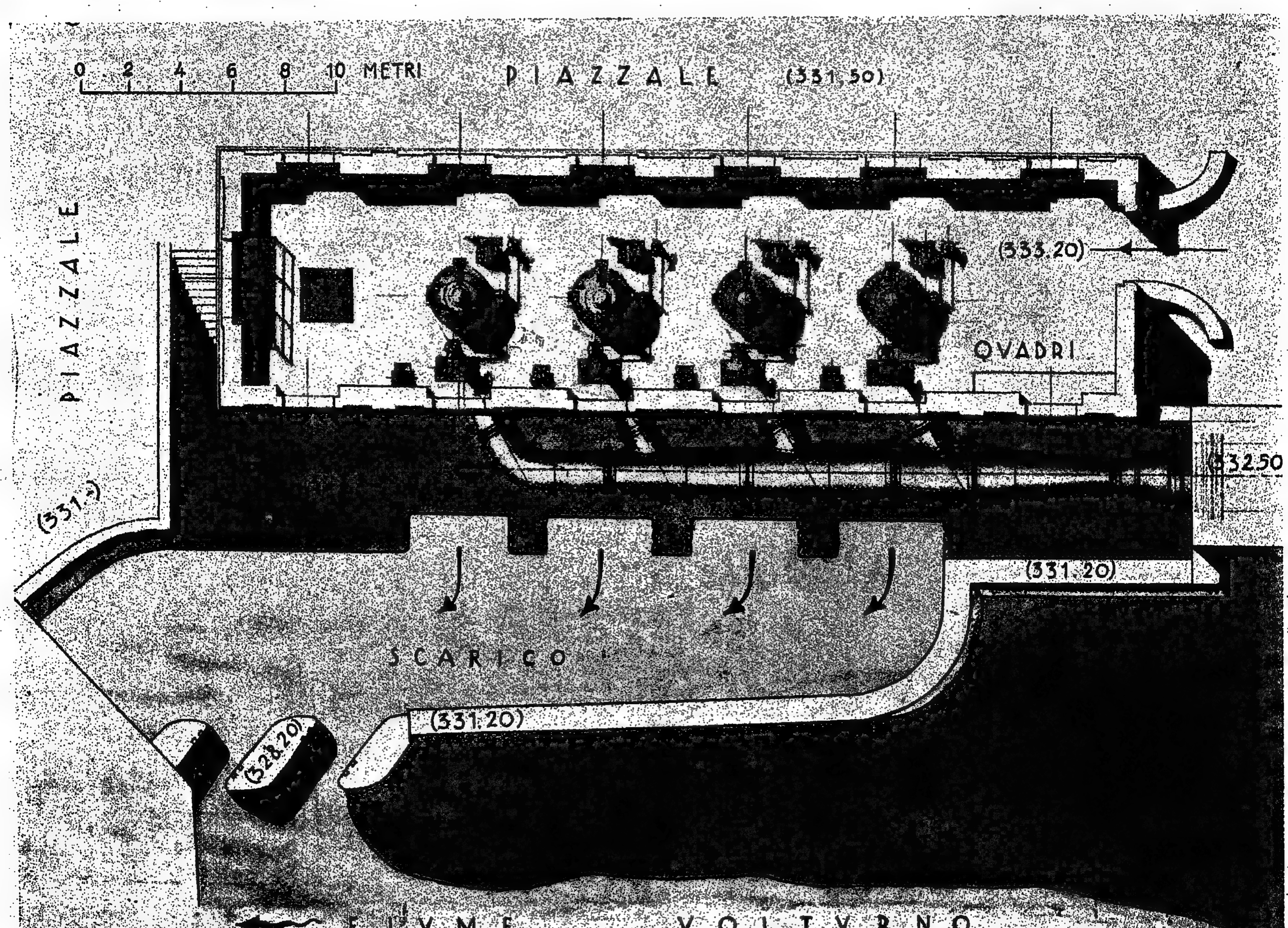


Fig. 4. — Pianta della centrale.

molto sensibili lungo le generatrici, se ne fosse impedita la libera dilatazione; e perciò nel mezzo di ognuna di esse fu stabilito un giunto di dilatazione che permette i corrispondenti scorrimenti assiali, prima che vengano oltrepassati i coefficienti di resistenza del ferro di armatura e del conglomerato cementizio.

Tali scorrimenti potrebbero però essere ostacolati da deformazioni degli arconi di sostegno per effetto delle variazioni della temperatura esterna, notevolissime nella stagione estiva, (essendosi ad esempio il giorno 10 agosto 1934 constatato che in uno stesso punto la temperatura di 7° del mattino era salita a 51° nel pome-

riggio): e pertanto ad evitare deformazioni negli arconi ed anche i corrispondenti notevoli sforzi supplementari in essi, ogni arcone fu spezzato in chiave e trasformato in due mensoloni incastrati nei

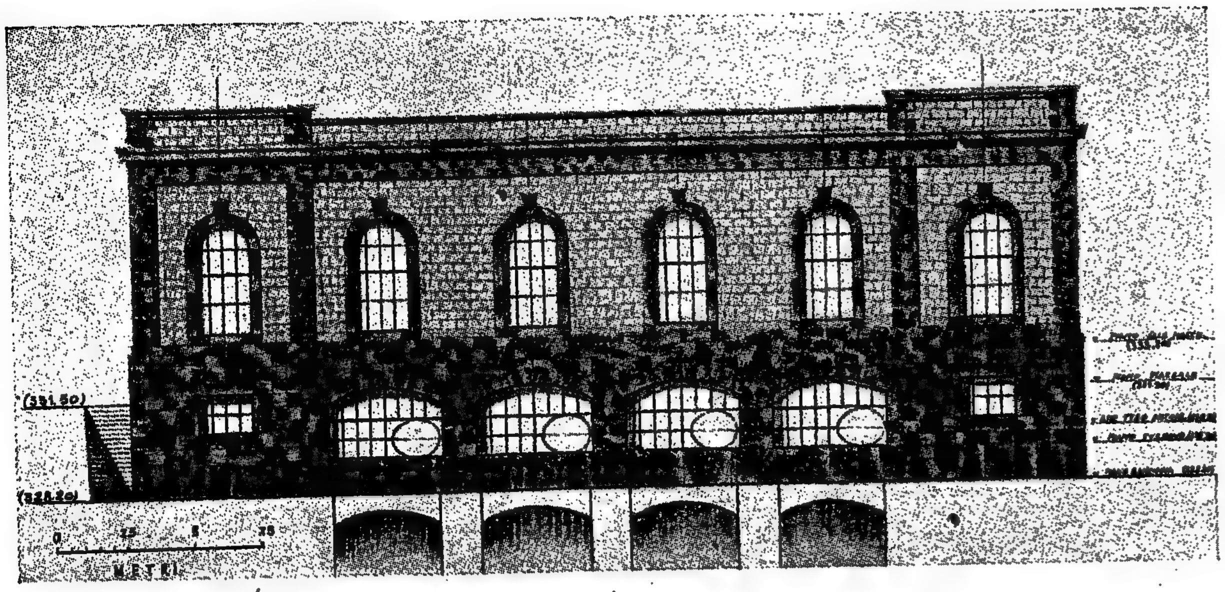


Fig. 5. — Progetto verso il fiume.

piloni e liberi di espandersi orizzontalmente, realizzandosi tra rotaie ed arconi un complesso di sostegni permettenti su di essi il libero scorrimento della tubazione fra gli ormeggi ed i giunti di dilatazione (figg. 11 e 12 - 14, 15 e 16).

Il giunto di dilatazione fu pure oggetto di studio particolare, impiegandovi ferro Armco non intaccabile facilmente dalla ruggine, e usando per guarnizioni di tenuta, anelli di gomma flessibili, mantenuti a posto dalla stessa pressione dell'acqua.

Ma il tubo, sotto l'azione diretta dei raggi solari, sarebbe soggetto a sgretolamenti superficiali ed a sforzi interni in aggiunta a quei per cui ferro e conglometrato furono assegnati; onde la ne-

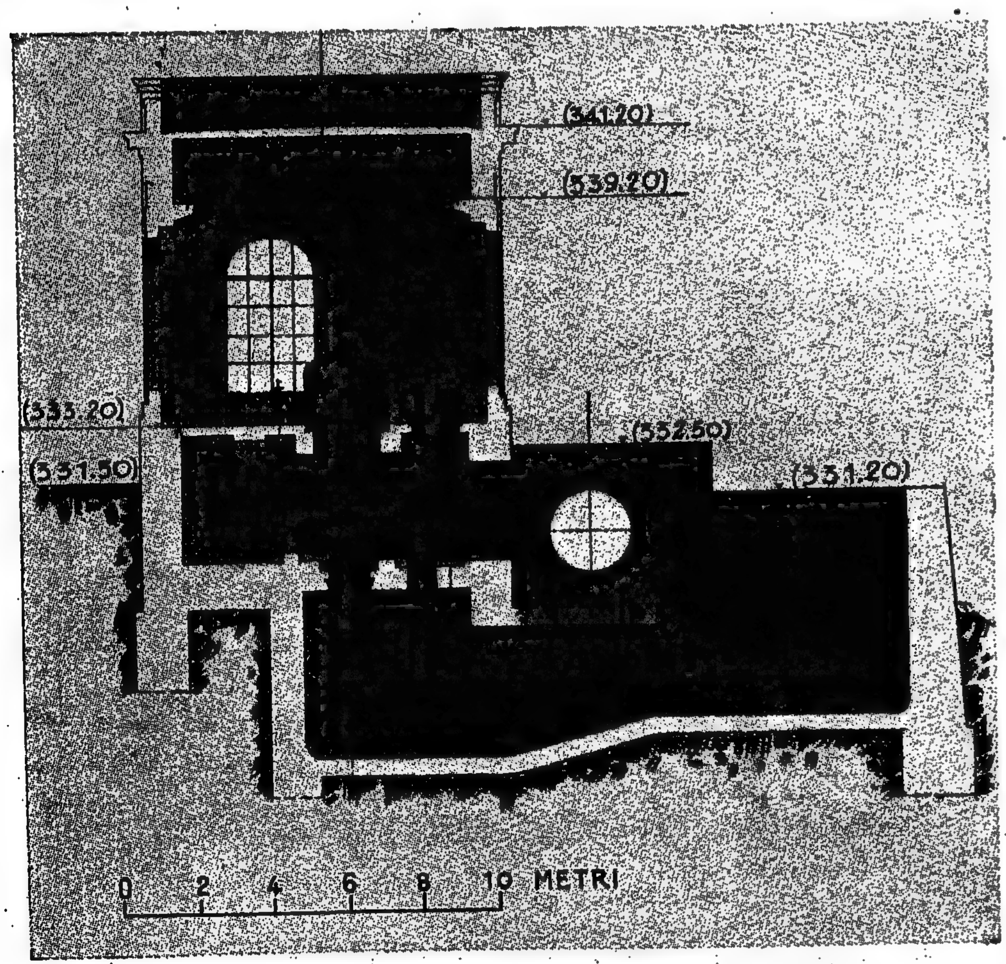


Fig. 6. — Sezione trasversale vista da valle.

cessità di adeguata protezione anche contro i raggi solari. Dai calcoli relativi risultò l'insufficienza di una aderente copertura isolante, ed invece l'efficacia di una zona d'aria in movimento; e questa zona d'aria fu creata con un rivestimento di lastre di eternit distanziate di circa 8 centimetri dalla superficie del tubo. Data la temperatura di 10° a 12° per l'acqua scorrente nel tubo e di 50° all'esterno, la camera d'aria creata dalla copertura di eternit riduce a meno di undici le calorie assorbite da ogni m² di parete e per ora; mentre senza la detta copertura le calorie assorbite sarebbero almeno 80. Onde pel fatto della copertura di eternit diventa tollerabile il corrispondente aumento, inferiore a 4°, della temperatura della superficie esterna rispetto all'interna; altrimenti esso salirebbe a 25° ed imporrebbe un accrescimento dello spessore del tubo da 25 cm a 35 cm ed un congruo aumento del ferro di armatura. La copertura di eternit assicura inoltre alla parte superiore della condotta temperature quasi eguali a quelle della parte inferiore, evitando deformazioni nelle sezioni ed i relativi sforzi secondari (fig. 17).

Macchinario idraulico ed elettrico.

Il macchinario idraulico ed elettrico per la Centrale Automatica fu fornito rispettivamente dalle Costruzioni Meccaniche Riva e dalla Società Anonima Ansaldo (fig. 19).

Il macchinario idraulico comprende: quattro turbine Francis ad asse verticale: ciascuna per 3500 litri d'acqua al secondo e caduta variabile da m 18 a m 21, velocità giri 451,8 al minuto a pieno carico, potenza effettiva 470 kW. Esse sono provviste di sopporto di sospensione tipo Michell, sopporto di guida, consueti dispositivi di scarico sincrono, colonnetta di manovra a mano, regolatore automatico, dispositivi di lubrificazione. Inoltre sono provvedute dei dispositivi e delle apparecchiature meccaniche ed idrauliche per il funzionamento automatico a complemento dei dispositivi elettrici.

Le turbine sono servite da un collettore metallico del diametro di 2600 mm, con venturimetro, e quattro diramazioni alle macchine. Su ogni derivazione è inserita una valvola a saracinesca con servomotore a pressione d'olio e by-pass, con istrumenti indicatori delle velocità e delle pressioni ed accessori.

Nel pozzo di carica della condotta forzata vi è una paratoia metallica con apparecchiature per chiusura automatica, chiusura

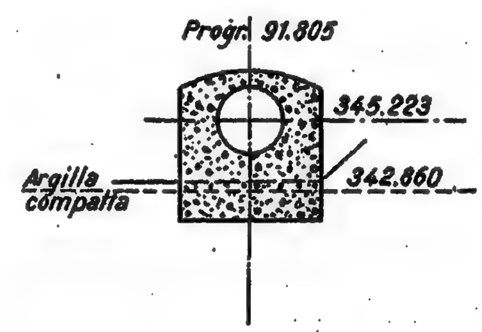


Fig. 7. — Sezione sopra un vertice.

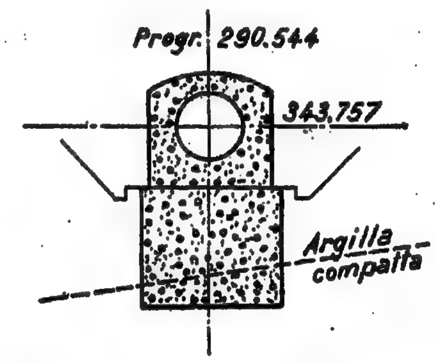


Fig. 8. — Sezione sopra ormeggio.

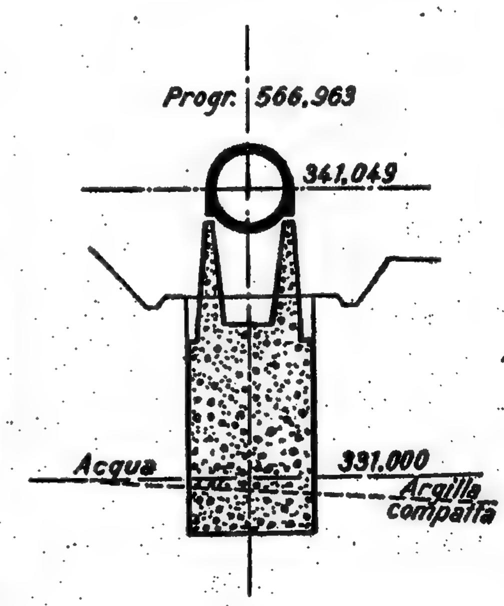


Fig. 9.
Sezione sopra pila di fondazione.

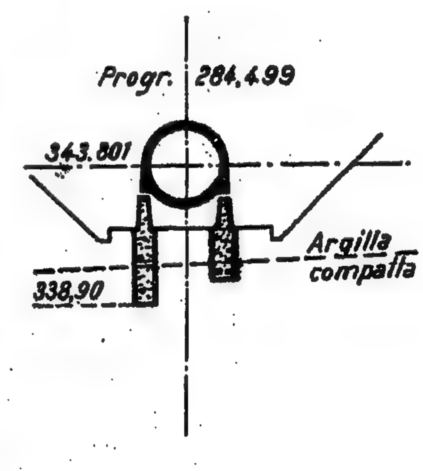


Fig. 10.
Sezione sui muretti d'appoggio.

a mano, chiusura per comando idrodinamico a distanza e per comando elettrico a distanza.

Il macchinario elettrico della Centrale Automatica comprende: quattro generatori asincroni trifasi ad asse verticale, da 560 kVA 451,8 giri al minuto a pieno carico, frequenza 45 per/sec, 5250 V. Il rotore è in corto circuito, semi chiuso, autoventilato, con albero di acciaio terminato inferiormente a flangia per accoppiamento rigido alla turbina. Lo statore di lamierini, suddiviso da canali di ventilazione, ha l'avvolgimento indotto in piattina di rame isolata da massa con tubi di mica.

Il rendimento degli alternatori varia da 92,8 % a mezzo carico, fino a 93,4 % a pieno carico, con rispettivi fattori di potenza 0,81 e 0,86.

Ogni generatore è corredato di quadro a tre pannelli con: coltelli unipolari separatori di linea, e di terra; interruttore tripolare in olio con sgancio automatico per minima tensione; trasformatore trifase da 10 kVA e 5250/260-150 volt pei servizi della centrale e per gli apparecchi dell'automatismo; interruttore tripolare

Quattro motori trifasi servono le pompe d'olio del funzionamento automatico, e quattro dispositivi con motorini sincroni sono destinati alla chiusura automatica degli interruttori di macchina al momento in cui la velocità della turbina sta per raggiungere la frequenza di linea.

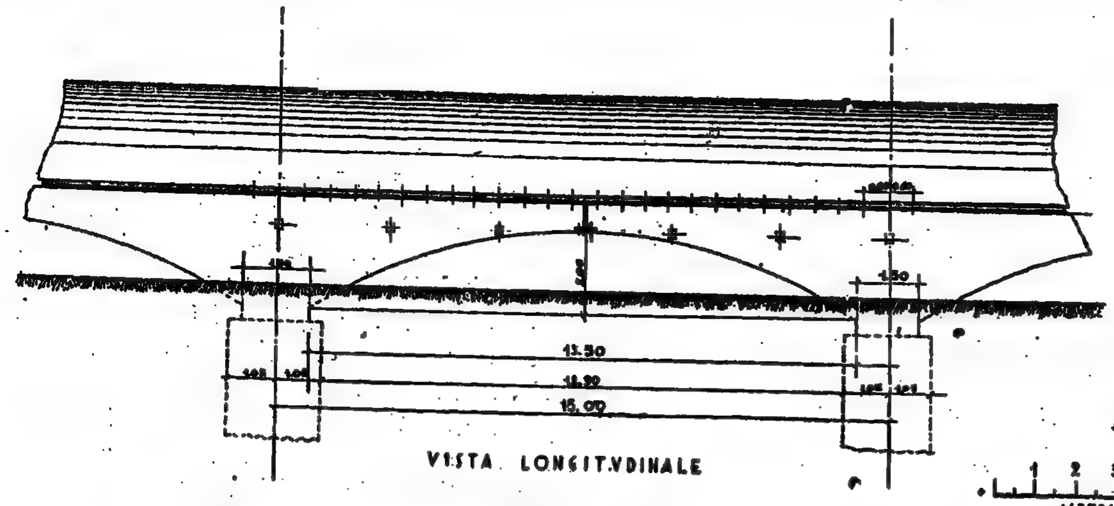


Fig. 11. — Mensoloni di appoggio della condotta.

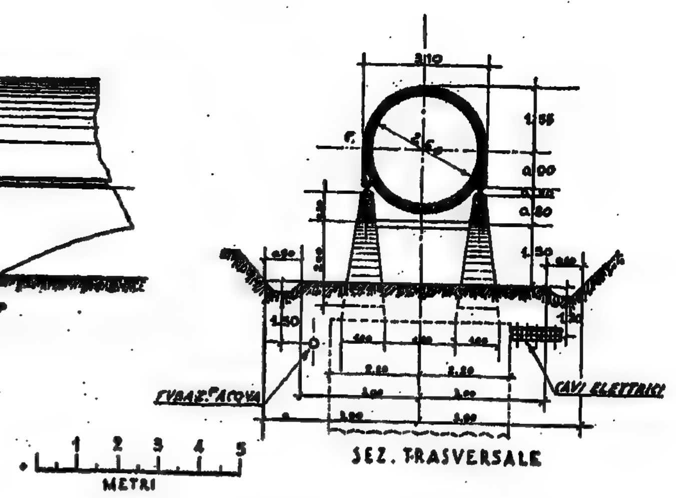


Fig. 12. — Sezione trasvesale della condotta.

in aria a relais con relais ausiliari semplici, a tempo e di blocco; relais unipolari di massima corrente a tempo indipendente, relais di terra, relais a tempo, relais differenziali trifasi; apparecchi di segnalazione e di misura; relais intermedi e relais a cartellino.

Sono anche installati termostati a mercurio per i cuscinetti degli alternatori e delle turbine, termostati a resistenza per il ferro

La sala macchine è servita da una grue elettrica a ponte scorrevole per portata di kg 4500 con comandi a mano dal pavimento.

Nella Centrale Principale si trova l'apparecchiatura per il collegamento e il comando a distanza della Centrale Automatica.

Tale apparecchiatura comprende per ogni gruppo: una derivazione tripolare con coltelli separatori di linea e di terra, un in-

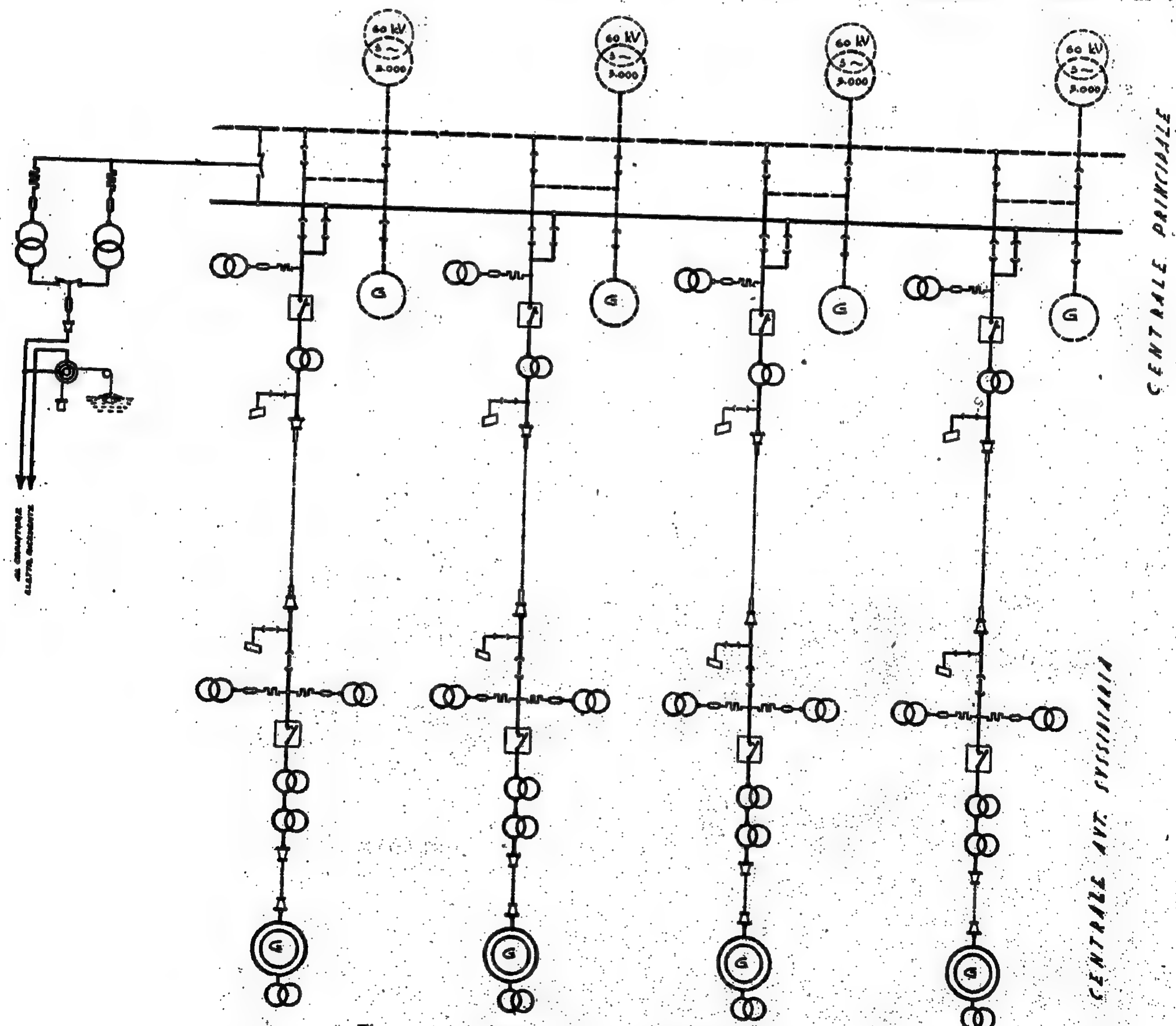


Fig. 13. — Schema generale dei quattro gruppi.

ed il rame degli alternatori, connessi ai corrispondenti relais di segnalazione.

Un quadro speciale, collegabile con unica spina quadripolare ad ognuno dei suddetti trasformatori da 10 kVA, raggruppa diramazioni e comandi dei servizi della centrale.

Altro quadro speciale contiene le apparecchiature di segnalazione e di misura del venturimetro.

terruttore tripolare in olio automatico di massima corrente, riduttori di corrente e di tensione con segnalazioni di terra, valvole di protezione.

Il banco di manovra è composto di cinque pannelli. I quattro laterali, per le derivazioni ai generatori asincroni, comprendono ognuno: un commutatore di comando a mano con lampade-spia, un amperometro, un wattmetro a contatto per distacco del gruppo

nel caso d'inversione del senso dell'energia, un voltmetro a contatto di minima per disinserzione del gruppo, relais ausiliari per il voltmetro e pel wattmetro, relais a cartellino per segnalazioni di terra, relais di minima e relais a tempo per sgancio automatico dell'interruttore. Il pannello centrale contiene: un commutatore per comando della paratoia ed interruttore a tirante per lo sgancio automatico di essa, un relais per sgancio automatico della paratoia con relativo relais a cartellino, una suoneria di allarme e tromba acustica, indicatori del livello dell'acqua nel bacino.

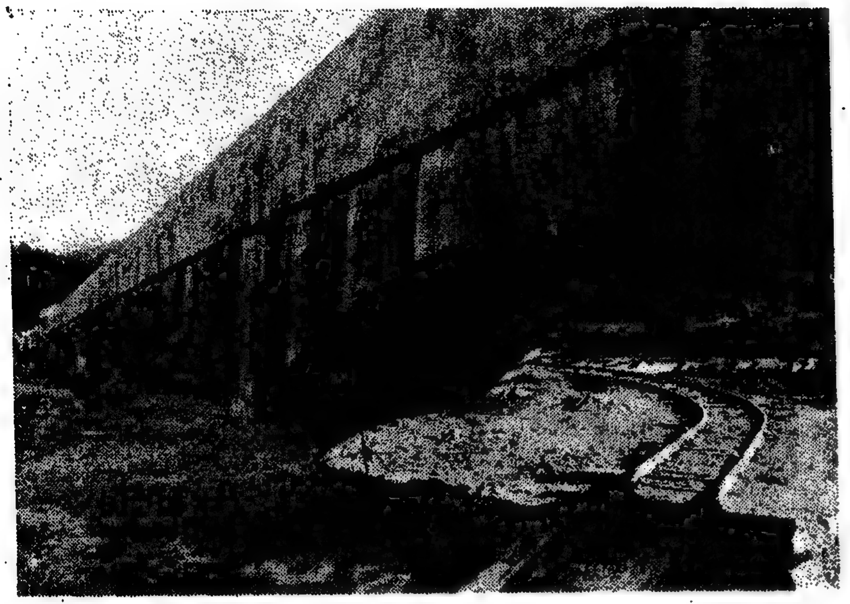


Fig. 14. — Arconi di sostegno: vista di fianco.

Vi è poi un quadro di registrazione e totalizzazione dell'energia proveniente dalla centrale automatica, con contatori monofasi ad induzione e con kilowattmetro registratore.

Per la regolazione del carico sulle turbine si è adottato il sistema Pirazzoli. Nel casotto sopra il pozzo di carica della condotta forzata è installato un apparecchio trasmittente Pirazzoli, con statore collegato agli avvolgimenti a bassa tensione di un trasformatore derivato dalle sbarre a 5000 volt, e con rotore girevole sotto il comando meccanico di un sottoposto galleggiante. Due terne di conduttori collegano lo statore ed il rotore di detto apparecchio rispettivamente agli statori ed ai rotori di quattro apparecchi riceventi, applicati ai quattro regolatori idromeccanici delle turbine dell'Automatica. Le correnti indotte nell'apparecchio trasmittente dall'azione del galleggiante sono simultaneamente riprodotte nei quattro apparecchi riceventi, che determinano così eguali aperture su speciali limitatori idraulici dell'olio di governo dei re-



Fig. 15. — Centine per costruzione della tubazione.

golatori delle turbine, con corrispondenti eguali aperture e chiusure dei distributori di esse, e conseguenti eguali apporti di energia elettrica dagli asincroni dell'Automatica alle sbarre dei sincroni della centrale principale.

Le connessioni fra la centrale principale e la centrale automatica sono effettuate con quattro cavi tripolari sottopiombo di sezione 3×25 mm², per 10.000 volt di esercizio, posti in canalette di legno riempite di materiale bituminoso.

I cavetti di collegamento per gli apparecchi Pirazzoli, e del pozzo di carica con la centrale principale, sono pure posati in canalette di legno riempite di materiale bituminoso.

Funzionamento automatico del macchinario.

La centrale principale comprende quattro alternatori sincroni trifasi da 6500 kVA, 45 per/sec, 5000 V, posti in serie su altrettanti trasformatori elevatori 5000/60.000 V collegabili in parallelo sul 60.000 V.

Questi trasformatori sono largamente dimensionati e refrigerati, per cui a pieno carico continuo la temperatura dei loro avvolgimenti si mantiene tanto bassa da consentire di assoggettarli a sovracca-



Fig. 16. — Arconi di sostegno: vista di sotto.

rico continuo del 10 % con sicurezza di non oltrepassare i limiti di temperatura stabiliti dalle Norme vigenti dell'A.E.I. Per conseguenza, ognuno dei quattro generatori asincroni da 560 kW della centrale automatica fu collegato alle sbarre di un corrispondente alternatore della centrale principale, utilizzandosi per le 4 coppie sincrone-asincrone gli esistenti trasformatori-elevatori.

Il funzionamento dei macchinari in ambedue le centrali è regolato colla norma di far marciare il minimo numero di unità e ad egual carico, con regolazione a mano nella centrale principale e regolazione automatica nell'altra; cosicchè tutti i gruppi in marcia assorbono eguali quantità di acqua e, congiuntamente al massimo rendimento globale, si ha sempre un uniforme sviluppo di potenze attive e reattive nelle singole coppie sincrona-asincrona, caricando pur uniformemente i trasformatori-elevatori 5.000/60.000 V.

Ogni gruppo dell'automatica, indipendente dagli altri tre, è corredato di speciali dispositivi elettro-idro-dinamici per effettuare, con



Fig. 17. — Copertura di « eternit » della tubazione.

sequenze prestabilite, le operazioni di messa in marcia e fermata del gruppo, regolazione del carico, fermata automatica semplice per cause transitorie, fermata automatica con blocco in casi speciali di guasti e disservizi esigenti revisioni e riparazioni.

All'ingresso nella centrale automatica ogni linea tripolare a 5000 volt è munita dei soliti coltelli separatori e di messa a terra. Prima dell'interruttore automatico di macchina è inserito in parallelo un trasformatore 5250/260-150 V, da 10 kVA, che alimenta, con diramazione quadripolare 3×260-150 il quadro dei servizi di centrale e con altra 3×260, un interruttore tripolare generale a relais, dal quale dipende tutto il funzionamento automatico, e la

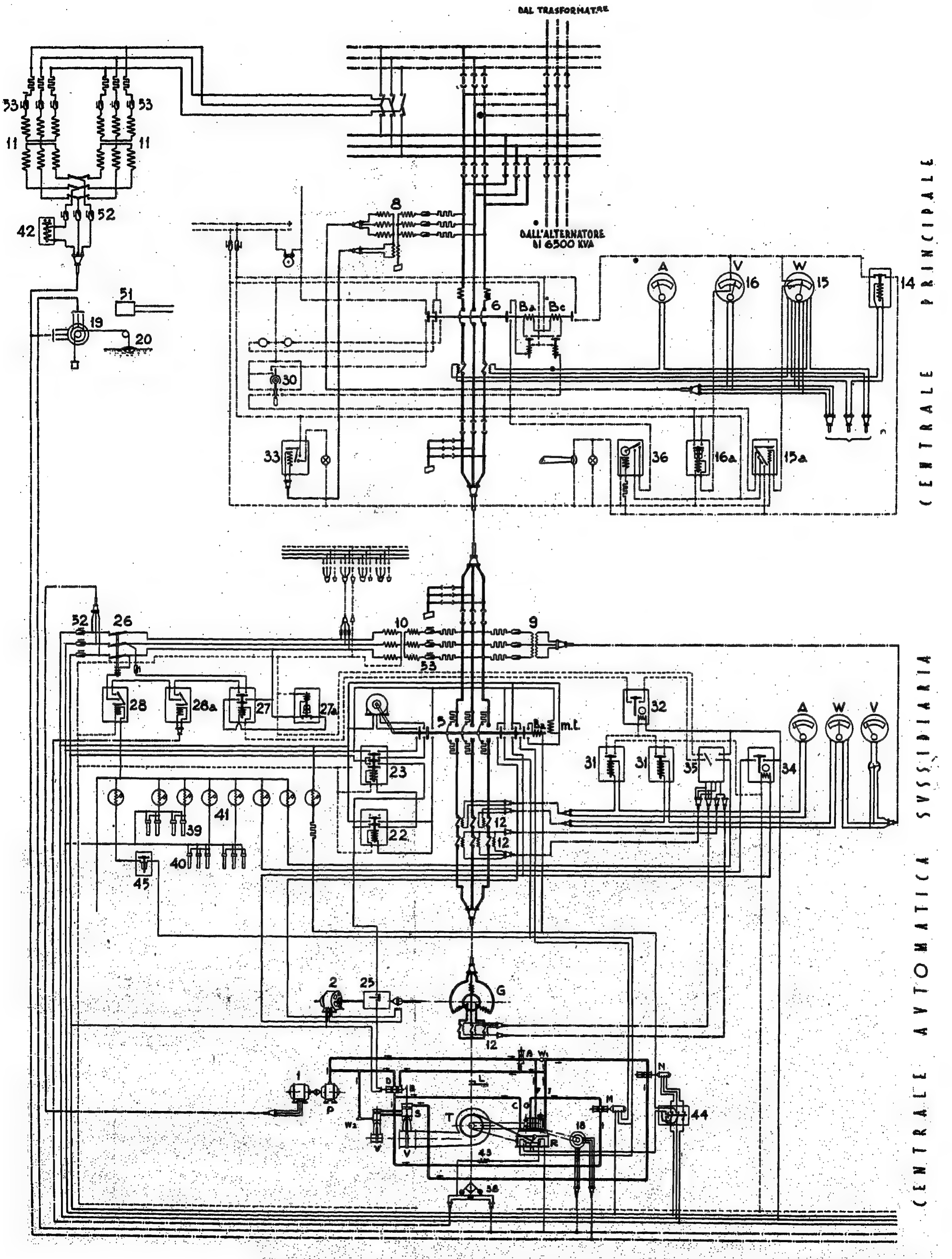


Fig. 18. — Schema tripolare per l'automatizzazione di un gruppo.

(Vedasi leggenda a pag. 545)

cui chiusura, all'arrivo della corrente dalla centrale principale, è subordinata alla cooperazione ed al consenso di opportuni relais ausiliari e di blocco.

All'arrivo della corrente dalla centrale principale si chiude automaticamente detto interruttore generale e viene attivata una elettropompa ad olio predisposta con la regola fondamentale: *gruppo in funzione con pompa in funzione*, e *gruppo fermo con pompa ferma*. L'olio in pressione, circolando in opportune canalizzazioni, assicura dapprima la completa chiusura del distributore della turbina, apre il by-pass e la valvola a saracinesca sulla tubazione della turbina e, agendo sul servomotore relativo, inizia lentamente l'apertura del distributore medesimo ed il moto della turbina. Ad un certo punto di questa apertura, lo scatto di una valvola sostituisce, all'olio della

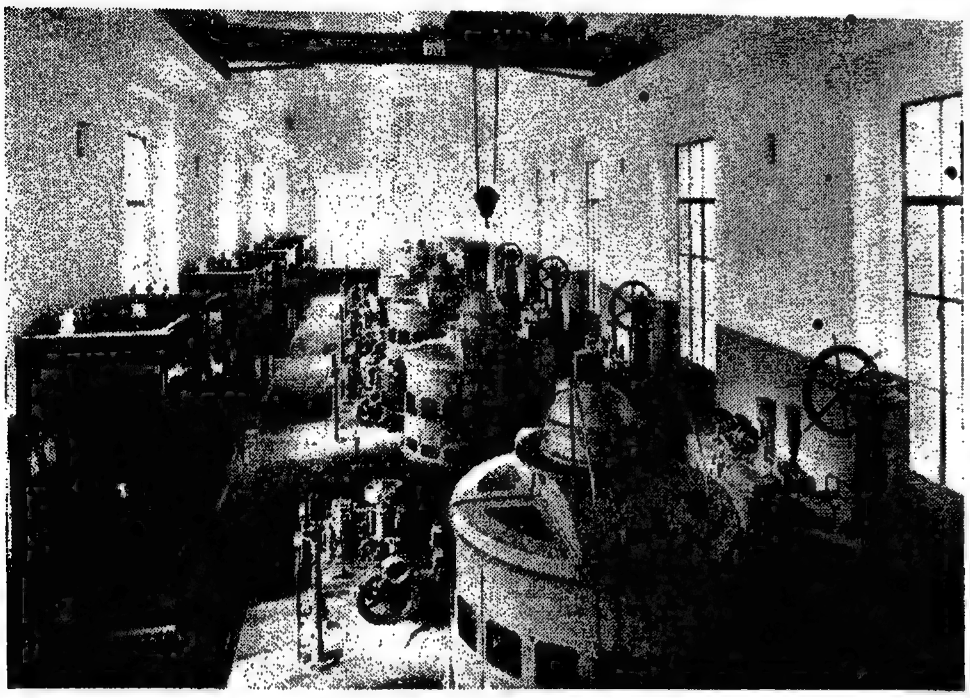


Fig. 19. — Interno della centrale.

pompa elettrica, l'olio della pompa del regolatore messa in moto dalla turbina; cosicchè il regolatore prende sotto il proprio dominio l'ulteriore apertura del distributore fino al grado corrispondente alla marcia a vuoto. L'albero ruotante della turbina è collegato ad uno speciale dispositivo, sensibilizzato mediante motorino sincrono dalla frequenza della corrente di linea, ed al momento in cui la velocità della turbina sta per raggiungere quella corrispondente al sincronismo, il dispositivo determina, attraverso opportuni relais, la chiusura dell'interruttore tripolare di macchina. Il generatore asincrono viene così inserito sulle sbarre del corrispondente sincrono con la stessa frequenza, ed assorbe una parte del carico, grazie al leggero slittamento in avanti della velocità della turbina sulla frequenza di linea. A questo istante, per l'entrata in funzione di un elettromagnete, l'olio della elettropompa di servizio passa al governo del servomotorino centrale della colonnetta-relais del regolatore, modulato però da un limitatore idraulico sottoposto ai movimenti rotorici dell'apparecchio ricevente Pirazzoli; per cui il regolatore ed il dipendente distributore risultano controllati dagli impulsi che all'apparecchio ricevente Pirazzoli provengono dall'apparecchio trasmittente del pozzo di carica. Poichè identici impulsi sono simultaneamente trasmessi agli altri riceventi Pirazzoli dei gruppi in marcia, i distributori delle turbine in servizio vengono aperti e chiusi in egual misura, ed i corrispondenti asincroni vanno in egual modo ad assumere il carico complessivo obbedendo alle oscillazioni del galleggiante nel pozzo di carica.

I regolatori di ogni turbina sono necessariamente tarati per la massima frequenza assumibile dalla linea con lo scorrimento positivo necessario per mantenere nel gruppo la tendenza ad una velocità superiore a quella di sincronismo.

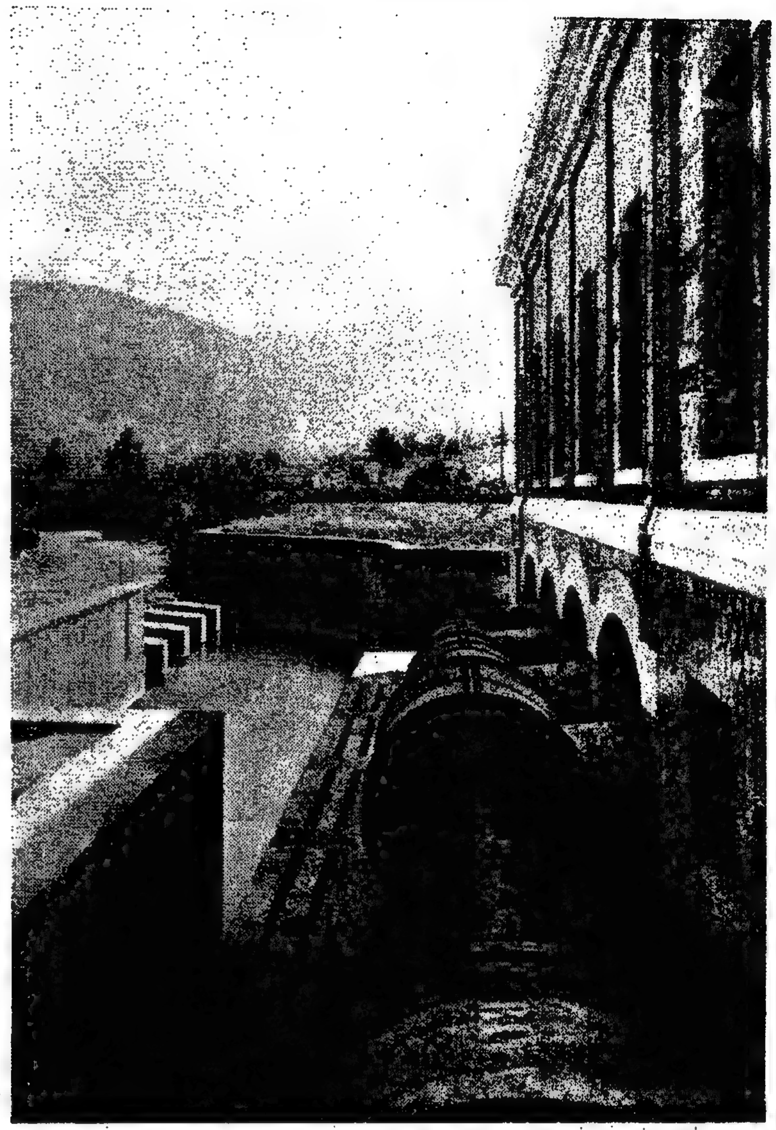


Fig. 20. — Distributore d'acciaio con venturimetro.

La fermata normale di ogni gruppo avviene con manovra del corrispondente commutatore della centrale principale, privando il generatore asincrono di carico e di tensione. In tal modo l'interruttore di macchina si apre per minima tensione, l'elettropompa d'olio si ferma, sostituita per altre funzioni dalla pressione d'olio fornita dalla pompa del regolatore che per inerzia continua ad essere azionata dalla turbina, la valvola d'isolamento con relativo by-pass si chiude e tutti gli apparecchi riprendono le posizioni opportune per la successiva rimessa in marcia.

Un complesso di dispositivi e di relais serve alla protezione di ogni gruppo, determinando, in caso di necessità, l'apertura dell'interruttore generale a relais, la fermata dell'elettropompa d'olio e l'apertura dell'interruttore di macchina.

Nel caso di fermata automatica semplice, segnalata nella Centrale Principale da manifestazioni acustiche e luminose, si potrà ripristinare il funzionamento del gruppo, dopo trascorso il tempo stabilito, richiudendo il commutatore. Questo caso di fermata au-

LEGGENDA DELLA FIG. 18.

G, Generatore asincrono trifase.
T, Turbina idraulica.
R, Regolatore della turbina.
P, Elettropompa di servizio.
S, Servomotore della valvola.
V, Valvola d'isolamento della turbina.
v, Valvola by-pass.
h, Contatto per mancanza pressione olio del regolatore turbina.
M, Elettromagnete destinato a far assumere carico al generatore.
N Elettromagnete destinato a comandare la chiusura di V mediante P.
1, Motorino della pompa di servizio P.
2, Motorino sincrono per il dispositivo 25.
5, Interruttore del generatore asincrono.
6, Interruttore di linea alla centrale principale.
8, Riduttore trifase di tensione con 4° avvolgimento fra centro stella e terra.
9, Riduttori monofasi di tensione.
10, Trasformatore di servizio per luce e forza nonchè pei relais ausiliari, scatti e segnalazioni.
11, Trasformatori per i copiatori elettrici Pirazzoli.
12, Riduttori di corrente.
14, Relais e contatto di minima nella Centrale principale per segnalazione disinserzione gruppo.
15, Wattmetro a contatto per distacco gruppo nel caso d'inversione senso energia.
15a, Relais ausiliario per detto wattmetro tipo a contatto permanente.
16, Voltmetro a contatto di minima.
16a, Relais ausiliario per detto voltmetro.
18, Copiatore elettrico Pirazzoli (ricevitore).
19, Copiatore elettrico Pirazzoli (trasmettitore).
20, Galleggiante pel copiatore elettrico.
22, Relais ausiliario per l'interruttore del generatore.
23, Relais ausiliario per l'interruttore del generatore.
25, Dispositivo di comando di chiusura dell'interruttore 5 a mezzo del relais 23 al momento di sincronizzazione della velocità della turbina con la frequenza della rete.
26, Contattore tripolare per alimentazione servizi.
27, Relais per la fermata automatica semplice.
27a, Relais ausiliario a doppio ritardo.
28, Relais per fermata automatica con blocco.
28a, Relais per fermata automatica con blocco.
30, Commutatore per la messa in funzione e fermata normale del gruppo.
31, Relais di massima corrente.
32, Relais a tempo collegato ai relais di massima corrente.
33, Relais a cartellino per la segnalazione di terra.
34, Relais a tempo (per garanzia di completamento delle manovre di avviamento).
35, Relais differenziale.
36, Relais a tempo per sgancio automatico dell'interruttore 6.
38, Relais centrifugo.
39, Termometri a contatto di massima per i cuscinetti.
40, Termometri a resistenza con contatti di massima per il ferro ed il rame del generatore.
41, Relais a cartellino.
42, Relais per sgancio automatico della paratoia.
43, Resistenza per circuito sgancio automatico della paratoia.
44, Contattore ausiliario per il funzionamento dell'elettromagnete N.
45, Relais di minima corrente sui quadretti termometri elettrici.
51, Dispositivo indicatore del livello del bacino.
52, Valvole a contatto sulla bassa tensione.
53, Valvole a contatto sull'alta tensione.
Ba, Bobina di apertura.
Bc. Bobina di chiusura.
mt, Minima tensione.

tomatica semplice può verificarsi su comando di relais di massima, disposti per la protezione contro sovraccarichi temporanei.

Ma se la fermata dipende da fenomeni permanenti o di grave entità, entrano in azione speciali relais di blocco con segnalazioni a cartellino; ed allora, per rimettere il gruppo in funzione, bisogna accedere sul posto, verificare le cause dell'arresto, e soltanto dopo la loro eliminazione e le eventuali riparazioni, sono ripristinabili le condizioni normali per la rimessa in servizio.

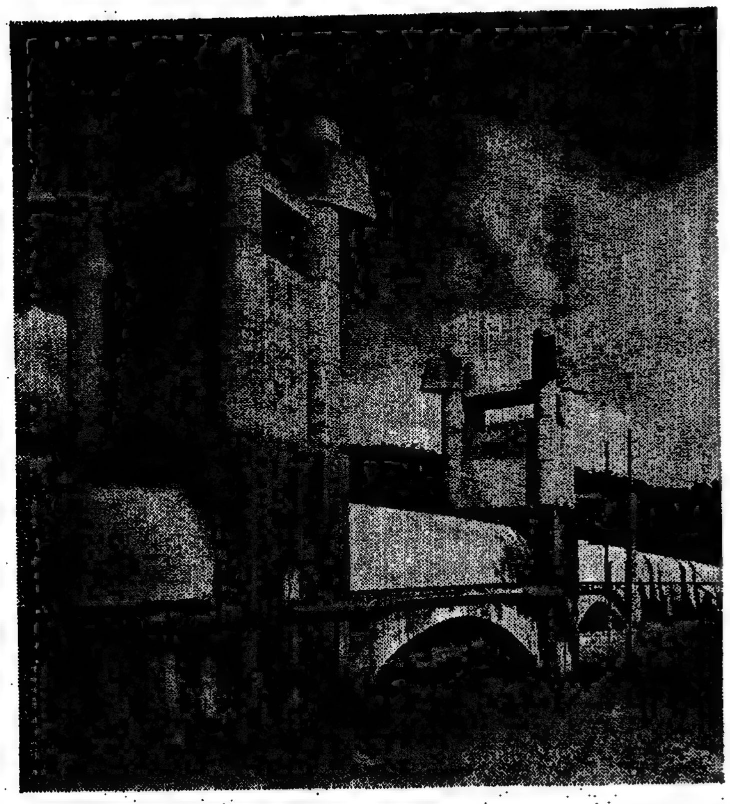


Fig. 21. — Ponte-canale con sfioratori sulle spalle.

La fermata del gruppo con blocco può avvenire per intervento di relais differenziali, per mancanza di pressione d'olio nella pompa del regolatore, per eccessiva velocità della turbina, per relais incaricati di impedire false ed affrettate manovre, per azione dei termostati a mercurio installati nei cuscinetti dell'alternatore e della turbina, oppure dei termostati a resistenza disposti nel ferro e nel rame dell'alternatore, ed anche per fusione di speciali valvole di alta e di bassa tensione.



Fig. 22. — Scarico nel Volturno.

La fermata del gruppo può verificarsi anche per intervento di relais della centrale principale, nel caso di guasti del cavo di collegamento, per contatto di minima del voltmetro, o per inversione di energia segnalata dal wattmetro.

Segnali di allarme luminosi ed acustici funzionano all'avviamento automatico finchè il gruppo non abbia assunto un certo carico minimo, ed anche, come si disse, quando il gruppo sia messo fuori servizio da una qualunque delle suindicate protezioni.

Gli schemi elettrici riprodotti nelle figg. 13 e 18 sono di sufficiente chiarimento per le manovre che si sono indicate, e mostrano pure le sbarre ausiliarie disposte nella centrale principale per lo smistamento sui generatori dei quattro gruppi asincroni.

Regime di servizio.

I diagrammi giornalieri della centrale principale dimostrano che con il funzionamento nelle 24 ore di una a tre unità, secondo le richieste della linea di trasmissione, l'energia idraulica producibile, opportunamente accumulata nelle ore notturne coi serbatoi della Piana di Rocchetta, viene completamente utilizzata; cosicchè uno dei quattro gruppi da 6500 kVA è sempre fermo come riserva. Anche nella centrale automatica si avrà perciò sempre un gruppo in riposo, e, grazie alle sbarre ausiliarie suindicate, esso sarà normalmente costituito dal gruppo cadente pro tempore sotto il turno dell'ordinaria revisione annuale.

La produzione annua della centrale principale, con salto lordo di circa 195 metri, si aggira intorno ai 75 milioni di kWh; per cui la dipendente centrale automatica, che ne riutilizza tutta l'acqua, con salto lordo di quasi 22 metri e con macchinari di maggior rendimento, è in grado di produrre oltre 8 milioni di kWh, ai quali corrispondono in Napoli all'uscita dalla centrale ricevitrice e termica 7 milioni di kWh per la rete di distribuzione.

Il costo complessivo della centrale automatica, preventivato per otto milioni di lire, si ridurrà, nonostante le gravi difficoltà superate di terreni cattivi, a circa sette milioni di lire. Tenuto conto della minima spesa di personale e della concessione gratuita, la spesa di esercizio sarà inferiore al 12 % del capitale d'impianto; onde il kWh prodotto nella centrale raggiungerà in Napoli il prezzo unitario di circa cent. 12, restando nell'ordine di grandezza del costo unitario del kWh prodotto dalla centrale principale Primo Salto.

La centrale automatica, anche senza la più economica utilizzazione dell'ulteriore più importante salto di 89 metri della centrale Vandra, costituisce quindi un vantaggioso impianto di produzione di energia elettrica per l'Ente Autonomo Volturno.

SUL CALCOLO DELLA SOLLECITAZIONE MASSIMA (STATICA) DELLE LINEE AEREE SOTTO L'AZIONE DEL VENTO

ERNESTO FRANCESIO

Si dimostra, che la sollecitazione massima di una campata di una linea aerea sotto l'azione del vento è essenzialmente funzione delle caratteristiche della campata e quindi la deformazione della catenaria da esso provocata (variazione della campata d e del dislivello h) può condurre sia ad una diminuzione che ad un aumento della sollecitazione rispetto a quella, che si avrebbe, se d ed h non fossero variati. Si dà quindi un criterio per la rapida determinazione evitando il calcolo delle relative tensioni massime, della condizione della campata (d ed h invariati o d ed h modificati dal vento), per la quale si verifica la sollecitazione massima.

1. - Azione del vento su una linea aerea (1).

Il carico dovuto al vento su una linea aerea è ritenuto praticamente, come una forza uniformemente distribuita lungo tutto il conduttore ed agente normalmente al piano verticale della catenaria, secondo cui inizialmente è disposto il conduttore. Se p e p_v sono il peso proprio del conduttore, aumentato dell'eventuale sopracarico per neve e ghiaccio, e la pressione del vento per m di conduttore e p_t il carico risultante, si avrà:

$$p_t = (p^2 + p_v^2)^{1/2} \qquad (1)$$

$$\operatorname{tang} \beta = \frac{p_v}{p}. \qquad (2)$$

L'azione del vento produce quindi, oltre ad un aumento del carico della linea, una rotazione del piano del conduttore attorno alla retta congiungente i suoi estremi SI, dovendo la catenaria relativa giacere sul piano della SI e della risultante p_t delle forze agenti sul conduttore stesso. Se γ è l'angolo, che la p_t fa colla SI, la campata ed il dislivello della catenaria sul nuovo piano saranno dati colle notazioni della fig. 1 da:

$$d_1 = l \operatorname{sen} \gamma \qquad h_1 = l \cos \gamma.$$

Con facili considerazioni geometriche, se SA_1 è la retta del piano normale al piano delle rette SA ed SI passante per SA, inclinata

(1) Vedi: G. Silva: Studio meccanico dei conduttori delle linee aeree. - *L'Elettrotecnica*, 1931, n. 25, 26, 29, 30.

dell'angolo β con la SA stessa, ed IB e IB_1 sono normali a SI, si ricavano le seguenti relazioni:

$$SI = SB \cos\lambda = SB_1 \cos\gamma \qquad SB = SB_1 \cos\beta$$

Da esse si ottiene senz'altro:

$$\cos\gamma = \cos\beta \cos\lambda \tag{3}$$

$$h_1 = l \cos\gamma = h \cos\beta \tag{4}$$

$$d_1 = l \operatorname{sen}\gamma = d\left[1 + \left(\frac{h}{d}\right)^2 \operatorname{sen}^2\beta\right]^{1/2} \tag{5}$$

La campata subirà quindi un aumento, mentre per contro si verificherà una diminuzione nel dislivello. L'angolo diedro infine φ, di cui ruota il piano della catenaria è dato da:

$$\cos\varphi = \frac{\cos\beta - \cos\lambda\cos\gamma}{\operatorname{sen}\lambda \cdot \operatorname{sen}\gamma}. \tag{6}$$

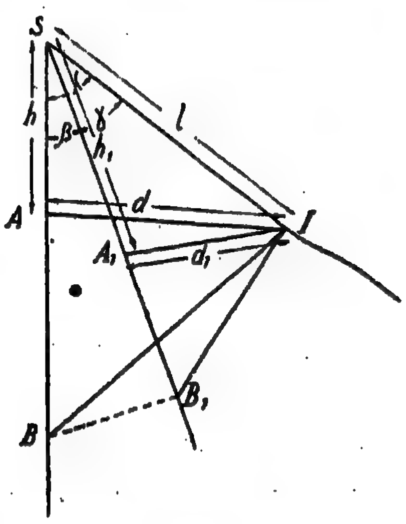


Fig. 1.

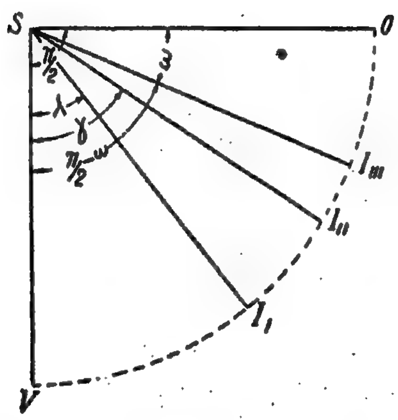


Fig. 2.

2. - La sollecitazione massima.

Per poter verificare, se mantenendo costante il sopracarico, le variazioni accennate della campata e del dislivello importino un aumento od una diminuzione della tensione massima all'estremo superiore della campata, si portino (fig. 2) in un piano le varie posizioni, che in esso assume la retta SI, congiungente gli estremi della catenaria, rispetto alla direzione SV (mantenuta costante) della forza agente sul conduttore. Non variando la lunghezza $SI = l$, esse saranno i raggi di un cerchio di centro S e raggio l.

Se SI_1 è la posizione assunta da SI per $\beta = 0$, trascurando cioè le variazioni della campata e del dislivello per azione del vento, ed inclinata quindi di un angolo λ colla SV; per $\operatorname{tang}\beta = p_v/p$ corrisponderà una SI_{II} inclinata sulla SV di un angolo γ tale che $\cos\gamma = \cos\beta\cos\lambda$ e per conseguenza $\gamma > \lambda$.

Nella rotazione di SI da SV a SO la componente $p_t\,\alpha$ della tensione massima della catenaria, normale alla direzione della forza agente, andrà continuamente aumentando dal valore zero per SI diretto secondo SV sino al suo valore massimo dopo una rotazione di 90°. Infatti (scrivendo con lettere maiuscole D, H, S... i vari elementi, che si considerano in una catenaria, se si assume per unità di misura il parametro α, misure assolute, e con le corrispondenti lettere minuscole d, h, s... i rispettivi valori, quando si assume come unità di misura il metro, misure volgari), dalla nota relazione:

$$S^2 = H^2 + 4\, sh^2 \frac{D}{2}$$

si ha:

$$s_I^2 = h_I^2 + 4\,\alpha_I^2\, sh \frac{D_I}{2}$$

$$s_{II}^2 = h_{II}^2 + 4\,\alpha_{II}^2\, sh^2 \frac{D_{II}}{2}.$$

Ma è:

$$s = \sigma + \frac{\pi\sigma^2}{ED}$$

ove:

σ è la lunghezza del conduttore a riposo,

$\pi = \dfrac{p + p_v}{a}$ (la sezione del conduttore),

E modulo di elasticità.

Da questa e dalla: $l^2 = d_I^2 + h_I^2 = d_{II}^2 + h_{II}^2$ si ricava:

$$\sigma^2 - l^2 = -d_I^2 - \frac{\pi^2\sigma^4}{E^2 D_I^2} - \frac{2\pi\sigma^3}{E D_I} + 4\,\alpha_I^2\, sh^2\frac{D_I}{2}$$

$$\sigma^2 - l^2 = -d_{II}^2 - \frac{\pi^2\sigma^4}{E^2 D_{II}^2} - \frac{2\pi\sigma^3}{E D_{II}} + 4\,\alpha_{II}^2\, sh^2\frac{D_{II}}{2}.$$

Uguagliando i due secondi membri e ricordando, che:

$$S^2 - H^2 = 4\, sh^2\frac{D}{2} = D^2 + \frac{D^4}{12} + \frac{D^6}{360} + \ldots$$

si ottiene infine:

$$d_I^2\left(\frac{D_I^2}{12} + \frac{D_I^4}{360} + \ldots\right) - \frac{\pi^2\sigma^4}{E^2 D_I^2} - \frac{2\pi\sigma^3}{E D_I} =$$

$$d_{II}^2\left(\frac{D_{II}^2}{12} + \frac{D_{II}^4}{360} + \ldots\right) - \frac{\pi^2\sigma^4}{E D_{II}^2} - \frac{2\pi\sigma^3}{E D_{II}}.$$

Considerando per un momento il solo primo termine in ognuno dei due membri dell'uguaglianza, poichè $d_{II} > d_I$ dovrà essere:

$$\left(\frac{D_I^2}{12} + \ldots\right) > \left(\frac{D_{II}^2}{12} + \ldots\right)$$

e quindi $D_{II} < D_I$, per conseguenza $\alpha_{II} > \alpha_I$.

Considerando ora i due membri completi, l'uguaglianza sta se $\alpha_{II} > \alpha_I$, mentre non può sussistere se $\alpha_{II} \leq \alpha_I$.

Dalla stessa uguaglianza si deduce, che se d_I tende a zero, anche α_I tende a zero e se d_I si considera come infinitesimo di confronto α_I deve essere infinitesimo d'ordine superiore. Nelle vicinanze di zero α va quindi crescendo molto più rapidamente di d; successivamente gli aumenti pur continuando vanno però decrescendo di valore.

La componente invece della tensione massima della catenaria parallela alla direzione della forza agente ha un andamento perfettamente opposto. Essa dal suo valore massimo, che si verifica in SI coincidente con la SV, se il vertice della catenaria cade sempre entro la campata ($s - l$ grande) o per una direzione molto prossima a SV, se per contro il vertice della catenaria viene coll'aumentare della pendenza a cadere fuori della campata ($s - l$ piccolo), andrà costantemente diminuendo sino a raggiungere il suo valore minimo dopo una rotazione di circa un angolo retto nella posizione SO.

La tensione massima all'estremo superiore della campata si avrà per conseguenza in una posizione intermedia di SI, tra SO e SV, che dipende dai valori assunti dai diversi elementi della catenaria, restando però completamente indipendente dal valore degli angoli di rotazione β o φ e quindi dalla deformazione della catenaria.

3. - Calcolo dell'inclinazione della campata, per cui si verifica la tensione massima.

Si determini ora l'inclinazione di SI, per cui si verifica questo massimo. Dal suo confronto con λ e γ si potrà verificare, se la rotazione del piano della catenaria ha prodotto un aumento od una diminuzione nel valore della tensione massima. Entro i limiti, in cui α è tenuto nelle condutture aeree si può con tutta l'approssimazione desiderata, come espressione della lunghezza di un arco di catenaria, porre la formula (²):

$$s = l + \frac{l^3 \cos^4 \alpha}{24\,\alpha^2}.$$

Dalla: $(t/p)^2 = \alpha^2 (1 + y'^2)$, ove si assuma come equazione parabolica molto approssimata della catenaria (²):

$$y = \frac{x\,(d - x)}{2\,\alpha\cos\omega} + x \operatorname{tang}\omega$$

si ricava, come espressione della tensione all'estremo superiore della campata:

$$\left(\frac{t_s}{p_t}\right)^2 = \alpha^2 + \left(\frac{l}{2} + \alpha\operatorname{tang}\omega\right)^2$$

(²) Vedi: E. Francesio: Studio sulle funicolari aeree. - Rivista Artiglieria e Genio. — Idem: A proposito di catenarie. - *L'Elettrotecnica*, 1934, n. 4.

Si ha quindi:

$$\alpha^2 = \frac{l^3 \cos^4 \omega}{24\,(s-l)}$$

che sostituito nel valore di t_s, dà, dopo aver eseguito alcune riduzioni:

$$\left(\frac{t_s}{p_l}\right)^2 = \frac{l^2}{4} + \frac{l^3 \cos^2 \omega}{24\,(s-l)} + \frac{l^{5/2} \operatorname{sen} \omega \cos \omega}{24^{1/2}\,(s-l)^{1/2}}.$$

Il valore di ω, che rende massimo t_s si ha eguagliando a zero la derivata. L'equazione, cui si perviene, è la seguente:

$$\left(\frac{l}{24\,(s-l)}\right)^{1/2} \operatorname{sen} 2\,\omega - \cos 2\,\omega = 0.$$

Il massimo cercato si ottiene quindi per:

$$\operatorname{tang} 2\,\omega = \left[\frac{24\,(s-l)}{l}\right]^{1/2} \qquad (7)$$

Nella trattazione fatta si è ritenuto, per approssimazione, s costante invece di σ:

$$\left[s = \sigma\left(1 + \frac{\pi\,\sigma}{E\,D}\right)\right].$$

Nelle applicazioni pratiche per rendere l'errore trascurabile si dovrà però assumere per s il suo valore corrispondente alla posizione $S\,I_I$.

Per maggiore speditezza nei calcoli si è costruito (Tav. I) il diagramma relativo alla formola 7. Prendendo come ascissa i valori

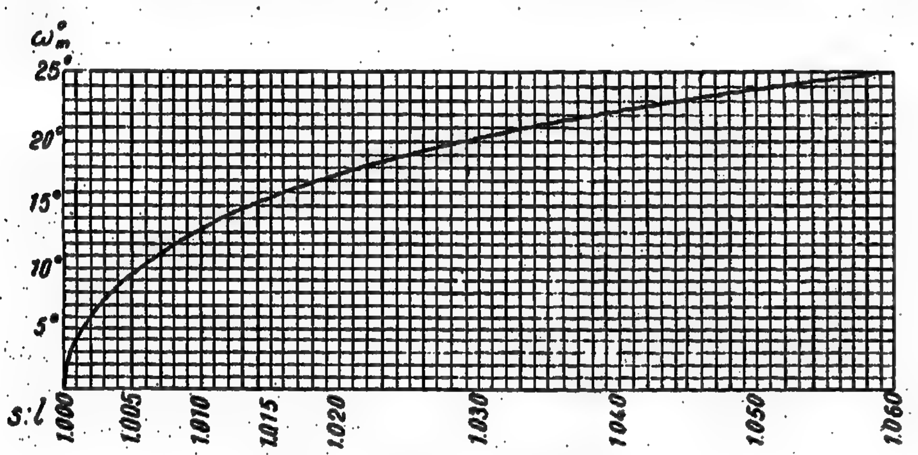


TAVOLA I. — ω°_m in funzione di $s:l$.

s/l e come ordinate $\operatorname{tang} 2\,\omega$, si ha l'equazione di una parabola di parametro 12. Il diagramma fornisce per lettura diretta i valori di ω_m (valori di ω per cui t_s raggiunge il suo massimo) in funzione di s/l. Della formola 7 si può dare un'altra espressione spesso utile nelle applicazioni pratiche.

Posto $\theta = \pi/2 - \lambda$, si ha:

$$s - l = \frac{l^3 \cos^4 \theta}{24\,\alpha^2}$$

e, sostituendo nella (7), l'espressione di $\operatorname{tang} 2\,\omega$ assume una seconda forma semplicissima:

$$\operatorname{tang} 2\,\omega = \frac{\cos^2 \theta\, l}{\alpha} = \cos^2 \theta\, L = \cos \theta\, D \qquad (8)$$

4. - Diagramma delle t_s.

Si hanno ora tutti gli elementi per mettere sotto una forma molto opportuna l'espressione di t_s e disegnare il relativo diagramma.

Dalla:

$$\left(\frac{t_s}{p_l}\right)^2 = \frac{l^2}{4} + l^2 \left(\frac{l}{24\,(s-l)}\right)^{1/2} \left[\left(\frac{l}{24\,(s-l)}\right)^{1/2} \cos \omega + \operatorname{sen} \omega\right] \cos \omega$$

essendo:

$$\operatorname{cotg} 2\,\omega_m = \left(\frac{l}{24\,(s-l)}\right)^{1/2}$$

si ricava:

$$\left(\frac{t_s}{p_l}\right)^2 = \frac{l^2}{4} + l^2 \operatorname{cotg} 2\,\omega_m\,(\operatorname{cotg} 2\,\omega_m \cos \omega + \operatorname{sen} \omega) \cos \omega \qquad (a)$$

Da questa si ottiene il seguente valore di $(t_s/p_l)^2$ in funzione di $\operatorname{cotg} 2\,\omega_m$ e $\operatorname{tang} \omega$:

$$\left(\frac{t_s}{p_l}\right) = l^2 \left[\frac{1}{4} + \operatorname{cotg} 2\,\omega_m \cos^2 \omega\,(\operatorname{cotg} 2\,\omega_m + \operatorname{tang} \omega)\right] =$$

$$= l^2 \left(\frac{1}{4} + \frac{\operatorname{cotg} 2\,\omega_m\,(\operatorname{cotg} 2\omega_m + \operatorname{tang} \omega)}{1 + \operatorname{tang}^2 \omega}\right) \qquad (9)$$

Per lo studio della variazione di t_s si possono trascurare gli elementi costanti dell'espressione (a) e limitarla a:

$$\cos(\omega - 2\,\omega_m) \cos \omega.$$

Questa funzione (e quindi t_s) è simmetrica rispetto all'ordinata di ω_m corrispondente della tensione massima. Infatti le ascisse di due punti simmetrici rispetto a tale asse si possono esprimere con: ω e $2\,\omega_m - \omega$.

Le ordinate corrispondenti sono rispettivamente:

$$\cos(\omega - 2\,\omega_m) \cos \omega$$
$$\cos(2\,\omega_m - \omega - 2\,\omega_m) \cos(2\,\omega_m - \omega) =$$
$$= \cos(\omega - 2\,\omega_m) \cos \omega$$

ossia sono appunto uguali. Nella fig. 3 è disegnato il diagramma di $\cos(\omega - 2\,\omega_m) \cos \omega$.

5. - Massimo di t_s di una campata sotto l'azione del vento.

Per verificare in quale delle due posizioni: d ed h invariati o d ed h modificati dall'azione del vento, una campata inclinata dell'angolo θ all'orizzonte (λ colla verticale), quando non è soggetta al vento, basterà confrontare θ con ω_m (7 o 8) avendo presente il diagramma di t_s (fig. 3).

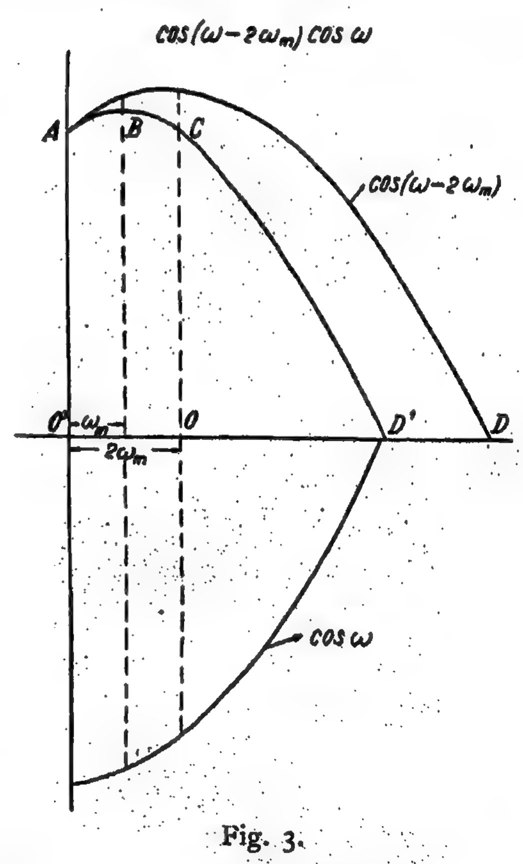


Fig. 3.

Se $\theta < \omega_m$ (fig. 4), essendo $\pi/2 - \gamma$ sempre minore di θ, per quanto è stato sopra esposto, risulta senz'altro, che il massimo di t_s si ha per la posizione della campata I_I, per cui i valori di d ed h sono invariati.

Se invece è $\theta > 2\,\omega_m$, il massimo di t_s si verifica per la posizione I_{II}, per cui d ed h sono modificati dall'azione del vento.

Se infine è $\theta > \omega_m$ ma $\theta < 2\,\omega_m$ (fig. 5), si verifica ancora il massimo di t_s per la posizione I_{II}, in cui d ed h sono modificati dal vento, se essa viene a cadere nell'angolo fatto dalla $S\,I_I$ e dalla sua simmetrica $S\,I_I'$ rispetto ad $S\,I_{III}$ ossia se:

$$\frac{\pi}{2} - \gamma > 2\,\omega_m - \theta$$

[γ è dato dalla (3)].

Si verifica invece per la posizione I_I (d ed h invariati) se è:

$$\frac{\pi}{2} - \gamma < 2\,\omega_m - \theta).$$

La formola (7 o 8) dà dunque il modo di conoscere immediatamente, quasi senza calcoli, la posizione della campata, in cui si verifica il massimo di t_s. Determinato così il valore corrispondente di ω (θ o $\pi/2 - \gamma$) coi noti procedimeni si può calcolare il valore

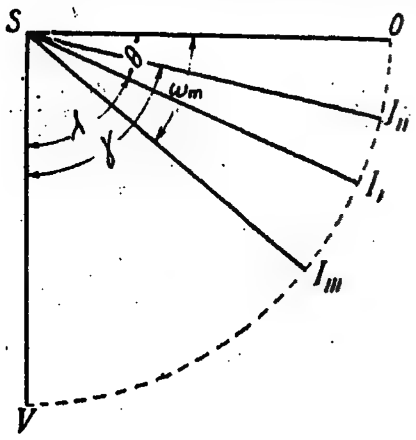


Fig. 4.

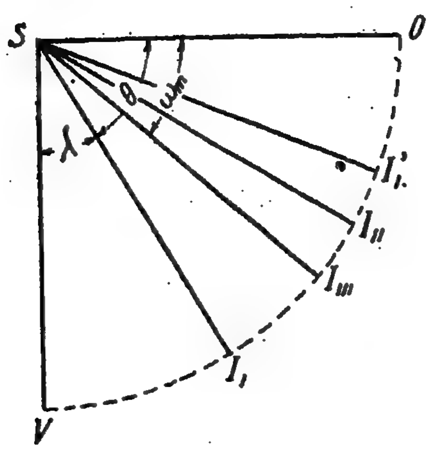


Fig. 5.

esatto della tensione massima. Per i casi più correnti delle pratiche applicazioni è sufficiente l'approssimazione data dalla (9), così che la tensione massima sarà espressa da:

$$t_s = p_t\, l \left(0{,}25 + \frac{\cot 2\,\omega_m\,(\cot 2\,\omega_m + \tan \omega)}{1 + \tan^2 \omega} \right)^{1/2} \qquad (10)$$

ove ω è θ o $\dfrac{\pi}{2} - \gamma$.

È ancora da osservare, che se $\gamma < \pi/2 - \omega_m$, nella posizione $S\,I_{III}$ corrispondente all'inclinazione ω_m, si ha il valore massimo raggiungibile della tensione della campata per azione del vento.

Dalla:

$$\cos \beta = \frac{\operatorname{sen} \omega_m}{\cos \lambda}$$

si può avere il valore relativo di β e quindi l'intensità della corrispondente pressione del vendo da:

$$p_v = \tan \beta\; p.$$

6. - Applicazione pratica.

È interessante per le pratiche applicazioni dato L, determinare i valori di θ, per cui si verifica il massimo di t_s nella posizione I_I (d ed h invariati) e quelli nei quali detto massimo si verifica invece per la posizione I_{II} (d ed h modificati dall'azione del vento). Verrà eseguita questa determinazione per tre tipi di campata: piccola, media e grande, per le quali si può assumere rispettivamente, come valore medio:

$$L = 0{,}20 \qquad 0{,}40 \qquad 0{,}60.$$

Massimo di t_s per la posizione I_I. Si deve avere $\theta < \omega_m$. Dalla (8) fatto $\omega_m = \theta$, si ha:

$$\tan 2\,\theta = L \cos^2 \theta,$$

da cui:

$$\tan^3 \theta + \frac{2 + L}{2} \tan \theta - \frac{L}{2} = 0.$$

Si ricava per il massimo di t_s in I_I:

$L = 0{,}20$	$\tan \theta < 0{,}09$
$L = 0{,}40$	$\tan \theta < 0{,}15$
$L = 0{,}60$	$\tan \theta < 0{,}20.$

Massimo di t_s per la posizione I_{II}. Si deve avere $\theta > 2\,\omega_m$. Dalla (8) fatto $2\,\omega_m = \theta$, si ha:

$$\tan \theta = L \cos^2 \theta,$$

da cui:

$$\tan^3 \theta + \tan \theta - L = 0.$$

L'equazione ha una sola variazione, quindi una sola radice positiva, che è quella che ci interessa.

Si ricava per il massimo di t_s in I_{II}:

$L = 0{,}20$	$\tan \theta > 0{,}195$
$L = 0{,}40$	$\tan \theta > 0{,}33$
$L = 0{,}60$	$\tan \theta > 0{,}48.$

Per i valori infine di θ compresi tra ω_m e $2\,\omega_m$ ($\omega_m < \theta < 2\,\omega_m$) il massimo di t_s cadrà in I_I o I_{II} a seconda del valore di γ.

I risultati si possono riassumere nel seguente specchio:

Inclinazione della campata in relazione alla posizione per cui si verifica la tensione massima.

L	Valori di tang θ, pei quali si verifica il massimo di t_p nella posizione		
	I_I	I_I o I_{II} a seconda che $\frac{\pi}{2} - \gamma < 2\,\omega_m - \theta$ / $\frac{\pi}{2} - \gamma > 2\,\omega_m - \theta$	I_{II}
0,20	$\tan \theta < 0{,}09$	$0{,}09 > \tan \theta < 0{,}195$	$\tan \theta > 0{,}195$
0,40	$< 0{,}15$	$0{,}15 > \tan \theta < 0{,}33$	$> 0{,}33$
0,60	$< 0{,}20$	$0{,}20 > \tan \theta < 0{,}48$	$> 0{,}48$

Torino, 16 maggio 1935.

L'OTTAVA SESSIONE DELLA CONFERENZA INTERNAZIONALE DELLE GRANDI RETI (Parigi - 27 Giugno - 6 Luglio 1935)

Prima di accingerci a dare notizia ai lettori de *L'Elettrotecnica* della 8ª sessione della C.I.G.R.E. abbiamo voluto rileggere quanto avevamo scritto dopo la sessione del 1933 (1) e non senza stupore abbiamo letto presso chè tutto quello che avevamo in animo di scrivere. I primi periodi della cronaca allora pubblicata potrebbero essere riprodotti oggi tali e quali. Anche quest'anno, infatti, nonostante il perdurare della crisi e le aumentate difficoltà per i viaggi all'estero, « tutti i records precedenti sono stati battuti »! Coi suoi 850 iscritti, rappresentanti di 41 Nazioni, e coi suoi 176 rapporti l'ottava sessione ha largamente superato la settima che, a sua volta, aveva distanziate tutte le precedenti. Si deve quindi senz'altro riconoscere ed affermare il continuo ascendere di questo ormai antico organismo internazionale ed il grande successo materiale della recente sessione, a tutto onore e merito del Sig. Tribot Laspière, delegato generale ed autentico animatore della Conferenza, e dei suoi egregi collaboratori.

Ma se la Conferenza, in questa sua 8ª sessione, ha pienamente raggiunto due degli scopi che si propongono siffatte imprese internazionali: quello di stimolare la produzione teorico-scientifica nei vari paesi e quello di stringere e rinsaldare relazioni ed amicizie fra i tecnici delle varie Nazioni, non oseremmo dire che altrettanto bene abbia corrisposto al terzo e ben più importante: quello di promuovere interessanti e conclusive discussioni. A parer nostro le discussioni nelle varie sedute furono meno sviluppate e meno interessanti che nelle precedenti sessioni. Molti argomenti segnalati dai relatori speciali come degni di esame, passarono completamente sotto silenzio; particolarmente ridotti furono in molti campi gli interventi dei delegati di lingua inglese.

Le ragioni di questo parziale peggioramento sono molteplici. Ad esso non è estraneo, in primo luogo, il successo stesso della Conferenza! Il grandissimo numero di rapporti e la naturale tendenza degli AA. ad attendere, tutti, l'ultimo momento, deve aver messo a ben dura prova gli organizzatori della Conferenza. Comunque, su 176 rapporti, poco meno di un centinaio poterono essere inviati preventivamente e tempestivamente agli iscritti ma ancora,

(1) *L'Elettrotecnica*, 1933, pag. 741.

per le aumentate difficoltà doganali, a molti pervennero solo all'ultimo momento togliendo ad essi la possibilità di prepararsi alla discussione. A questo stato di cose si deve probabilmente il fatto che i contributi più importanti alle discussioni vennero sempre dai colleghi francesi che, evidentemente, avevano potuto avere prima degli altri i testi delle memorie.

In secondo luogo, al minor rendimento delle discussioni ha contribuito il maggior tempo perduto per le traduzioni. Come ed ancora più che nel 1933, la Conferenza è stata di fatto a tre lingue. La larga partecipazione dei colleghi tedeschi, che si son fatti un punto d'onore di parlar la loro lingua anche quando erano in grado di esprimersi in francese e in inglese, e l'eccessivo zelo di qualche interprete hanno ulteriormente contribuito a rallentare i lavori.

Infine, ancora una volta, si è visto che il sistema dei relatori speciali, ottimo in teoria, non funziona troppo bene in pratica. Quasi sempre gli AA. dei rapporti riassunti o commentati dal relatore speciale, prendono la parola in sede di discussione e riespongono in parte le loro memorie. Si è persino dato il caso di autori che hanno proiettato le figure del loro rapporto, per poter meglio ripetere quello che già era stata stampato! Evidentemente contro tali abusi dovrebbe intervenire il Presidente della seduta; ma è facile comprendere quanto sia arduo essere energici in un ambiente internazionale, pensando a quello che accade tante volte nei congressi nazionali! Per necessità di turno internazionale si è dato anche il caso di un Presidente che non comprendeva nè il francese, nè l'inglese....

*

Con queste osservazioni non intendiamo menomamente muovere appunti o critiche, ma semplicemente far rimarcare le grandi e, in molti casi, pressochè insuperabili difficoltà contro cui devono urtare simili organizzazioni internazionali. Non possiamo invece tacere che, secondo noi, l'abbandono del vecchio statuto che ammetteva due sole lingue, non è stato del tutto felice. La Commissione Elettrotecnica Internazionale, sotto i cui auspici è sorta la Conferenza, che mantiene con la C.E.I. i più cordiali rapporti, funziona egregiamente da quasi trenta anni e non si è mai sentito la necessità di aggiungere altre lingue al francese ed all'inglese ammessi con lo statuto originario.

È innegabile che la « formula » trovata per la Conferenza, e di cui ci siamo ampiamente occupati nel 1933 è teoricamente perfetta; ma per riuscire perfetta anche in pratica essa presuppone in tutti un vero spirito internazionale ed il sincero desiderio di far camminare bene le cose. Senza di ciò tutto si complica e non ci meraviglieremmo se alla prossima sessione del 1937 le lingue usate diventassero quattro, con l'obbligo e il perditempo di tre traduzioni, per arrivare poi progressivamente... alla torre di Babele.

*

La partecipazione italiana alla Conferenza fu quest'anno assai limitata e certamente del tutto inadeguata allo sviluppo dei nostri impianti e delle nostre industrie: *due* soli rapporti dovuti agli ingegneri Angelini ed Artini, e 17 iscritti; non tutti presenti. Ciononostante gli interventi dei nostri delegati nelle discussioni furono relativamente abbastanza numerosi.

Come di consueto la Presidenza di una seduta fu tenuta dall'Ing. Del Buono, e fra i relatori speciali figurarono lo stesso Del Buono (messa a terra) ed il Barbagelata (misure).

Ci auguriamo comunque sinceramente che per il 1937 i contributi italiani possano ritornare al livello raggiunto in alcune delle passate sessioni.

*

Ci riserviamo di ritornare in altra occasione e con la dovuta ampiezza sul contenuto tecnico della Riunione. Per la Cronaca ci limitiamo a ricordare qui che, secondo il programma ormai tradizionale, la sessione si inaugurò la mattina del 27 giugno con una solenne seduta, presieduta dal Ministro dei LL. PP. e nella quale esordì con un superbo discorso il nuovo Presidente della Conferenza, Ing. Ernesto Mercier, degnissimo successore del compianto Ing. Ulrich.

Nel pomeriggio dello stesso giorno si iniziarono i lavori della terza sezione (esercizio delle reti) che occuparono i giorni 28 e 29. Libera la domenica 30, nei giorni 1, 2 e 3 si svolsero i lavori della prima sezione (macchine ed apparecchi) e successivamente il 4, 5 e 6 quelli della seconda (linee). Nel pomeriggio del 3 si ebbe anche l'assemblea dei membri permanenti della Conferenza, e nel pomeriggio di sabato 6, si svolse la seduta di chiusura.

La parte mondana si ridusse, secondo le sane tradizioni della Conferenza, al pranzo ufficiale (sera del 29) al cosidetto « diner de revanche » (sera del 3) e ad una serata artistico-musicale svoltasi col consueto grande successo mercè il concorso di artisti di primo ordine.

Le varie riunioni furono improntate a quello spirito di cordialità che costituisce una delle più belle tradizioni della Conferenza, che per i più fedeli dei suoi aderenti, ha ormai assunto il carattere di un periodico e simpaticissimo convegno di amici.

XL RIUNIONE ANNUALE

SANTA MARGHERITA LIGURE - 23-28 Settembre 1935-XIII

Riassunti di Relazioni e Memorie presentate al Congresso

N. 2.

I DISPOSITIVI DI SCHERMATURA E DI GUARDIA NELLE MISURE ELETTRICHE

L. Bosone

Nelle applicazioni di alcune categorie di misure elettriche è spesso necessario proteggere gli apparecchi dalle azioni perturbatrici prodotte da cause esterne od interne al circuito di misura. Sono da considerarsi fra le perturbazioni di origine esterna le influenze del campo magnetico terrestre e del campo elettrico atmosferico e le f.e.m. indotte dai flussi di dispersione, magnetici od elettrici, variabili, provenienti da macchine od apparecchi vicini. Sono invece di origine interna quelle dovute a dispersioni di corrente per imperfetto isolamento e, nelle misure a corrente alternata, gli accoppiamenti induttivi e capacitivi fra le diverse parti del circuito.

Ad eliminare o ridurre gli errori prodotti da queste azioni servono, in molti casi, i sistemi di schermatura e di guardia, che, in rapporto al genere di perturbazione da eliminare ed ai diversi principii sui quali l'effetto protettivo è basato, vengono classificati nelle seguenti categorie.

Schermi magnetici, destinati a sottrarre gli strumenti di misura all'influenza dei campi magnetici costanti o lentamente variabili. Questi schermi vengono costituiti con materiale magnetico, ed il loro effetto è dovuto al fatto che le masse libere indotte dal campo perturbatore sulle superfici esterne dello schermo esercitano all'interno di questo un'azione contraria a quella del campo induttore. L'effetto schermante è tanto maggiore quanto più elevata è la permeabilità magnetica del materiale. Negli ultimi anni l'impiego di leghe speciali a base di ferro e nickel (permalloy, mumetal, ecc.), aventi caratteristiche di alta permeabilità magnetica per bassi valori del campo, ha permesso di ottenere, con spessori ridotti, valori molto elevati dell'effetto schermante.

Schermi elettromagnetici, diretti ad intercettare gli effetti di induzione dei campi magnetici alternativi e delle onde elettromagnetiche di alta frequenza. Si costituiscono con materiale conduttore, e la loro azione protettiva è dovuta alle correnti parassite indotte, che si sviluppano lungo circuiti paralleli alle superfici dello schermo e producono un flusso magnetico alternativo che ha una componente contraria al flusso induttore e quindi ne riducono la intensità. L'effetto aumenta colla frequenza e collo spessore dello schermo ed è inoltre favorito dalla conduttività e dalla permeabilità magnetica del materiale che lo costituisce. La necessità di questo sistema di schermatura si manifesta sopratutto nelle misure ad alta frequenza, mentre nel campo delle frequenze acustiche le applicazioni sono generalmente limitate ai generatori, ai trasformatori ed alle bobine induttive che danno luogo a notevoli flussi di dispersione.

Schermi elettrostatici per la protezione degli apparecchi dai campi elettrici esterni e la riduzione degli effetti prodotti dagli accoppiamenti parassiti di capacità.

È noto che la protezione di un sistema di circuiti dall'azione di masse elettriche esterne al sistema stesso può ottenersi, molto semplicemente ed in modo completo, circondando il sistema con uno schermo conduttore mantenuto a potenziale costante, per esempio al potenziale di terra. Se invece si considerano le azioni perturbatrici dovute agli accoppiamenti di capacità fra gli apparecchi ed i conduttori del circuito e fra questi e la terra, il problema non è così semplice. Anzitutto le capacità verso terra non sono in generale costanti, perchè dipendono dalla posizione degli oggetti circostanti,

ed in particolare da quella dell'operatore, e quindi il loro effetto sulla misura non è determinato. Se invece il sistema viene circondato con uno schermo conduttore rigido posto a terra, i singoli elementi del circuito non hanno più capacità diretta verso gli oggetti circostanti ma soltanto una capacità fissa verso terra, della quale potrà tenersi conto in modo determinato nello studio del circuito; e questo è uno degli uffici della schermatura elettrostatica.

Un secondo scopo è quello di sostituire al sistema delle capacità parassite, esistenti fra le diverse parti del circuito, un altro sistema di conformazione tale che le influenze sulla misura risultino eliminate o, se ciò non è possibile, più facilmente controllabili. Consideriamo ad esempio due elementi del circuito fra i quali esista un accoppiamento di capacità la cui influenza sulla misura non sia trascurabile, ed immaginiamo di circondare uno di essi con uno schermo conduttore rigido e di collegare poi questo schermo ad un determinato punto A del circuito. Alla capacità diretta fra i due elementi vengono allora a sostituirsi le due capacità esistenti fra ciascuno di essi e lo schermo, che sono quindi da considerarsi derivate fra gli elementi stessi ed il punto A. Il problema consiste nello scegliere nel circuito la posizione del punto A in modo che queste due nuove capacità non abbiano più influenza sulla misura, oppure che il loro effetto possa essere esattamente valutato, od eliminato con opportuni artifici di misura.

Schermi e dispositivi di guardia destinati ad eliminare gli errori dovuti alle dispersioni di corrente lungo i sopporti isolanti ed agli orli dei condensatori. L'effetto protettivo è basato su un principio analogo a quello degli schermi elettrostatici. Il dispositivo di guardia consiste in un'armatura metallica che separa il sopporto isolante in due parti, tagliando la via alle correnti di dispersione, e sostituisce così alla conduttanza totale originaria due nuove conduttanze in serie. Collegando tale armatura ad un punto opportunamente scelto del circuito, si riesce in molti casi ad ottenere che queste due conduttanze siano così disposte nel sistema che la loro influenza sulla misura risulti trascurabile. Applicati ai condensatori, i dispositivi di guardia hanno anche talvolta l'ufficio di variare la distribuzione del campo elettrico fra le armature rendendolo uniforme nella zona del dielettrico che interessa la misura.

I sistemi di guardia sono correntemente usati nelle misure di isolamento a corrente continua ed in quelle sui dielettrici a corrente alternata ed alta tensione, ove le dispersioni, per imperfetto isolamento del circuito, possono essere dello stesso ordine di grandezza delle correnti da misurare. Le schermature elettrostatiche sono pure applicate alle misure a frequenza industriale ad alta tensione, ma sono state specialmente sviluppate nei metodi a frequenze acustiche, ove gli effetti degli accoppiamenti di capacità hanno particolare importanza.

Nelle applicazioni dei diversi sistemi di schermatura si deve tener presente che, se il dispositivo serve a proteggere gli apparecchi da una determinata azione perturbatrice, esso introduce da altra parte delle notevoli complicazioni e spesso delle nuove cause di errore, i cui effetti sulle misure devono essere accuratamente studiati caso per caso. I problemi di schermatura sono quindi molto delicati e difficilmente potrebbero disciplinarsi con regole di carattere generale. Una serie di applicazioni tipiche ai metodi di misura a corrente continua ed a corrente alternata a bassa, media ed alta frequenza viene passata in rapida rassegna. Le considerazioni svolte per questi casi speciali possono servire di guida per lo studio dei sistemi più adatti di schermatura da applicarsi ad altri metodi simili.

Misure a corrente continua. — I dispositivi di guardia e di schermatura sono specialmente impiegati nelle misure di isolamento sui dielettrici, collo scopo di eliminare gli errori dovuti alle correnti di dispersione, per imperfetto isolamento fra le diverse parti del circuito, che possono essere dello stesso ordine di grandezza di quelle da misurare. Vengono riportati gli schemi da applicarsi per le misure della resistività di massa e di quella superficiale su campioni di materiali dielettrici e per le misure di isolamento dei cavi.

Particolare importanza acquista il problema della schermatura quando si vogliano determinare le caratteristiche di isolamento dei cavi sotto elevate tensioni continue (migliaia o decine di migliaia di volt). In questi casi infatti intervengono, oltre alle dispersioni lungo i sopporti isolanti, anche quelle dovute agli effluvi sulle teste del cavo ed alle correnti spaziali, che si producono a cagione della ionizzazione che l'aria subisce attorno ai conduttori ad alta tensione. Per evitare grossolani errori di misura è allora necessario, oltre ai comuni dispositivi di guardia, schermare completamente il circuito e lo spezzone, o la bobina, del cavo in prova per tagliare la strada alle correnti spaziali e fare in modo che esse si chiudano sulla sorgente di alimentazione senza passare per il galvanometro.

Misure a bassa frequenza. — Nelle misure a corrente alternata intervengono, oltre alle correnti di dispersione, gli effetti degli accoppiamenti parassiti di capacità, che costituiscono delle ammettenze derivate proporzionali alla frequenza, delle quali bisogna tener conto nello studio dello schema di misura. Nel campo delle frequenze industriali i metodi per i quali l'eliminazione di queste perturbazioni deve essere particolarmente studiata sono quelli riguardanti le misure dell'angolo di perdita dei dielettrici e specialmente quelli ad alta tensione; sia perchè la capacità dei provini e dei condensatori campioni deve necessariamente essere molto limitata, sia perchè intervengono le dispersioni per effluvii ed ionizzazione dell'aria. Una sufficiente esattezza delle misure può tuttavia ottenersi con dispositivi di guardia e di schermatura relativamente semplici.

Il problema della schermatura elettrostatica è intimamente connesso a quello della messa a terra del sistema. Se il genere di misura da eseguire è tale da permettere il collegamento a terra diretto di un punto del circuito, lo studio degli accoppiamenti parassiti di capacità viene notevolmente semplificato, perchè le capacità verso terra degli schermi collegati a questo punto sono evidentemente senza effetto, mentre tutte le altre capacità verso terra risultano direttamente derivate fra coppie di punti del circuito. La scelta del punto da collegarsi a terra deve essere fatta in modo da ridurre per quanto è possibile le influenze sulla misura delle capacità contro terra. Vi sono però dei casi in cui tale scelta non è libera perchè il condensatore in prova deve essere misurato con una delle armature connesse stabilmente a terra; ciò avviene ad esempio per le misure sui cavi o sugli isolatori passanti in opera. In questi casi si incontrano maggiori difficoltà nella eliminazione degli effetti di capacità.

I sistemi di schermatura elettrostatica da applicarsi ai metodi più frequentemente usati per le misure di perdite dielettriche, e cioè ai metodi wattometrici ed a quelli a ponte, vengono illustrati in una serie di schemi. Sono inoltre descritti i dispositivi di guardia che si applicano alle resistenze ed ai condensatori per alta tensione, affinchè nelle misure possano essere considerati rispettivamente come resistenze e capacità pure. Particolarmente considerati sono infine i sistemi di guardia di cui devono essere munite le teste dei cavi, nelle misure ad alta tensione, per eliminare l'influenza degli effluvii e delle correnti di dispersione superficiale.

Misure a media frequenza. — Sono considerate come medie frequenze, le frequenze acustiche e quelle usate nelle trasmissioni multiple a correnti portanti e nei circuiti di televisione, che, allo stato attuale della tecnica si estendono normalmente fino a 50 kHz. In questo campo gli effetti degli accoppiamenti parassiti di capacità acquistano importanza anche per tensioni di misura relativamente basse. D'altra parte, un grado sempre maggiore di precisione si è reso necessario, anche nelle misure di carattere industriale, per soddisfare alle esigenze della moderna tecnica telefonica.

Questa necessità ha indotto i tecnici a studiare per le misure a media frequenza, e particolarmente per i metodi a ponte, dei complessi sistemi di schermatura elettrostatica, il cui effetto è, come si è visto, di ridurre il sistema originario delle capacità parassite ad un sistema più semplice e quindi più facilmente controllabile.

Dopo alcune considerazioni generali sulle schermature dei singoli elementi costitutivi del circuito, vengono brevemente descritte le applicazioni ai metodi a ponte, distinguendo il caso nel quale il provino può misurarsi con un estremo a terra da quello, più complesso, in cui l'impedenza incognita deve essere misurata colle estremità mantenute a potenziali simmetrici rispetto a terra. Quest'ultimo caso ha particolare importanza nello studio dei cavi telefonici, perchè si presenta nelle misure di capacità e di conduttanza mutua dei circuiti a coppia od a bicoppia.

Passando a considerare gli schermi elettromagnetici, vengono riportati in alcuni diagrammi i risultati di una serie di misure dell'effetto schermante in funzione della frequenza, eseguite impiegando lamine di diverso spessore e costituite con differenti metalli (rame, ferro, ottone). Si rileva che, per frequenze superiori a circa 500 Hz e se si usano lamine di rame, con spessori di 1 a 2 mm si ottengono già elevati valori dell'effetto schermante e quindi una efficace protezione degli apparecchi.

Misure ad alta frequenza. — Nel campo delle radiofrequenze le perturbazioni dovute agli accoppiamenti capacitivi ed induttivi acquistano una importanza predominante ed in generale gli effetti elettrostatici ed elettromagnetici non possono più considerarsi in modo separato ed indipendente. Si presenta il problema di proteggere le singole parti del circuito di misura dalle forze elettromotrici indotte dalle onde elettromagnetiche irradiate dagli altri ele-

ı del sistema, oltre che da quelle provenienti da stazioni trasmittenti esterne. Tale protezione si ottiene facilmente con schermature metalliche, la cui azione è, anche in questo caso, dovuta alle correnti parassite, indotte nella massa dello schermo, che determinano un campo magnetico contrastante a quello dell'onda, e producono un assorbimento di energia.

Incontrando lo schermo, l'onda in parte si riflette ed in parte penetra nella massa del conduttore, attenuandosi, in funzione dello spessore di penetrazione, con legge esponenziale, e l'attenuazione risulta tanto più rapida quanto maggiori sono la frequenza dell'onda, la conduttività elettrica e la permeabilità magnetica del materiale. Nel campo delle radiofrequenze si ottiene di intercettare quasi interamente le onde di radiazione usando lamine metalliche, generalmente di rame, di spessore molto limitato (anche qualche decimo di millimetro) oppure reticolati a maglie fitte di fili metallici.

Ma se cogli schermi si riesce a proteggere completamente gli apparecchi dalle azioni perturbatrici delle onde elettromagnetiche, essi introducono nuove cause di errori, dovute alle forti capacità verso gli schermi ed alle correnti parassite indotte nella loro massa, i cui effetti crescono colla frequenza e sono difficilmente controllabili.

Per queste ragioni, nelle misure a frequenze molto elevate le schermature devono essere usate con grandi precauzioni. Il loro ufficio è generalmente limitato a proteggere il circuito dalle azioni esterne ed a rendere determinati e fissi gli accoppiamenti di capacità. L'eliminazione degli effetti di tali accoppiamenti si ottiene con opportuni accorgimenti di misura. Particolarmente indicati sono i metodi di sostituzione, nei quali all'elemento da misurare si sostituisce una impedenza variabile tarata, che si regola fino ad ottenere lo stesso effetto prodotto dall'impedenza incognita. La misura risulta così indipendente dalle caratteristiche del circuito, se si riesce a disporre le cose in modo che, nella sostituzione restino invariate le condizioni elettriche e geometriche del circuito stesso e quindi anche le reciproche influenze.

N. 3. MISURE DI ALTI ED ALTISSIMI VUOTI

Silvio Barletta

La tecnica degli alti vuoti è ormai strettamente connessa con la tecnica di fabbricazione di moltissimi apparecchi interessanti la elettrotecnica, come sono ad esempio i raddrizzatori a vapore di mercurio, i tubi oscillografici a raggi catodici, i tubi per televisione, le valvole termoioniche, le lampade a incandescenza, quelle a scarica nei gas neon, argon ecc quelle a scarica nei vapori di sodio, di mercurio, ecc. i tubi per raggi X, le cellule fotoelettriche, i ruttori a mercurio, ecc.

Parallelamente con lo sviluppo della tecnica del vuoto, si sono venuti sviluppando e perfezionando i sistemi e gli apparecchi di misura del vuoto stesso. Tali apparecchi dal campo del Laboratorio sperimentale, dove erano un tempo confinati gli esperimenti con gli altissimi vuoti, hanno dovuto passare nel campo dell'officine per controllare la fabbricazione industriale che vi si esegue, divenendo in tal modo veri e propri apparecchi industriali.

La Relazione passa in rassegna i principali sistemi di misura del vuoto e i corrispondenti apparecchi che li realizzano. La esposizione è preceduta da un breve cenno sull'unità di misura del vuoto che più frequentemente si adopera: il « millimetro di mercurio », cioè la pressione equivalente all'altezza di 1 mm di colonna torricelliana.

Gli apparecchi di misura del vuoto possono raggrupparsi in varie categorie.

Nei *vacuometri meccanici*, viene sfruttata, come è noto, la deformazione elastica di una cavità chiusa assoggettata all'interno o all'esterno alla pressione residua da misurare. La loro sensibilità assoluta non oltrepassa 1 mm di Hg e la loro precisione di misura è scarsa.

I *vacuometri torricelliani* sono basati nella lettura dell'altezza di una colonna di mercurio, il cui peso equilibra la pressione da misurare. Appartengono a tale categoria i tubi barometrici, semplici tubi immersi in una vaschetta di mercurio, in cui il mercurio sale fino ad un'altezza pari alla differenza tra la pressione atmosferica esterna e la pressione residua da misurare, nonchè i vacuometri ad U costituiti da un tubo di vetro ripieno ad U, chiuso ad un estremo e riempito di mercurio nel ramo chiuso. Sotto l'azione del vuoto il mercurio discende dal ramo pieno, lasciando dietro di sè il vuoto torricelliano, e la differenza di livello tra le due colonne di mercurio nei due rami dà direttamente il vuoto da misurare, in mm di Hg.

La sensibilità assoluta di tali apparecchi non va oltre il mm e la precisione è scarsa.

Nei *vacuometri a compressione* un volume determinato del gas residuo esistente nel recipiente sotto vuoto, vien compresso in un volume inferiore, che sta col primo in un determinato rapporto. La pressione del gas risulta aumentata nello stesso rapporto e si può facilmente misurare con l'altezza di una colonna di mercurio che vi fa equilibrio. Il più noto di tali vacuometri è il « Mac-Leod ». Con essi si può già misurare un vuoto di un centomillesimo di millimetro (10^{-5} mm Hg) con ottima precisione.

L'appunto più grave da farsi ai vacuometri a compressione è che essi misurano realmente soltanto la pressione *parziale* dei gas non condensabili. Se cioè esiste nel recipiente sotto vuoto, vapore di mercurio o vapore acqueo, o qualsiasi vapore di altra natura, esso rimarrà condensato durante la compressione del gas residuo quindi viene a sottrarsi al gas compresso la cui pressione si utilizza per la misura del vuoto.

Un apparecchio di grande semplicità è il *vacuoscopio di Gaede*, riunente in sè due parti distinte: un vacuometro ad U, che permette la misura di vuoti fino a 1 mm di Hg e un vacuometro a compressione, che permette la misura di vuoti fino a 0,01 mm Hg.

Nei *vacuometri elettrici a resistenza* l'indicazione del vuoto è data dalla variazione di resistenza di un filamento riscaldato, immerso nell'ambiente sotto vuoto. Tale variazione di resistenza si produce per effetto della variazione di temperatura del filamento, dovuta alla variazione di conducibilità termica dell'atmosfera che lo attornia, al variare del vuoto. Di tal tipo sono il Vacuometro Pirani, il Vacuometro di Hale, ecc. La loro sensibilità assoluta di misura, giunge a 10^{-4} mm Hg.

Un altro tipo di vacuometro elettrico è quello a *termocoppia*, in cui la diversa temperatura che assume un filamento riscaldato, al variare del vuoto, agisce sulla saldatura di una termocoppia, la cui f.e.m. si pone in relazione col vuoto da misurare.

I *vacuometri a ionizzazione* utilizzano i fenomeni di ionizzazione che intervengono in un triodo allorchè sono presenti molecole di gas. La corrente di griglia che in essi si stabilisce è proporzionale agli ioni positivi formati, cioè al numero delle molecole presenti, cioè alle pressione residua dell'ambiente sotto vuoto, con cui il triodo di misura è collegato. Appartiene a tal tipo di Vacuometro Leybold. La loro sensibilità di misura giunge a 10^{-6} mm Hg.

Nei *vacuometri molecolari* si sfruttano le proprietà possedute dalle molecole residue contenute nell'ambiente sotto vuoto. Il *vacuometro ad attrito* utilizza l'attrito che nasce tra un disco mantenuto in rotazione, le molecole presenti, e un controdisco affacciato al primo, e sospeso ad un filo di torsione. Il disco rotante trasmette a quello sospeso, per effetto del detto attrito, un momento di rotazione il quale è bilanciato dal momento di torsione del filo. L'angolo di cui si sposta il disco sospeso è proporzionale alla pressione residua. La sensibilità assoluta giunge fino a 10^{-7} mm Hg.

Il *vacuometro a smorzamento* utilizza l'attrito che incontra un filo di quarzo libero di oscillare nell'ambiente sotto vuoto. Lo smorzamento dell'oscillazione cioè il tempo necessario a che una qualsiasi oscillazione si riduca ad ampiezza metà, è legato alla pressione residua da una certa relazione. Il *vacuometro a radiazione* di Knudsen utilizza l'energia cinetica che acquistano le molecole del gas residuo venendo in contatto di una lamina riscaldata. Le molecole anzidette, respinte dalla lamina riscaldata, urtano contro una contro-lamina sospesa, e le imprimono una rotazione , controbilanciata dalla torsione del filo di sospensione. L'angolo di rotazione è proporzionale alla pressione residua. Con tale vacuometro possono farsi misure assolute di pressione, e il campo di misura giunge fino a 10^{-7} mm Hg. Il *vacuometro molecolare di Gaede* si presta ad eseguire misure di vuoto sia sfruttando l'attrito delle molecole presenti col determinare la smorzamento oppure il periodo delle oscillazioni di una sottile lamina sospesa nell'ambiente sotto vuoto, sia sfruttando la radiazione originata da due settori riscaldati posti intorno alla lamina, col misurarne l'angolo di rotazione che ne deriva. Il campo di misura di tale apparecchio giunge fino a 10^{-7} mm Hg. Con l'apparecchio è poi anche possibile misurare il peso molecolare del gas presente poichè lo smorzamento della lamina oscillante, oppure il periodo di oscillazione di essa, sono in relazione, oltre che con la pressione residua, anche con la radice quadrata del peso molecolare del gas.

N. 5. SULLA MISURA DELLE PRECIPITAZIONI NELL'ALTA MONTAGNA

Secondo Alfieri.

La conoscenza delle precipitazioni meteoriche nelle alte regioni disabitate od impraticabili per periodi di tempo non brevi, è non soltanto di grande importanza per la climatologia, ma è pure indi-

spensabile per stabilire il bilancio tra precipitazioni meteoriche e deflussi onde fondare su dati attendibili gli studi relativi allo sfruttamento degli alti corsi d'acqua. Il bisogno di conoscere quindi l'entità delle precipitazioni meteoriche nell'alta montagna, dove è impossibile l'impianto dei comuni apparecchi pluviometrici che richiedono giornalmente la presenza di un osservatore, ha condotto ad ideare un tipo di pluvionivometro, detto totalizzatore, della capacità sufficiente per contenere le precipitazioni di una intera annata, provvisto di accorgimenti per lo scioglimento della neve, per la protezione contro il congelamento e la evaporazione dell'acqua raccolta, nonchè contro l'azione del vento.

Questi totalizzatori, introdotti e modificati in Italia dal Prof. Giandotti, che per primo intraprese con essi lo studio delle precipitazioni nelle alte regioni delle nostre Alpi (1), sono essenzialmente formati da un corpo cilindrico in lamiera della sezione di 1/10 di m² sorretto da un cavalletto in ferro alto circa 3 m e raccordato



Fig. 1.

superiormente con la bocca ricevitrice della precipitazione avente la sezione di 1/40 di m²: un tronco di cono di lamiera (schermo Nipher) circonda ad una certa distanza la bocca per proteggerla dal vento (fig. 1).

Generalmente all'inizio del periodo invernale viene immessa nell'apparecchio una soluzione di cloruro di calcio (circa 15 kg di cloruro sciolto in una adeguata quantità di acqua in modo da avere una soluzione satura) allo scopo di sciogliere la neve che in esso cade e per evitare il congelamento dell'acqua raccolta; una quantità sufficiente di olio di vaselina (circa mezzo litro) copre interamente la superficie della soluzione per ridurre al minimo l'evaporazione. Le letture vengono compiute con un'asta millimetrata: poichè la sezione del corpo cilindrico dell'apparecchio (m² 0,10) è quattro volte superiore a quella della bocca (m² 0,025), ad ogni millimetro dell'asta corrispondono quattro millimetri di altezza di precipitazione.

Gli appunti più gravi che si fanno al funzionamento di questi apparecchi riguardano principalmente la ostruzione della bocca ricevitrice provocata da speciali nevicate, il congelamento della miscela e l'accumulo nel cilindro collettore delle nevi di tormenta. Però da numerose ispezioni invernali, effettuate ai totalizzatori impiantati nelle Alpi Occidentali, è risultato che i detti inconvenienti non sono frequenti ed in gran parte riescono eliminabili con una adeguata dosatura di cloruro di calcio, ed una appropriata ubicazione dell'apparecchio.

A cura del Servizio Idrografico sono state effettuate in Italia ricerche intese a stabilire fino a qual punto le precipitazioni misurate con i totalizzatori sono confrontabili, a parità di ogni altra condizione, con quelle fornite dai pluviometri comuni che costituiscono la grande maggioranza degli apparecchi in funzione: a tale scopo è stato istituito un certo numero di stazioni di confronto, munite

(1) M. Giandotti: « Sulla ricerca delle precipitazioni nell'alta montagna e sul funzionamento dei pluvionivometri totalizzatori nell'Alto bacino del Po ». - Parma 1918.

cioè di totalizzatore e di pluviometro a lettura giornaliera. Dai risultati di tali ricerche sembra che nella catena appenninica la quantità media annua della precipitazione raccolta dai totalizzatori sia all'incirca dell'11 % inferiore a quella raccolta dai rispettivi apparecchi pluviometrici; nella catena alpina sembra invece che i totalizzatori segnino una precipiazione annua superiore in media di circa il 12 % di quella raccolta dai pluviometri. Di più nella regione alpina i totalizzatori, nel semestre novembre-aprile corrispondente al periodo prevalentemente nevoso, segnano una precipitazione nettamente superiore a quella dei pluviometri normali; nel semestre prevalentemente piovoso maggio-ottobre segnano invece una precipitazione lievemente inferiore. Le ragioni di tali fenomeni debbono ricercarsi quasi certamente nella frequenza e violenza dei venti e nella conseguente azione dello schermo che crea un'atmosfera di calma relativa intorno alla bocca ricevente dei totalizzatori: poichè nel periodo novembre-aprile le correnti aeree sono frequenti, il totalizzatore raccoglie una quantità di neve maggiore di quella raccolta dall'apparecchio di confronto; nell'altro semestre maggio-ottobre essendo meno violenti le correnti aeree, l'azione dello schermo è limitata mentre invece le maggiori temperature favorirebbero nel totalizzatore più che nell'apparecchio di confronto, le evaporazioni. Questa sembra essere anche la ragione per cui nelle zone appenniniche a quote più basse, meno soggette all'azione del vento e con temperature più elevate di quelle alpine, i totalizzatori segnano precipitazioni inferiori a quelle segnate dai comuni pluviometri.

Certo è che i totalizzatori impiantati con le dovute accortezze rappresentano quanto di meglio si possa attualmente avere per la misura delle precipitazioni meteoriche nell'alta montagna; i valori ricavati con questi apparecchi nelle zone alpine sono in generale più attendibili di quelli forniti dai normali pluviometri, e riescono in ogni caso sufficientemente esatti per le pratiche applicazioni.

N. 6.

METODI DI MISURA DELLE VIBRAZIONI SU LINEE ELETTRICHE

G. Dassetto

L'esistenza delle vibrazioni su linee elettriche è conosciuta da lungo tempo. Soltanto in questi ultimi anni soprattutto dopo alcuni incidenti di esercizio provocati da rotture parziali o totali dei conduttori, l'attenzione si è acuita sul problema, che interessa ogni tipo di conduttore e ogni materiale (rame, bronzo, acciaio, alluminio, ecc.).

Dai mezzi più primitivi per constatare l'esistenza di questi fenomeni si è passati a metodi sempre più esatti e complessi per lo studio del fenomeno stesso. Questi sistemi in un primo tempo solo adatti per laboratorio e per linee fuori esercizio, sono giunti ora a tal perfezione da permettere continuate misure di grande precisione su linee sotto tensione.

Esposte le varie cause con concorrono alla formazione delle vibrazioni e delle quali bisogna tener conto nell'esame delle misure di queste, dopo una rapida scorsa sui sistemi adottati vengono descritti in particolare il registratore, conosciuto sotto il nome di recorder, ed un contatore della Ditta Jaquet, che somma nel tempo il numero delle vibrazioni, cui è sottoposto un conduttore, dall'ampiezza maggiore a + 0,7 mm e dalla frequenza fra 4 e 50 per/s. Il vantaggio principale di questo strumento, che può fornire utilissime indicazioni sul comportamento di un dato materiale e sulla bontà o meno di un tracciato, è quello di essere completamente indipendente, a montaggio avvenuto, da qualsiasi ulteriore manipolazione, dato che la lettura viene effettuata da terra, mediante binoccolo. Questo contatore è soprattutto di grande utilità per le linee che non possono mai esser poste fuori servizio e per località poco accessibili.

Tutte queste varie apparecchiature oltre lo studio delle vibrazioni hanno pure servito ad esaminare l'effettivo comportamento dei vari sistemi antivibranti. Da questo esame è risultato che gli apparecchi ammortizzatori (1) non corrispondono allo scopo e sono quindi da scartare. Hanno invece dato buoni risultati gli apparecchi smorzatori, fra cui vanno ricordati lo Stockbridge, quello a leva (VAW) e quello, nuovissimo, a peso molleggiato.

Lo smorzatore a peso molleggiato si basa su un principio completamente nuovo e più che all'urto la sua efficacia è dovuta alla variazione della massa in movimento, a seconda del movimento

(1) G. Dassetto: « Sui conduttori di alluminio » - Rendiconti della XXXVIII Riunione Annuale dell'A.E.I. a Sorrento, 1933, pag. 111.

ascendente o discendente del conduttore, fenomeno che impedisce la formazione delle vibrazioni, dato che la nota eguaglianza fra frequenza propria e del conduttore e quella dovuta ai vortici d'aria non è più raggiungibile.

Infine, quale soluzione radicale del problema delle vibrazioni è indicato il conduttore antivibrante, che ha il pregio di riunire in sè le proprietà di un corda bimetallica aldrey/acciaio o alluminio/acciaio, esaltando anzi le qualità meccaniche dell'acciaio, e quelle di un perfetto smorzatore.

N. 7.

L'EVAPORAZIONE DAGLI SPECCHI LIQUIDI - METODI DI MISURA E DI VALUTAZIONE - RISULTATI SPERIMENTALI

MARCO VISENTINI.

La misura della evaporazione dagli specchi liquidi si può effettuare, o direttamente per differenza fra l'afflusso al serbatoio ed il deflusso, o indirettamente dalle indicazioni di appositi apparecchi.

Nel primo metodo però la evaporazione reale può essere mascherata da altre perdite e perciò esso non è sempre applicabile.

Nel secondo metodo, le misure fatte in apposite vasche galleggianti od a terra possono riuscire attendibili purchè effettuate con opportune cautele. Recenti studi fatti dalla Commissione speciale per le irrigazioni della « American Society of Civil Engineers » raccogliendo i dati relativi a 171 fra laghi naturali ed artificiali farebbero ritenere preferibile il tipo di vasca sopra terra a cagione della maggiore sicurezza e facilità delle osservazioni.

Il coefficiente di riduzione per ottenere dai dati rilevati nelle vasche od evaporimetri quelli relativi ad uno specchio d'acqua sarebbe di 0.70, 0.78 e 0.80 rispettivamente per la vasca sopra terra, per quella affondata nel terreno e per quella galleggiante sull'acqua.

Dai numerosi dati pubblicati dalla predetta Commissione si è ricavato un valore medio generale della evaporazione annua di millimetri 1169, con un minimo di mm 501 ed un massimo di mm 2020.

Si sono pure ricavate le seguenti relazioni fra l'evaporazione annua E espressa in mm e la temperatura media T espressa in centigradi, relazione alle quali si può attribuire un sufficiente grado di approssimazione:

$E = 75\ T^{\circ}$ per altitudini fra 0 e 200 metri sul mare
$E = 90\ T^{\circ}$ » » fra 201 e 500 » » »
$E = 90\ T^{\circ} + 300$ » oltre 500 » » »

L'Ufficio Idrografico del Po ha impiantato nel maggio 1934 una stazione evaporimetrica, corredata di apparecchi meteorologici, al serbatoio di Molato sul Tidone (prov. di Piacenza, altitudine m 350).

La stazione comprende una vasca galleggiante ed una sopra terra, del tipo Bindemann. La stazione ha funzionato sinora regolarmente, salvo qualche interruzione dovuta a cause di forza maggiore, e specialmente i dati della vasca galleggiante, posta nel mezzo del serbatoio, appaiono attendibili. Le osservazioni fatte in quest'ultima per dodici mesi continui dall'inizio del funzionamento hanno dato un totale di evaporazione di mm 1083.7.

Nello stesso periodo la precipitazione fu di mm 967 e la media delle temperature di centigradi 9.9. L'evaporazione misurata corrisponderebbe, col coefficiente 0.80, ad una evaporazione reale di millimetri 867, pari ad una perdita annua dal serbatoio di mc 736 950 e ad una portata continua di litri/sec 23. Questo valore corrisponde bene con quello che si ottiene dall'applicazione della formola $E = 90\ T^{\circ}$ esposta più sopra.

Siccome la relazione fra evaporazione e temperatura dell'aria, abbastanza approssimata per il periodo annuale, non dà risultati attendibili per periodi più brevi, si è cercata una relazione fra l'evaporazione e la temperatura superficiale dell'acqua poichè questo elemento è apparso atto a rappresentare con buona approssimazione il complesso dei fattori influenti. Con l'elaborazione delle numerosissime misure effettuate si è ricavata la formula:

$$e = 0.0037\ t^2 + 0.154\ t$$

nella quale e è l'evaporazione, in millimetri, nel periodo di 24 ore e t la temperatura media superficiale dell'acqua, in centigradi, per lo stesso periodo.

Utilizzando questa relazione, che si può ritenere praticamente attendibile per le nostre regioni, sarà possibile valutare la misura della evaporazione di uno specchio d'acqua col solo rilevamento della temperatura superficiale dell'acqua, operazione molto semplice e di facile attuazione.

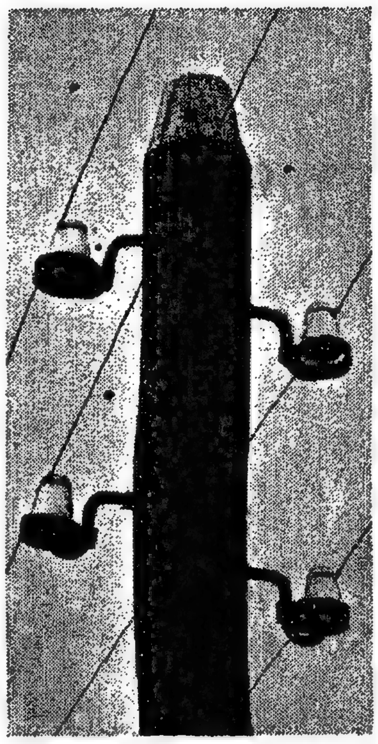
LETTERE ALLA REDAZIONE

Gli isolatori e i frombolieri.

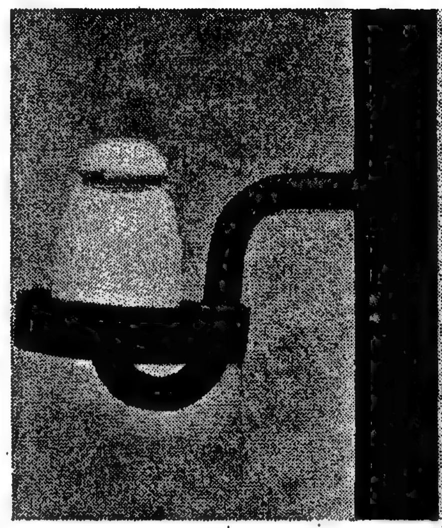
Riceviamo:

Signor Direttore,

Con riferimento alla lettera che Ella ha recentemente pubblicato (L'Elettrotecnica, n. 12, pag. 447) *un cortese Collega mi ha ricordato, come curiosità degna di menzione, che nell'Emilia (ove il male la-*

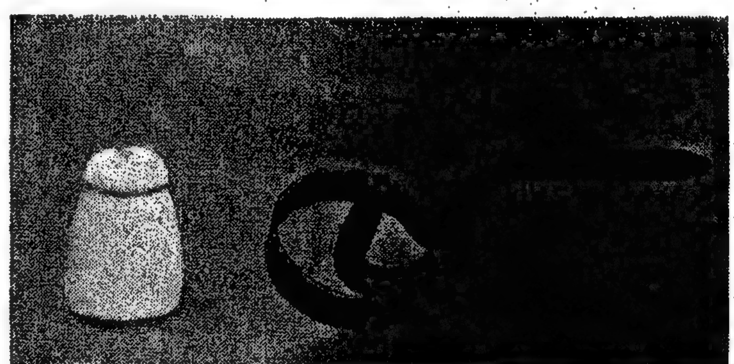


Linea con isolatori « corazzati ».



Isolatore con anello di protezione.

mentato era un tempo assai diffuso) gli isolatori telefonici venivano « corazzati ». Isolatori a prova di sasso! Le illustrazioni chiariscono assai bene il semplice dispositivo (anello di ferro, coassiale coll'iso-



Il dispositivo di protezione per l'isolatore.

latore, sostenuto dal gancio o dal perno porta isolatore). L'anello protegge efficacemente il bordo inferiore della porcellana, cioè la parte più fragile dell'isolatore.

Alcuni isolatori così equipaggiati sono ancora in servizio.

Ing. KHA.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

L'adozione del sistema Giorgi da parte della Commissione Elettrotecnica Internazionale. — Riproduciamo testualmente, traducendolo dal testo inglese, il comunicato preparato per i giornali tecnici dal Prof. Kennelly circa le deliberazioni prese dalla C.E.I. nella recente riunione all'Aia e a Bruxelles (giugno 1935) riguardo alle unità elettriche.

« Fino ad oggi (giugno 1935) la scienza ha impiegato il sistema C.G.S. di unità fisiche. Le unità elettriche sono state stabilite nel quadro di tale sistema secondo gli schemi, elettrostatico ed elettromagnetico, di Maxwell. In molto pubblicazioni si è anche fatto uso di unità che si discostano in qualche modo dal sistema C.G.S. classico.

« I Congressi elettrotecnici internazionali, compresa la C.E.I. hanno adottato, a varie date a partire dal 1881, unità elettriche così dette pratiche: ohm, volt, ampere, farad, coulomb, henry, joule watt e weber; esse non formavano un sistema indipendente ma erano tutte stabilite e definite sulla base delle unità elettromagnetiche C.G.S. mediante fattori numerici (rispettivamene: 10^9, 10^8, 10^{-1}, 10^9, 10^{-1}, 10^9, 10^7, 10^7 e 10^8).

« In seguito alle deliberazioni prese dalla C.E.I. nella recente riunione, tutte queste unità pratiche, senza essere punto alterate, vengono a collegarsi in un nuovo sistema, coerente e assoluto, basato sulle proposte che il Prof. Giorgi per primo pubblicò nel 1901. Questo sistema è noto sotto il nome di sistema Giorgi M K S (metro, chilogrammo massa, secondo). In esso le unità pratiche sopra ricordate risultano elementi costitutivi essenziali, tali da non richiedere fattori di conversione, cosicchè gli studenti non avranno più bisogno di imparare e ricordare i fattori numerici di conversione surricordati.

« Il Sistema Giorgi:

1°) è composto essenzialmente di unità già praticamente in uso,

2°) evita la necessità di formule di dimensioni complicate con esponenti frazionari,

3°) riconosce la necessità di una quarta unità fondamentale, da scegliere fra le unità elettriche pratiche esistenti,

4°) lascia indisturbati il sistema C. G. S. e tutti i sistemi usati dai fisici; tutti possono essere esposti in modo semplice mediante le unità del nuovo sistema,

5°) permette l'uso di formule « razionalizzate » o « non razionalizzate ».

« Per ora la C.E.I. ha sospeso ogni deliberazione sulla questione della « razionalizzazione », lasciando i singoli autori liberi di servirsi delle formule che preferiscono.

« In relazione alla decisione suddetta, circa l'adozione del Sistema Giorgi, furono messe in evidenza, a guisa di esempio, tre unità derivate. Esse sono:

a) l'unità di gradiente elettrico: il volt per metro;

b) l'unità di densità di flusso magnetico: il weber per metro quadro;

c) l'unità di energia spaziale: il joule per metro cubo.

« La riunione della C. E. I. ha deliberato di convalidare la convenzione stabilita ad Oslo nel 1930, che la permeabilità del vuoto, u_0 sia ritenuta, nelle formule magnetiche, una quantità fisica e non un numero puro. Questo concetto è parte fondamentale del Sistema Giorgi.

« È stato deciso dalla C. E. I. che il sistema sia chiamato « Sistema Giorgi ».

* *

E' aperto il Concorso a 4 posti di funzionario dell'Ente Nazionale di Propaganda per la Prevenzione degli Infortuni, di cui 3 riservati a laureati in ingegneria industriale, ed 1 riservato ad un laureato in scienze economiche e commerciali. Il concorso è per esame e per titoli.

La assunzione avrà luogo per la durata di un anno, periodo nel quale i vincitori dovranno essere addestrati all'esercizio di assistenza e di prevenzione antiinfortunistica nelle aziende industriali. Ove, al termine del periodo medesimo, a giudizio insindacabile della Direzione dell'Ente, ciascun vincitore dimostri le qualità necessarie per l'adempimento dei compiti previsti, sarà deliberata la sua assunzione definitiva in servizio, in base alle norme in vigore per il personale dell'Ente.

Ciascun concorrente dovrà presentare entro il giorno 31 agosto 1935 i documenti di rito.

Il limite di età è stabilito in anni 30, salvo le maggiorazioni di anzianità fissate dalle disposizioni in vigore per la assunzione in servizio del personale presso gli Enti pubblici o parastatali.

Il trattamento di cui godranno i vincitori del Concorso sarà di L. 1500 mensili, al lordo della ritenuta di R. M.

La domanda ed i documenti di cui al N. 3, dovranno essere presentati alla Direzione dell'Ente Nazionale di Propaganda per la Prevenzione degli Infortuni - Via Marina, 5 - Milano (2/28).

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

Ministero delle Comunicazioni - Azienda di Stato per i Servizi Telefonici. — Relazione per l'anno finanziario 1933-34. — Un volume 23×32 cm, di 134 pag., con alcune figure.

Atti della Società d'Incoraggiamento d'arti e mestieri in Milano, 1934. — Un volume 16,6×23,6 cm, di 87 pagine.

Ueber Nickel - Kupfer - Chrom - Gusseisen. - Frankfurt - A. Main, Liebigstrasse, 16. — Un vol. 21×29,5, di 10 pag. con 7 figure.

Nickel. — The Physical properties of nickel-iron - The Bureau of information of nickel Co. Ltd., London, S. W. 1. — Un volume 17,5×24,7 cm, di 20 pag., con 17 figure.

Dott. Ing. Aldo Mazza. — *Utilizzazione dell'aria liquida.* - Estratto dall'« Industria Mineraria », di 7 pagine.

Giulio Alliata. — Unzulänglichkeiten und Irrthümer der Physik. - Leipzig, 1914. — Un vol. 16,2×23 cm, di 99 pag. con 8 figure.

Il rame. — Società Metallurgica Italiana. — Un volume 15×21 cm, di 190 pagine con 75 figure.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Connessioni elettriche per rotaie a treccia, e spine elastiche tipo « Montanari ».

La buona continuità elettrica delle rotaie ha, come è ben noto, essenziale importanza negli impianti di trazione elettrica, specialmente a corrente continua, per ridurre al minimo l'abbassamento della tensione sulla linea di contatto e le correnti così dette vaganti che danneggiano le condutture sotterranee per acqua, gas luce, telefoni, ecc.

I tipi più generalmente usati finora sono due: quello a blocchetti di ferro saldati alle rotaie e quello a blocchetti di rame

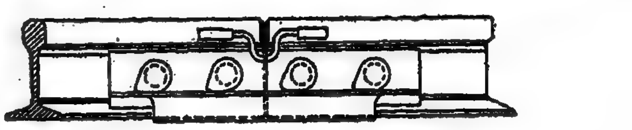


Fig. 1.

forati e compressi nei fori delle rotaie con una spina di acciaio introdotta nel vano del blocchetto e battuta a forza.

Le FF. SS. hanno finora adottato questo secondo sistema, tra rotaia e stecca, con conduttore a pacco di lamelle di rame costituito da n. 16 lamelle dello spessore di mm 0,5 e della larghezza di mm 12.

Il primo sistema è pregiudizievole alle rotaie per causa delle saldature ed è molto gravoso pei ricambi richiedendo, per ogni ri-

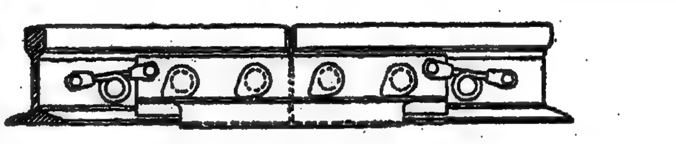


Fig. 2.

cambio, il trasporto in linea del macchinario occorrente per la esecuzione delle saldature.

Il secondo sistema non assicura sempre un perfetto contatto elettrico ed è soggetto col tempo e colle vibrazioni del passaggio dei treni a fuoruscita delle teste oltrechè alla ossidazione e graduale rottura delle numerose sottili lamelle del conduttore, accrescendo sensibilmente la resistenza della connessione.

Il nuovo giunto a treccia e spine elastiche di rame assicura e mantiene la perfetta aderenza sia del conduttore, alla spina resa

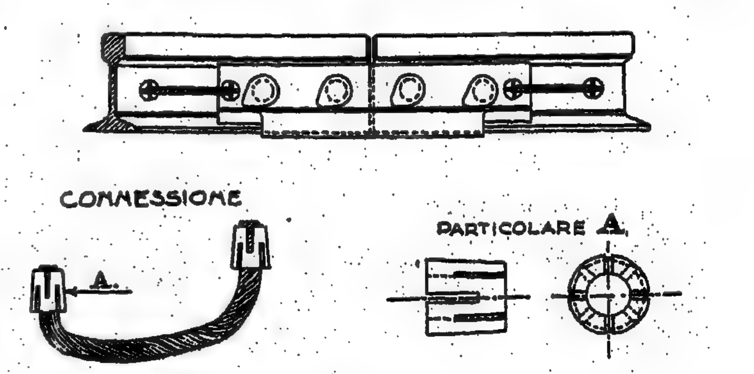


Fig. 3.

elastica dai tagli alternati nel senso delle generatrici, sia dalla spina alla rotaia perchè la spina stessa — di adatta inclinazione — assume la forma cilindrica a mano a mano che entra nel foro della rotaia abbracciando e stringendo il conduttore. Numerose misure di resistenza di queste nuove connessioni, fatte dopo circa un anno dalla loro messa in opera, hanno dato risultati inferiori a 100 microohm, sensibilmente eguali a quelli iniziali e contenuti nei limiti prescritti.

Dette connessioni a guisa di cavallotto tra rotaia e rotaia sono state impiegate anche sulla direttissima Bologna-Firenze ed hanno pienamente corrisposto.

A parità di sezione del conduttore hanno il minor peso e rispetto agli altri tipi conosciuti hanno il pregio di potersi in gran parte reimpiegare una volta tolte d'opera per cambi delle rotaie o delle ganasce.

Sullo stesso principio d'innesto a spina elastica si fanno connessioni per applicazione sotto le ganasce delle rotaie, particolarmente adatte per tramvie, impiegate sul nuovo tronco Livorno-Calambrone della tramvia elettrica Livorno-Marina di Pisa.

Le spine elastiche tipo Montanari si prestano anche in altri casi come morsetti senza viti e senza saldatura, ed es. per prese di terra e collegamenti trasversali delle rotaie, in luogo di dispositivi precedentemente usati, ingombranti e costosi.

Vengono pure adottate, di dimensioni ridotte (diametro medio mm 7) per circuiti di binario negli impianti di blocco con conduttori in filo di ferro zincato da mm 4 o con cordicella di rame.

SUNTI E SOMMARI (*)

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

R. EDLER — **Bobine di elettromagneti.** (El. Bahnen, N. 10, ottobre 1934, pag. 229-231, con 1 fig.). **3 b**

A chiarimento di un suo metodo di calcolo degli elettromagneti (cfr. *L'Elettrotecnica* del 10 marzo 1935), l'A. espone due esempi numerici, ammettendo che siano noti rispettivamente le amperspire e la corrente e le amperspire e la tensione. I risultati del calcolo sono discussi e riassunti in tre tabelle. Un diagramma in coordinate logaritmiche facilita il procedimento di calcolo.

V. D. Ma.

E. KRONAUER — **Dispositivi di reinserzione automatica per interruttori.** (Revue B. B., N. 11, novembre 1934, pag. 191-194, con 5 fig.). **3 b**

I dispositivi descritti hanno lo scopo di chiudere gli interruttori scattati in seguito a sovracarico ed a corto circuito, senza l'intervento del personale se la perturbazione non ha carattere permanente. Essi sono essenzialmente di due tipi: i primi, utilizzabili soltanto per interruttori con comando a motore, effettuano un numero determinato di reinserzioni ad intervalli di tempo pure predeterminati; gli altri, utilizzabili per qualsiasi interruttore a comando elettrico — a motore o ad elettromagnete — permettono un numero di reinserzioni regolabile a volontà, ad intervalli pure regolabili. A parte i dettagli costruttivi ed i collegamenti, nei due casi l'organo di inserzione propriamente detto non differisce sostanzialmente. Esso si compone di un tamburo ruotante di materiale isolante, sulla periferia del quale sono montati diversi contatti, e di un servomotore elettrico ad indotto oscillante. Il tutto è posto entro una carcassa in ghisa e protetto contro la polvere e contro eventuali contatti accidentali da un coperchio facilmente smontabile. I dispositivi sono stati impiegati su vasta scala specialmente nelle cabine di trasformazione. Essi hanno dimostrato di permettere una fornitura più regolare di energia agli utenti, di realizzare un risparmio di energia e di personale e di ridurre le spese di manutenzione.

V. D. Ma.

APPLICAZIONI TERMICHE.

A. RITTERSHAUSSEN — **Diminuzione degli investimenti in società elettriche che favoriscono l'introduzione degli scalda-acqua ad accumulazione.** (E. T. Z., N. 37 del 13 settembre 1934, pag. 905-906). **5 d**

Come è noto, coll'installazione di scalda-acqua ad azione rapida con elementi riscaldanti, che assorbono notevole potenza, si ha una punta notevole in certe ore nel consumo di energia elettrica: se queste punte superano il valore del diagramma medio di carico, le Società esercenti devono installare per farvi fronte macchinari generatori e di trasformazione che sono poi scarsamente utilizzati con notevole impiego di capitale limitatamente rimunerato. Se invece si installano scalda-acqua ad accumulazione che assorbono energia notturna, non si hanno punte nel diagramma di carico e l'impiego di capitale per questo servizio si riduce al 5 % di quello che sarebbe necessario per assicurare il riscaldamento dell'acqua con apparecchi rapidi non ad accumulazione.

Tt.

L. NAWO — **Dipendenza della resistenza elettrica dalla temperatura in elementi riscaldanti al carburo di silicio.** (E. T. Z., N. 37, del 13 settembre 1934, pag. 904-905). **5 a**

Gli elementi riscaldanti al carburo di silicio vengono impiegati per temperature da 700° a 1400°; si trovano in commercio in Germania sotto i nomi di «Silit», «Quarzilit» e «Globar»: essi presentano il vantaggio che la loro resistività può essere opportunamente variata di guisa che si possono facilmente adattare alle diverse tensioni. La prova della dipendenza della resistenza elettrica dalla temperatura è stata fatta all'aria aperta con coppie termoelettriche per temperatura fino a 800° e con pirometro ottico oltre tale temperatura. Si è trovato che la resistenza aumenta regolarmente fino a circa 700° e poi in un tipo resta costante, in un altro subisce variazioni irregolari fino a 1300°. Ciò sembra dovuto alla diversa cristallizzazione del materiale.

Tt.

(*) Per i titoli delle riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

APPLICAZIONI VARIE.

G. ROCHAT — **Un nuovo silos per cereali nel porto di Rosario.** (Revue B. B., N. 11, novembre 1934, pag. 201-202, con 1 fig.). **6 c**

La descrizione riflette un esempio interessante di equipaggiamento elettrico per simili impianti. I motori installati assicurano il funzionamento regolare degli impianti di carico, trasporto e scarico. I cinque nastri trasportatori di carico lungo le calate sono comandati da motori a corrente continua a 440 V; tutti gli altri nastri trasportatori e gli elevatori a noria sono azionati da motori asincroni trifasi a 500 V, 50 Hz. I motori ausiliari e l'impianto di illuminazione sono alimentati da una rete trifase a 220 V, 50 Hz. Il comando a distanza dei motori è realizzato mediante contattori e pulsanti. Gli organi di manovra sono montati sul quadro; i contattori ed i relais di protezione dei motori sono sistemati sopra un telaio in ferri profilati. La messa in marcia dei motori viene effettuata unicamente dal quadro; l'arresto può essere provocato da diversi punti ripartiti lungo il percorso dei nastri e degli elevatori. È notevole lo schema di interconnessione dei diversi motori che provoca automaticamente, in caso d'arresto di un motore, l'arresto simultaneo di tutti gli altri motori che lo precedono nel sistema. Un pannello porta lo schema luminoso dell'impianto e permette di seguirne le diverse fasi del funzionamento.

V. D. Ma.

La precipitazione elettrostatica delle polveri e dei fumi. (La Tech. Mod., 15 marzo 1935, pag. 217-218, con 3 fig.). **6 c**

Diversi sono i sistemi in uso, ma tutti sboccano in un apparecchio precipitatore, o «elettro-filtro», nel quale si è cercato con diverse soluzioni di aumentare il rendimento in servizio, elevando il più possibile la potenza di ionizzazione e cercando di sottrarre le polveri già precipitate, all'azione di correnti gassose che potrebbero metterle in circolazione. Diverse istallazioni poi comportano dispositivi di captazione elettromeccanica od elettromagnetica per facilitare appunto la caduta delle polveri. La nota considera alcuni elettro-filtri con cellule ad elementi ondulati ed elettrodi di ionizzazione a spigoli vivi, multipli; sistemi a griglie che permettono di depositare le polveri in una zona prestabilita della corrente ed in un campo elettrostatico a debole intensità, ecc. In genere per tutti viene impiegata corrente raddrizzata ad alta tensione. In alcuni casi si sono raggiunti rendimenti superiori al 90 % con captazione di volveri tenuissime, fino ad 1 μ, con perdite di carico di qualche mm di colonna d'acqua, consumo di energia minimo. Le figure illustrano qualche recente istallazione. Tali metodi trovano sopratutto impiego nelle centrali elettriche, e poi nelle industrie cementizie; nei posti di polverizzazione del carbone; negli opifici che trattano acido colforico, per la precipitazione dell'arsenico e del selenio; nelle industrie di acidi minerali ed in qualche stabilimento elettrometallurgico. Viene poi dettagliatamente specificato quanto è stato realizzato in un caso concreto.

E. R.

CONDUTTURE.

G. KESSLER — **I progressi realizzati nella fabbricazione dei cavi elettrici durante questi ultimi anni.** (La Tech. Mod., 15 marzo 1935, pagine 203-210, con 18 fig.). **9 d**

La trattazione riflette essenzialmente lo sviluppo di cavi ad altissima tensione, e l'esame dei fili e cavi isolati in gomma, al minio, ecc. Nei primi un tipo che prevale, e che si evolve sempre di più, è il cavo ad olio fluido, sistema Pirelli; diverse illustrazioni mettono in evidenza alcuni tipi esistenti in servizio. Si hanno poi i cavi sotto pressione sistema Hochstadter, mediante il quale il cavo viene sottoposto a pressione in modo da evitare formazione di vuoti, e da mantenere le bolle d'aria eventualmente occluse sotto pressione tale che non possa esservi ionizzazione. Anche per questo sono escogitati diversi tipi; un particolare molto importante è dato dalle giunzioni dei tubi metallici, entro i quali il cavo è situato. Nel campo dei fili e cavi isolati in gomma si sono fatti notevoli progressi sopratutto per lo sviluppo dell'industria della gomma, dove sono state istituite prove sistematiche per la misura della resistenza alle diverse sollecitazioni che possono prodursi in servizio. Si è anzi pervenuti ad una normalizzazione nella fabbricazione di tali tipi di fili, compresi quelli per elevate tensioni, che conta numerosi esempi di pratica realizzazione. Un cenno segue sui fili e cavi isolati al minio, su quelli verniciati, e sui tipi a trecce, pure verniciati: questi cavi sono del pari impiegati per il riscaldamento del sottosuolo. Un richiamo è pure fatto sui cavi telefonici.

E. R.

K. S. WYATT, E. W. SPRING — **Un criterio per giudicare della qualità di un cavo.** (Elec. Eng., aprile 1935, pag. 417-421, con 7 fig.). **9 d**

È ormai uso generale quello di verificare le eventuali variazioni del valore dell'isolamento nei diversi punti di un cavo ma tale verifica viene fatta di solito in senso longitudinale cioè seguendo la lunghezza del cavo. Recentemente durante ricerche eseguite per determinare le cause del deterioramento di cavi per alte tensioni è stata messa in evidenza la importanza di verificare la uniformità

dell'isolamento in senso radiale portendo dalla superficie del conduttore fino al rivestimento esterno del cavo. Le ricerche dimostrarono che soltanto cavi costruiti colle più attente cure si approssimano alla uniformità in senso radiale. L'esame va fatto separando i diversi strati di carta isolante che costituiscono l'isolamento del cavo e misurando per ciascun strato il fattore di potenza e il grado di ossidazione dell'olio impregnante estratto dallo strato stesso. Per queste misure è stata elaborata una tecnica speciale a cui viene fatto cenno. Portando in un diagramma i valori ottenuti, prendendo come ascisse le distanze radiali dal conduttore si ottengono delle curve foggiate ad U tanto più accentuate quanto meno uniforme è l'isolamento in senso radiale. Il confronto delle curve del fattore di potenza e di quelle dell'ossidazione dell'impregnante indica che quest'ultimo fenomeno è la causa dell'elevarsi del fattore di potenza nei pressi del conduttore interno e del rivestimento esterno. Sono riportate alcune di queste curve ottenute su cavi di diversa provenienza ed è fatto cenno circa le probabili cause del fenomeno della disuniformità radiale. Il tracciamento sperimentale di queste curve può essere assai utile pel costruttore di cavi per poter giudicare della bontà del suo prodotto e per guidarsi negli accorgimenti per migliorarlo: il perfezionamento è indicato dell'appiattirsi della curva ad U che, per un cavo veramente uniforme, dovrebbe tramutarsi in una retta parallela all'asse delle ascisse. La disuniformità radiale tende ad accentuarsi coll'invecchiare del cavo. In un cavo nuovo, una curva ad U molto accentuata rivela indubbiamente metodi di fabbricazione non accurati, o impiego di materiali scadenti, o comunque un prodotto scadente; il tracciamento di tali curve può quindi essere assunto come un metodo di riconoscimento di un «indice di qualità» pei cavi a isolamento in carta. *N.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

A. Leuthold — **Raddrizzatore ad alta tensione e dispositivi di protezione per le stazioni radiotrasmittenti.** (Revue B. B., N. 12, dicembre 1934, pag. 218-222, con 5 fig.). **10 c**

Il raddrizzatore a vapore di mercurio in cassa metallica va sostituendo inesorabilmente gli altri generatori di alta tensione anodica nelle stazioni radiotrasmittenti di grande potenza. Rispetto ai gruppi convertitori rotanti ed ai tubi a vuoto elevato, esso presenta vantaggi notevoli nei riguardi del rendimento, della possibilità di sovraccarico, della insensibilità ai corti circuiti e della durata. L'adozione delle griglie polarizzate conferisce a tale macchina una sicurezza di funzionamento ed una elasticità che non trovano confronto con le caratteristiche degli altri convertitori. Le griglie comandate permettono la realizzazione delle seguenti condizioni di funzionamento: interruzione ultrarapida dei corti circuiti esterni e delle accensioni di ritorno e reinserzione automatica dopo la eliminazione della perturbazione; regolazione graduale della tensione senza intervento sul trasformatore o sulla rete di alimentazione; ristabilimento progressivo ed automatico della tensione continua dopo le interruzioni di servizio di breve durata; protezione delle valvole dell'amplificatore finale di potenza contro i corti circuiti. Dispositivi diversi, frutto dell'esperienza di parecchi anni, permettono di soddisfare a queste funzioni compatibilmente con le condizioni, generalmente molto severe, imposte dall'esercizio degli impianti radiotrasmittenti. Una serie di oscillogrammi illustra il processo di estinzione dei corti circuiti e di regolazione coi raddrizzatori ad alta tensione Brown Boveri. *V. D. Ma.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

H. Gönningen — **Il condensatore in carta per impianti industriali.** (E. T. Z., N. 42, del 18 ottobre 1934, pag. 1021-1024, con 10 fig.). **11 f**

L'A. descrive la costruzione dei condensatori in carta per impianti forza: le maggiori cure sono rivolte alla carta impiegata che, prima di essere impregnata, viene essiccata portandola fino a 140° e poi posta in autoclave ove si fa il vuoto, per sei ore. Si è constatato che durante l'esercizio la sostanza impregnante ha tendenza a decomporsi e questo può dar luogo a sviluppo d'idrogeno. Vengono dati nell'articolo i valori delle tensioni che non devono essere superati in base allo spessore della carta, per non compromettere la durata del condensatore. La resistenza d'isolamento di questi condensatori può raggiungere 45.000 megaohm per microfarad. Circa le qualità di carta, sono preferibili quelle a superficie rugosa, perchè quelle lisce si lasciano disidratare meno facilmente. Questi condensatori in carta, rispetto a quelli a mica, hanno una maggior resistenza di isolamento e perciò vengono specialmente impiegati per le correnti forti. *Tt.*

H. C. Riepka — **Progressi nella costruzione di resistenze fisse e regolabili di valore elevato per radio.** (E. T. Z., N. 44, del 1° novembre 1935, pag. 1073-1075, con 5 fig.). **11 v**

Ogni apparecchio radioricevente contiene almeno una decina di resistenze fisse e regolabili di valore elevato: è perciò necessario garantire anche a questi elementi rigorose caratteristiche di funzionamento per non compromettere il risultato dell'apparecchio Così oggi si giunge a costruire elevate resistenze poco ingombranti, scevre di ronzio, di valore rigorosamente costante: in relazione alla costruzione di tali resistenze sono stati sviluppati anche nuovi sistemi di misura, sufficienti per il controllo di una produzione in serie. Anche nel campo delle resistenze regolabili si sono fatti notevoli progressi: diversi tipi realizzati industrialmente sono descritti; nell'articolo è fatto cenno anche di resistenze studiate per le onde corte e per la televisione. Da un paragone fra lo sviluppo della costruzione delle resistenze in Europa e in America si possono rilevare notevoli corrispondenze collo sviluppo della fabbricazione delle valvole nei due continenti. *Tt.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

H. B. Smith — **Calcolo dei flussi di potenza e delle tensioni alle sbarre.** (Elec. Eng., aprile 1934, pag. 408-416, con 6 fig.). **15 b**

L'A. ha sviluppato un metodo pel calcolo del flusso della potenza e della tensione alle sbarre in un circuito a corrente alternata cercando di renderlo non meno rapido di quanto si potrebbe fare disponendo di una «tavola di calcolo» a corrente alternata e ottenendo lo stesso grado di precisione. Ciò non vuol dire che le calcolazioni non siano laboriose ma giustamente l'A. fa notare che se la rete è complicata le calcolazioni riescono necessariamente laboriose qualunque sia il metodo col quale il problema viene affrontato. Le reti vengono divise in due classi secondo che in tutti i circuiti che le costituiscono il rapporto fra resistenza e induttanza è eguale, oppure diverso da un circuito all'altro. Il metodo tiene anche conto delle correnti di carica dei circuiti. Quando siano note le correnti che entrano o escono dalla rete, il flusso di corrente nei diversi rami può essere ottenuto in base al principio di sovrapposizione, scomponendo tutte le correnti che entrano o escono in due componenti rispettivamente in fase o in quadratura con un vettore di riferimento e applicando poi le leggi di Kirchhoff alle due componenti. Nelle reti della prima categoria le calcolazioni riescono più semplici potendosi fare uso dei semplici valori della resistenza e della reattanza, o dell'impedenza, senza introdurre le espressioni complesse. Una volta che si sono determinate le correnti nei diversi rami della rete riesce facile determinare, in base al valore della tensione in una sbarra, le tensioni negli altri punti. Di solito però sono date non le correnti che entrano od escono dalle reti ma le potenze e allora le cose sono più complicate dovendosi prima stabilire a sentimento i valori delle tensioni per ricavare quelli delle correnti; nello stabilire tali valori delle tensioni bisogna regolarsi tenendo presente che la somma di tutte le correnti che entrano nella rete deve esser eguale a quella di tutte le correnti che escono. Il procedimento di calcolo è illustrato in via generale e chiarito poi colla applicazione a diversi casi particolari numerici. *N.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

E. C. Molina — **La probabilità in ingegneria.** (Elec. Eng., aprile 1935, pag. 423-427, con 5 fig.). **16 d**

L'A. osserva anzitutto come i problemi della teoria della probabilità possano classificarsi in due categorie che chiama «a priori» e «a posteriori» secondo che è dato un universo di caratteristiche note e si pone una questione rispetto a un elemento di tale universo, oppure sono date le caratteristiche di un elemento tolto da quell'universo e si pone una questione rispetto all'universo stesso incognito. L'A. presenta poi 3 categorie di problemi di ingegneria che richiedono la applicazione della teoria della probabilità; di essi i due primi appartengono alla categoria a priori e l'ultimo a quello a posteriori. Il primo problema riguarda specialmente la tecnica telefonica nei rispetti del calcolo di previsione delle linee da installare per assicurare un certo servizio e per fronteggiare l'incremento del carico. Il secondo problema riguarda le così dette strutture ricorrenti, come la distribuzione delle trasposizioni nei lunghi circuiti telefonici ecc. e si propone di valutare la probabilità che l'effetto cumulativo di queste irregolarità concentrate sia compreso entro un certo valore. Il terzo problema, di tipo a posteriori, riguarda specialmente le prove e verifiche fatte su alcune unità di lotti numerosi di oggetti e le conseguenze che se ne possono trarre circa le proprietà complessive del lotto stesso. Tutti questi problemi sono trattati, a guisa di esempio, per via piuttosto intuitiva limitando al minimo le trattazioni matematiche; essi illustrano efficacemente l'importanza della teoria della probabilità in molti campi dell'ingegneria. *N.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

L. A. March, S. B. Crary — **Reattanza di dispersione nell'indotto delle macchine sincrone.** (Elec. Eng., aprile 1935, pag. 378-382, con 7 fig.). **17 a**

La conoscenza del valore della reattanza di dispersione nell'indotto è essenziale pel progettista di una macchina sincrona, che deve calcolare la densità di flusso e i diversi circuiti magnetici della mac-

china; ed è anche importante per quanto riguarda l'esercizio della macchina cioè il comportamento in caso di corti circuiti, le condizioni di stabilità ecc. In generale per la calcolazione di tale reattanza si fa uso delle formule di Alger e Kilgore mentre per la determinazione sperimentale si impiega il metodo di Potier. Ma i risultati di tale metodo impiegato, come normalmente si fa, a tensione normale, possono differire notevolmente dei valori calcolati colle formule di Alger e Kilgore. L'A. discute il metodo di Potier dimostrando come il valore della reattanza in base ad esso determinata vari considerevolmente col carico magnetico e che perciò il valore così determinato a bassa tensione ha un valore pratico assai limitato. In certi casi il metodo di Potier può dare valori esagerati in eccesso del 100 %; se poi si misura la reattanza col metodo di Potier a tensione inferiore alla normale si possono ottenere valori che sono parecchie volte più grandi della vera reattanza di dispersione. Valori assai più approssimati si possono ottenere impiegando il metodo di Potier ma usando i più alti valori possibili della corrente di campo. Nel caso delle macchine a rotore liscio l'approssimazione offerta dal metodo di Potier è sensibilmente maggiore che nel caso di macchine a poli salienti. La reattanza di dispersione di indotto, per valori normali della corrente di armatura, sembra essere pressochè indipendente dalla saturazione anche per densità di flusso nei denti dello statore alquanto più elevate di quelle normali di funzionamento. *N.*

IMPIANTI.

A. ROBERT — **L'utilizzazione dello sbarramento e del salto del Sautet sur le Drac.** (Bull. Soc. Franc. Elec., aprile 1935, pag. 390-412, con 12 figure). **20 i**

Nella gola del Sautet sul fiume Drac, affluente dell'Isère, è stato costruito uno sbarramento per la costruzione di un serbatoio, che avrà una superficie di 350 ha con una capacità di 130.000.000 m³, di cui 100.000.000 utilizzabili con una escursione di m 40. La gola, nella quale lo sbarramento fu costruito, è strettissima, ma l'altezza totale dello sbarramento è di m 135. Esso consiste di tre parti distinte: un basamento di m 75 di spessore che riempie il fondo della gola; una volta attiva in calcestruzzo ricco e vibrato che si appoggia perpendicolarmente alle rocce e dietro a questa un massiccio addizionale in calcestruzzo meno ricco e non vibrato di spessore progressivamente decrescente e che riempie la gola. Notevoli difficoltà si sono incontrate per i lavori, data la strettezza della gola. Si è dovuto scavare una importante galleria laterale nella roccia, capace di smaltire una portata di m³ 300 al secondo; in essa si sono poi sistemate le opere di vuotamento e di scarico di fondo del serbatoio. Inoltre lo sbarramento è stato provvisto di uno scaricatore di superficie che comprende quattro luci con paratoie semiautomatiche le quali scaricano in una galleria che gira nella roccia intorno allo sbarramento. Una prima centrale sarà direttamente alimentata dal serbatoio con un salto variabile da 93 a 53 metri. La centrale è costruttivamente assai singolare perchè in parte è costruita come un ponte attraverso la gola e in parte si addentra in galleria nei fianchi rocciosi. Quando sarà costruito a valle il secondo sbarramento previsto, la prima centrale potrà trovarsi col livello dell'acqua esterna più alta del pavimento della sala macchine. Sono installati due serie di tre gruppi, costituiti da un alternatore da 13.250 kVA ad asse orizzontale intercalato fra due turbine Francis da 5500 kW ciascuna. I sei alternatori sono collegati due a due con un trasformatore da 26.500 kVA, 10,5/150 kV. I trasformatori sono installati all'aperto ed alimentano due terne di sbarre. La centrale con una potenza installata di 67.500 kW, potrà produrre 175.000.000 di kWh all'anno; essa è la prima di un gruppo di cinque centrali previste che daranno una potenza di circa 300.000 kW e una produzione annua di oltre 800 milioni di kWh. *Ri.*

G. WILLOCK — **Un impianto svedese ad accumulazione con pompe.** (Power, marzo 1935, pag. 138-140, con 4 fig.). **20 i**

Si tratta dell'impianto di Sillre sul fiume Indal, circa km 60 a monte dello sbocco in mare nel golfo di Botnia. Esso è il primo impianto ad accumulazione con pompe costruito in Svezia ed è anche quello fra gli impianti svedesi che utilizza il massimo salto. L'impianto di Sillre funziona in combinazione con quello di Norrfors sul fiume Umea, da 22.000 kW a circa km 240 al nord di Sillre. Non essendo possibile creare a Norrfors un serbatoio, non si può regolare il flusso dell'acqua secondo la richieste di energia. L'eccesso di energia nei giorni festivi e negli altri periodi di basso carico viene trasmesso a Sillre e utilizzato per pompare acqua in un serbatoio a circa m 200 più in alto realizzando così una disponibilità addizionale di 5.000.000 kWh per i servizi di punta. Il serbatoio ha una capacità utile di circa 23.000.000 m³, il che insieme ad altri tre serbatoi costruiti sul fiume eleva la capacità totale di accumulazione a circa 45.000.000 di m³. L'acqua è addotta alla centrale con una galleria lunga m 2500 e con una tubazione lunga circa km 1 e del diametro di m 1,85. La centrale è progettata per tre gruppi, ma per ora ne è installato uno solo da 5000 kW, gli altri due avranno rispettivamente potenze di 2500 e di 8000 kW. La pompa è di tipo centrifuga a due stadi con una portata da 10 a 15 metri cubi al minuto, con prevalenza da m 180 a 250, a 600 giri al minuto. La turbina da 6200 kW con salto di m 115 può arrivare a 7500 kW con un salto massimo di m 200, con velocità di 600 giri al minuto. L'alternatore trifase da 7000 kVA, fattore di potenza 0,70 a 6,06 kV, 50 per/sec, con eccitatrice accoppiata può funzionare anche come motore da 7000 kW a fattore di potenza unità. Le tre macchine ad asse verticale sono disposte sullo steso asse con la turbina nella posizione mediana. Le prove hanno dimostrato rendimenti molto elevati. *Ri.*

Sviluppo delle centrali elettriche. (The Elec., 25 gennaio 1935, pag. 87-90, con 4 fig.). **20 v**

Il 1934 è stato per l'Inghilterra un anno di graduale sviluppo senza avvenimenti particolarmente grandiosi. Per la centrale di Northampton è stato fornito un turboalternatore da 30.000 kW a 36.000 V che è il decimo di tal genere costruito in Inghilterra. Sono state poste in costruzione tre caldaie Stirling per una produzione di 90 tonn/h di vapore a 48 atm e 450°, fornite di due surriscaldatori in serie, uno a convezione ed uno a radiazione.

Per la centrale di Southwick è stata ordinata una turbina da 30.000 kW tipo Ljungström. Nella centrale di Ironbridge è in corso di installazione un turbo generatore da 50.000 kW a 33.000 V. Per la centrale di Nordh Tees è stato ordinato un terzo gruppo da 20.000 kW. È stata portata avanti la costruzione del nuovo turboalternatore da 105.000 kW per la centrale di Battersee; i due condensatori hanno ciascuno una superficie di circa 4500 m² ed hanno uno sviluppo totale di tubi di 100 km complessivamente; l'alternatore è provvisto di dispositivo di eccitazione rapida. Per la centrale di Clarence Dock (Liverpool) è stata decisa l'installazione di quattro nuove caldaie da 100 tonn/h ciascuna, che permetteranno di mantenere in funzionamento a piena potenza i due gruppi da 50.000 kW installati. La centrale di Neepsend (Sheffield) è in via di ricostruzione e conterrà all'inizio un gruppo da 30.000 kW ed uno da 9000 kW.

Continua la costruzione della nuova centrale della Fulham Corporation che avrà una potenza finale di 310.000 kW, limitata dapprima a 130.000 kW; si stanno installando sei caldaie Stirling, da 130 tonn/h ciascuna, due turboalternatori da 60.000 kW e uno da 10.000 kW. Il sistema di impianti idroelettrici Galloway è in corso di attuazione e contempla cinque centrali per 102.000 kW e 182.000.000 kWh annui; quattro centrali sono sul fiume Ken e sulla sua continuazione il Dee, la quinta su un affluente del Dee. A Manchester è in costruzione la centrale della Stuard Street, per la quale è ordinato un turbo alternatore da 37.500 kVA. Nella centrale di Hams Hall (Birmingham) verranno installati due turboalternatori da 50 mila kW ora in costruzione. *Ri.*

MATERIALI.

H. VIEHMANN — **Sulla resistenza all'ozono di conduttori per alta tensione con isolamento in gomma e sulla loro prova.** (E. T. Z., N. 37, del 13 settembre 1934, pag. 909-910, con 2 fig.). **26 f**

I conduttori con isolamento in gomma vengono danneggiati dall'azione dell'ozono: questo pericolo si presenta spesso per impianti di insegne luminose con tubi luminescenti e per i cavetti di alimentazione delle candele d'automobile. L'A. ha eseguito prove, che vengono descritte nell'articolo, per stabilire fino a qual limite la gomma può resistere all'azione dell'ozono. Si possono stabilire così le condizioni di resistenza del cavo all'azione deleteria di questo agente esterno. *Tt.*

MISURE.

C. E. WEBB, L. H. FORD — **Le misure di permeabilità magnetica con c. a. e il metodo del ponte per le prove magnetiche.** (J. I. E. E. Londra, LXXV, 458, febbraio 1935, pag. 185-194, con 6 fig.). **28 b**

Per dedurre la permeabilità magnetica di un nucleo di ferro laminato con c. a. è necessario conoscere i valori massimi dell'induzione e della forza magnetizzante. Gli AA. si servono di un galvanometro bifilare per misurare la f.e.m. (valore medio) indotta in una spirale avvolta sul nucleo in prova; fra la bobina ed il galvanometro si inserisce un commutatore rotante (comandato dall'alternatore) sul quale appoggiano due spazzole regolabili in posizione, in modo da ottenere la massima deviazione. Con un voltmetro elettrostatico si può anche dedurre il valore efficace della stessa f.e.m. e quindi il fattore di forma. La forma magnetizzante si deduce attraverso una mutua induttanza inserita col primario in serie con la bobina d'eccitazione e col secondario in serie col circuito di misura. Il fattore di forma della corrente di eccitazione si deduce applicando il circuito di misura in derivazione agli estremi di una resistenza antinduttiva in serie col circuito di eccitazione. Con una forza magnetizzante maggiore di 5 oersted le permeabilità dedotte con c. c. e con c. a. coincidono, mentre con M minore di 5 oersted le misure fatte con c. a. portano a valori di permeabilità minori; nelle prove fatte, la frequenza della c. a. poteva essere variata da 50 a 500 periodi/sec.

Con l'aggiunta di un wattmetro di elevata sensibilità (del tipo a riflessione) al circuito di misura è possibile dedurre anche le perdite

magnetiche nel nucleo; una terza bobina di esplorazione avvolta sullo stesso nucleo di ferro permette di controllare l'indicazione del wattmetro col ponte studiato dal Campbell per la misura indiretta delle perdite magnetiche. I risultati ottenuti coi due metodi sono paragonabili fra di loro a condizione che la tensione applicata alla bobina di eccitazione sia prossimamente sinusoidale; di solito il ponte risente in maggior misura delle deformazioni dell'onda di tensione ma in compenso con la sua maggiore sensibilità permette di misurare con precisione anche le potenze più piccole. *I. L.*

R. D. Evans — **Apparecchio per la determinazione di piccole quantità di radio, radon e torio nei solidi, nei liquidi o gas.** (Rev. Scient. Instr., aprile 1935, pag. 99-112, con 8 fig.). **28 b**

I materiali comuni contengono un quantitativo di radio di circa 10^{-12} grammi per grammo. Siccome fra il radio e il suo primo prodotto di decomposizione gassosa, il radon, si stabilisce un equilibrio radioattivo quando il campione di materiale si conservi in un tubo di vetro saldato per almeno 28 giorni, si può arrivare a determinare il contenuto di radio, estraendo completamente il radon dal tubo e dal campione e determinandone accuratamente la quantità mediante la ionizzazione prodotta dai raggi α che esso emette. La quantità totale di radon con cui si può avere a che fare in misure di questo genere è di solito dell'ordine di 10^{-17} a 10^{-19} grammi. La piccola capacità di diffusione dal radon facilita il suo trasporto attraverso tubi di vetro mediante una corrente di azoto o di altro gas. L'A. prende in considerazione i tre casi speciali, di materiali gassosi, liquidi o solidi, indicando le precauzioni da seguire nella tecnica di queste misure. Per i solidi è indicato come si possa estrarre completamente il radon mediante ebollizione in forno speciale a 2000°. Per i liquidi è descritto uno speciale apparecchio di ebollizione che evita le perdite di tracce di radon per assorbimento. I materiali gassosi possono essere direttamente esaminati. Per la misura della quantità di radon è consigliato l'impiego di una speciale doppia camera di ionizzazione con un elettrometro permanentemente connesso fra le due camere in modo da misurare soltanto la differenza della ionizzazione nelle due camere; esse sono identiche e riempite di azoto alla pressione di una atmosfera, ma una camera contiene le tracce di radon da misurare, cosicchè le indicazioni dell'elettrometro rappresentano la ionizzazione dovuta al solo radon. La tecnica delle misure è dettagliatamente descritta. Il dispositivo si può anche adattare per la misura del toron e quindi del torio. *Ri.*

L. O. Bryan — **Nuovi galvanometri.** (Gen. Elec. Rev., febbraio 1935, pagine 103-104). **28 c**

Un nuovo materiale magnetico recentemente studiato e nuovi perfezionamenti nel circuito magnetico hanno reso possibile la costruzione di galvanometri che presentano campi magnetici di intensità doppia di quella che si ha negli apparecchi fin qui costruiti con magneti di acciaio al cromo. Gli apparecchi risultano più compatti e più sensibili. Per i casi in cui vibrazioni esterne rendano poco pratico l'uso di galvanometri a riflessione ed alta sensibilità, si è costruito un galvanometro a riflessione portatile, che può però essere usato anche in installazioni permanenti, adatto per prove di apparecchi, materiali e macchinario, nelle quali si debbano eseguire letture rapide e non laboriose, nonchè per ponti, potenziometri ed altri apparecchi che richiedono un apparecchio esterno o per quei casi in cui il galvanometro interno non presenti la sensibilità richiesta. La sensibilità per una deviazione di una divisione sulla scala (2 mm) è di 0,8 microampere, per una resistenza del galvanometro di 10 ohm e una resistenza critica di smorzamento di 30 ohm, e di 0,014 microampere per una resistenza di 800 ohm e una resistenza critica di 30.000 ohm. Un altro tipo di galvanometro costruito è a indice, adatto specialmente per ponti destinati a misure di resistenze e temperature, per potenziometri con termocoppia. La sensibilità varia da 2,5 fino a 0,045 microampere per divisione (1,2 mm) per resistenze da 10 a 800 ohm e resistenze critiche da 30 a 30.000 ohm. *C. G. E.* (*)

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

A. Mandl — **La corrente all'avviamento dei motori con indotto a gabbia.** (E. u. M., N. 46, 18 novembre 1934, pag. 537-541, con 5 fig.). **29 c**

È noto che la corrente assorbita all'avviamento dai motori sincroni ed asincroni con avvolgimento in corto circuito nel rotore è la risultante di due componenti: una continua e l'altra alternata. È facile determinare, in funzione delle caratteristiche del motore, la legge secondo la quale variano le due componenti immediatamente dopo l'inserzione. Si dimostra che la componente continua scompare rapidamente senza interessare in misura apprezzabile i generatori e la rete che alimentano il motore. La componente alternata rappresenta un carico con basso fattore di potenza e può provocare cadute di tensione non trascurabili nei generatori e nella rete. La caduta di tensione è peraltro influenzata dalla presenza di un regolatore di tensione ad adozione più o meno rapida e può essere in ogni caso valutata tenendo presenti le caratteristiche dei regolatori. Sulla scorta dei risultati ottenuti col calcolo, l'A. discute i limiti delle tolleranze che possono essere concesse per la corrente di inserzione dei motori asincroni. *V. D. Ma.*

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

MOTORI PRIMI.

Caldaie e turbine a vapore. (Power, gennaio 1935, pag. 6-10, con 4 fig.). **30 d**

Nel 1934 sono stati eseguiti od iniziati relativamente pochi impianti ad alta pressione. Un esempio interessante è quello per la fabbrica di gomma Firestone ad Akron; la caldaia a 100 atm. presenta particolari interessanti: i tamburi di vapore lunghi oltre m 6 e con diametri di m 1,40 e spessore di mm 100 sono saldati e sono i più grandi di tale tipo. La caldaia può produrre 150 tonnellate di vapore a 100 atm e 400°; essa contiene una superficie riscaldata di circa m² 1000 oltre a 700 m² circa di pareti ad acqua, che circondano interamente il focolare. Le pareti ad acqua sono caratteristiche perchè sono sostenute dai collettori superiori portati a loro volta da strutture indipendenti dalla caldaia di modo che le pareti ad acqua sono libere di espandersi inferiormente.

Un esempio di impianto di tipo unitario è quello di Port Washington: un'unica caldaia da 320 tonnellate/h di vapore serve una turbina da 80.000 kW a 92 atm e 430°. In una caldaia per gli stabilimenti Ford si raggiunge una temperatura di vapore di 540° in un surriscaldatore in acciaio speciale. Per regolare il surriscaldamento si è in parecchi casi fatto ricorso a suddividere il surriscaldatore in due parti, facendone funzionare una a calore radiato e l'altra per convezione.

In alcuni tipi particolari di caldaie vi è un unico collettore di vapore e i tubi sono disposti entro la camera della caldaia in posizione quasi verticale, mentre le fiamme e i gas caldi hanno un andamento pressochè orizzontale, a zig-zag: si afferma che tali caldaie hanno rendimento molto elevato e poco variabile entro grandi limiti di carico. Anche nelle turbine si nota la tendenza a temperature di vapore sempre più elevate: quella da 110.000 kW per gli stabilimenti Ford funzionerà a 540° evitando così il surriscaldamento intermedio, sebbene la pressione di ammissione sia 85 atm. È pressochè ultimata la costruzione della turbina da 165.000 kW per la centrale di Richmond. Fra gli impianti di condensatori è da ricordare quello appunto della centrale di Richmond con una superficie di m² 11.000 circa costituita da 17.630 tubi da 7/8 lunghi circa m 9; esso è il più grande condensatore a cassa unica e può condensare 800 tonnellate di vapore all'ora, richiedendo 700 m³ di acqua di circolazione al minuto. *Ri.*

RADIOTECNICA.

H. Singer — **Un decennio di radiofonia in Austria.** (E. u. M., N. 47, 25 novembre 1934, pag. 553-557, con 3 fig.). **34 v**

Il giubileo della « Ravag », l'ente austriaco per la radiofonia, offre all'A. lo spunto per una indagine sui progressi realizzati in Austria nel campo radiotecnico e sui diversi servizi perfezionatisi con lo sviluppo delle radiocomunicazioni. È fatto pure un cenno sui progressi della terapia con l'ausilio delle onde corte e sulle realizzazioni nel campo della televisione. *V. D. Ma.*

STATISTICA.

La elettrificazione in Russia. (The Elec., 18 gennaio 1935, pag. 61-64, con 3 figure). **36**

Dal 1923 in poi sono state costruite 56 grandi centrali elettriche e circa 1200 km di linee ad alta tensione tra 110 e 220 kV. La massima parte di tali centrali dipende dalla organizzazione elettrica dello Stato. Nel 1933 vennero generati quasi 16 miliardi di kWh.

Le risorse di torba della Russia rappresentano oltre il 40 % di quelle totali nel mondo e sono concentrate specialmente nella zona industriale della Russia Nord europea. Si calcola che sieno disponibili oltre 30 miliardi di tonnellate di tale combustibile (valutato con riferimento a un potere calorifero di 7000 calorie per chilogrammo). La prima centrale costruita per utilizzare la torba, fu quella di Shatura nel 1920-21; i buoni risultati indussero ad ampliare l'impianto fino alla potenza attuale di 136.000 kW. Più recente è la centrale di Dubrovka presso Leningrado con una potenza finale di 200.000 kW. La centrale Gorgres presso Nijni Noogorod pure a torba ha una potenza installata di 158.000 kW che sarà presto elevata a 204.000 kW. I rendimenti ottenuti in questi impianti sono dell'ordine dell'83 %. Altre grandi risorse sono costituite da depositi di lignite; presso Mosca è stata costruita una centrale di 186.000 kW e un'altra è in costruzione a Bobriki per potenza iniziale di 200.000 kW e finale da 400.000 kW. Le città di Mosca e Leningrado sono riscaldate mediante distribuzione di acqua calda fornita dalle centrali termoelettriche; l'acqua esce dalla centrale a temperatura fra 85° e 120° e ritorna dopo un circuito di circa km 3 con una temperatura di 30° a 35°. A Mosca è in costruzione una nuova centrale

con due caldaie Löffler capaci ciascuna di fornire 130 tonn/h di vapore a 200 atm e 500°; il macchinario consiste in un gruppo ad alta da 12.000 kW, e due a bassa pressione alimentati collo scarico del primo a 27 atm, e rispettivamente della potenza di 24.000 kW e di 12.000 kW. Qualche notizia è fornita anche sugli impianti idraulici e sulle linee di trasmissione. *Ri.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

F. Gladenbeck — **Le comunicazioni a grande distanza nel primo semestre del 1934.** (E. T. Z., N. 41, dell'11 ottobre 1934, pag. 997-999). **38 v**

Il Comitato Interstatale per la Telegrafia (C. C. I. T.) ha tenuto nel maggio 1934 la sua quarta riunione a Praga. La prossima riunione verrà tenuta nell'autunno del 1936 a Varsavia. Nella riunione di Praga fu riferito sugli ultimi progressi nel campo delle radiocomunicazioni. In Germania sono stati applicati nuovi amplificatori sui circuiti telefonici destinati alle trasmissioni musicali; la Amministrazione delle Poste ha pure messo in esercizio altoparlanti destinati agli utenti telefonici per la distribuzione di programmi radio per filo: inoltre in Germania si è proseguita la esecuzione di impianti di telefonia automatica anche in piccoli centri con pochi abbonati. Nel campo della televisione si è arrivati a buone ricezioni fino a 65 km. In Germania sono pure stati notevolmente sviluppati gli impianti di telefotografia. Ora è in progetto la posa di un cavo telefonico per Mosca e l'Estremo Oriente lungo oltre 8500 km. Nel campo della radio si è registrato nel 1934 un aumento di un milione di radioabbonati. Sono poi state ultimate le antenne direttive a Zeesen: così ora vengono raggiunte quattro zone: Estremo Oriente, Africa, Sud America nonchè Centro e Nord America. *Tt.*

H. Schmid — **Il cavo di collegamento alla stazione radiotrasmittente di Vienna (Bisamberg).** (E. u. M., N. 43, 28 ottobre 1934, pag. 504-506, con 5 figure). **38 c**

Dopo un cenno sui diversi servizi che devono essere disimpegnati dal cavo, sono esaminate in dettaglio le condizioni imposte sopratutto allo scopo di evitare distorsioni entro una banda di frequenza da 30 a 10 000 Hz. Sono pure citati gli accorgimenti presi allo scopo di evitare ed eliminare influenze induttive nei circuiti musicali, ad opera degli altri circuiti del cavo oppure esterni ad esso. *V. D. Ma.*

TRASFORMATORI.

H. B. Dwight — **La sezione trasversale dei nuclei dei trasformatori.** (Gen. Elec. Rev., febbraio 1935, pag. 92-93). **39 b**

L'A. analizza algebricamente quali sono le forme, che danno la massima sezione di ferro. Per la sezione quadrata il fattore di spazio, ossia il rapporto fra l'area totale del ferro e quella del cerchio circoscritto, è di 0,6366. Per le sezioni che presentano uno o due gradini per angolo e che debbono essere simmetriche rispetto a due diametri a 45°, l'impostazione delle equazioni si fa assumendo come variabile l'angolo θ che il raggio del cerchio passante per uno spigolo fa col lato del gradino adiacente; risulta che le aree massime si hanno rispettivamente per $\theta = 31° 36'$ e $\theta = 25° 5'$ e i fattori di spazio sono rispettivamente: 0,7869 e 0,851. Quando le sezioni presentino tre o quattro gradini per angolo, l'impostazione delle equazioni per ricavare la massima area è un po' più complessa, entrando in giuoco due variabili, che sono sempre gli angoli fatti dai lati di due gradini contigui coi raggi passanti per gli spigoli. I fattori di spazio delle aree massime sono rispettivamente: 0,886 e 0,9079. Le sezioni devono poi essere ridotte del 10 % circa a cagione della verniciatura, della ossidazione delle lamiere e degli spazi d'aria fra lamiera e lamiera. Se poi sono previsti canali nella sezione, questa resta ulteriormente ridotta, con una variazione tuttavia assai piccola. *C. G. E.*

H. Heyne — **Uno sguardo alle fabbriche americane di trasformatori.** (E. T. Z., N. 37 del 13 settembre 1934, pag. 901-904, con 7 fig.). **39 v**

L'A. stabilisce un paragone fra i metodi americani e quelli seguiti in Germania per la costruzione dei grandi trasformatori. In America il nucleo viene costruito quasi sempre a giunti embricati in modo da ridurre la corrente a vuoto e da irrobustire meccanicamente il nucleo stesso. Lo sfruttamento del ferro è molto elevato: i lamierini sono sempre a perdite assai ridotte. Per l'isolamento viene in America molto usato il cartone pressato, disponibile sempre in fogli: quando l'isolante debba essere usato in cilindri si ricorre alla bachelite. Molto diffusa in America è la pratica di adottare il conservatore d'olio per trasformatori di una certa potenza. Per eliminare il pericolo dell'infiammabilità si è fatto ricorso da parte della General Electric Co. a un liquido isolante sintetico, il Piranol, che ha una costante dielettrica doppia di quella dell'olio isolante. La prova dei trasformatori si fa in America solitamente sotto condizioni più severe di quelle prescritte dalle norme: si sollecita la macchina in sala prove con sovratensioni di tale valore e ripidità quali si possono verificare realmente in pratica: in altri casi si costruisce addirittura il trasformatore in modo che anche sotto l'azione di onde ripide di sovratensione si abbia una uniforme ripartizione della tensione come alle tensioni di frequenza normale: ciò viene ottenuto mediante i cosiddetti trasformatori non risonanti costruiti dalla General Electric e anche dalla Westinghouse. Il sistema seguito dalla G. E. Co. consiste nel correggere le correnti disuniformi, provocate da correnti capacitive di dispersione verso terra, per mezzo di capacità: e ciò viene realizzato per mezzo di schermi metallici sul lato alta tensione. Questo tipo di trasformatore può essere applicato su reti con neutro messo a terra direttamente o attraverso una bobina di Petersen. Circa le sale prove, l'A. ha potuto constatare che sono quasi sempre provviste di mezzi per prova ad impulso e di oscillografi a raggi catodici. *Tt.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

H. Konrad — **Trasmissione con controllo di potenza nei veicoli Diesel-elettrici.** (El. Bahnen, N. 11, novembre 1934, pag. 265-267). **41 g**

Le due condizioni fondamentali cui deve soddisfare la trasmissione elettrica nei veicoli con motore Diesel sono notoriamente: la utilizzazione della potenza del Diesel a tutte le velocità di marcia e la regolazione entro ampi limiti della velocità stessa ossia l'utilizzazione di qualunque potenza parziale del motore termico. Queste condizioni possono essere soddisfatte costruendo la dinamo con una particolare caratteristica esterna (controllo di caratteristica) oppure agendo esternamente sull'eccitazione della generatrice in funzione della potenza del gruppo Diesel-dinamo (controllo di potenza). Su quest'ultimo sistema di comando l'A. si sofferma in modo particolare. Il controllo della potenza può essere fatto misurando il carico della dinamo con un apparecchio avente una bobina fissa di corrente ed una bobina mobile di tensione agenti sopra un equipaggio il cui moto è contrastato da una molla antagonista. Il controllo della potenza meccanica del Diesel è pure possibile utilizzando gli organi mobili del regolatore di velocità. La trasmissione del moto degli organi elettrici di controllo della potenza al reostato di campo della dinamo non offre difficoltà: può essere diretta quando si tratta di piccoli spostamenti oppure più frequentemente indiretta con servomotore elettrico o ad olio. Il comando meccanico diretto e quello con servomotore ad olio sono pure comuni quando il controllo è fatto sulla potenza meccanica del Diesel. Per la regolazione di potenza, si può intervenire anche a distanza variando le caratteristiche di alcune parti dell'organo elettrico di controllo (ad es. resistenza della bobina di tensione, tensione della molla antagonista, ecc.), oppure variando ad es. la posizione del collare del regolatore di velocità o spostando il fulcro della leva di comando dal regolatore al servomotore od al reostato. Si tratta in generale di mezzi di comando semplici, realizzabili oggidì di funzionamento assolutamente sicuro. I vantaggi del controllo di potenza, rispetto agli altri sistemi di trasmissione elettrica, sono quindi veramente reali. *V. D. Ma.*

La trasmissione elettrica delle nuove automotrici Diesel-elettriche delle Ferrovie del Reich. (El. Bahnen, N. 11, novembre 1934, pag. 239-247, con 22 fig.). **41 g**

Il sistema di trasmissione, denominato « sistema R Z M », differisce da tutti gli altri realizzati dalle varie ditte tedesche. Secondo le comunicazioni fatte dal « Reichsbahnzentralamt für Maschinenbau », proponente del comando R Z M, quest'ultimo sarebbe immune dagli inconvenienti degli altri sistemi. Allo scopo di utilizzare completamente la potenza del Diesel, evitando il pericolo di sovraccarichi per quest'ultimo, la caratteristica esterna della dinamo ha un andamento prossimo a quello iperbolico corrispondente all'erogazione a potenza costante. Questa caratteristica è stata realizzata munendo la generatrice di tre avvolgimenti di eccitazione distinti: un avvolgimento ad alimentazione indipendente, un avvolgimento eccitato in derivazione ed un avvolgimento serie in opposizione. Quest'ultimo consta di due sezioni le quali vengono poste in serie all'avviamento del motore Diesel mediante la dinamo funzionante da motore. La scelta dei collegamenti della dinamo consente di utilizzare interamente, non soltanto tutta la potenza del Diesel, ma una parte di essa, regolabile a volontà dal manovratore.

Il comando R Z M è stato impiegato per le seguenti automotrici Diesel-elettriche, in parte già in regolare servizio ed in parte in costruzione:

13 automotrici a 4 assi con motore Diesel da 220 kW per una velocità massima di 90 km/h.

103 automotrici a 4 assi con motore Diesel da 300 kW per una velocità massima di 110 km/h.

13 automotrici a 6 assi con due motori Diesel da 300 kW per una velocità massima di 160 km/h. *V. D. Ma.*

W. R. — **Elettrificazione ferroviaria in Spagna con corrente continua a 1500 V.** (El. Bahnen, N. 10, ottobre 1934, pag. 232, con 1 fig.). **41 v**

Per l'elettrificazione delle ferrovie Madrid-Avila e Madrid-Segovia, appartenenti alla rete della Compagnia del Nord, è stata scelta la corrente continua a 1500 V. L'energia elettrica è fornita da centrali esistenti, fra le quali è particolarmente notevole l'impianto idroelettrico « Saltos del Duero » che utilizza una caduta di 600 m ed è

equipaggiato attualmente con 4 unità da 37.000 kVA a 13.800 V. A motivo della tensione relativamente bassa prescelta e dei carichi rilevanti, la linea di contatto sarà dimensionata largamente. Sul tronco ad un solo binario verso Segovia, è prevista una treccia portante da 300 mm², due fili di contatto da 105 mm² ed un alimentatore da 288 mm². Sul tronco a doppio binario verso Avila, i fili di contatto e le funi portanti hanno le stesse sezioni; gli alimentatori hanno per contro sezioni da 105 a 230 mm². Non ostante l'alimentazione con 11 sottostazioni, per le due linee lunghe rispettivamente 114 e 66 km, è previsto un quantitativo di rame di 1800 tonn. Per il rimorchio dei treni fino a 400 tonn. lungo le pendenze massime del 16 ‰ saranno impiegati locomotori 2 C + C 2 da 2200 kW capaci di sviluppare uno sforzo di trazione di 13.800 kg a 60 km/h e di 9800 kg a 84 km/h. La velocità massima è prevista eguale a 110 km/h. *V. D. Ma.*

K. Scharfenberg — **L'accoppiamento automatico Scharfenberg.** (El. Bahnen, N. 10, ottobre 1934, pag. 233, con 3 fig.). **41 e**

L'accoppiamento Scharfenberg sarà impiegato su vasta scala per le automotrici rapide delle ferrovie del Reich. Esso verrà peraltro completato e reso completamente automatico con l'aggiunta degli organi di collegamento meccanico, elettrico e pneumatico comandati dalla cabina di manovra. I dettagli dell'accoppiamento così modificato sono illustrati dall'A. il quale ne mette pure in evidenza i vantaggi costruttivi, i pregi tecnici, la semplicità di manovra, la economia di manutenzione e di esercizio. *V. D. Ma.*

P. Mueller — **Forze d'inerzia nella trasmissione del moto con motori tipo tram.** (El. Bahnen, N. 10, ottobre 1934, pag. 225-227, con 2 fig.). **41 e**

Gli spostamenti verticali di un asse comandato da un motore tipo tram, provocati da irregolarità del binario, provocano spostamenti concomitanti delle parti non molleggiate del motore. Le sollecitazioni dinamiche che ne risultano vengono calcolate in prima approssimazione supponendo che la parte posteriore della carcassa sia sospesa ad un punto fisso e che la rimanente parte del motore ruoti attorno a questo punto quando l'asse della motrice si sposta verticalmente sotto l'azione di una forza d'urto. In pratica, non è trascurabile l'azione del sostegno moleggiato; tuttavia, agli effetti del calcolo delle forze d'inerzia, essa può essere spesso considerata, senza inconvenienti, come tale. Dallo studio dell'equilibrio del sistema asse-motore, è facile determinare la forza d'urto che provoca lo spostamento verticale del motore, nonchè studiare la ripartizione di tale forza nella sollecitazione dell'asse del veicolo e nella forza periferica applicata alla periferia della grande ruota dentata. Quest'ultima sollecitazione dà luogo ad un momento che, nei motori normali, provoca lo slittamento delle ruote dell'asse motore ancora prima che la sollecitazione stessa diventi pericolosa: questa autoprotezione spiega la constatazione pratica della scarsa influenza del peso non molleggiato dei motori tipo tram sulla conservazione degli organi di comando. Il calcolo dimostra che condizioni migliori si hanno quando un asse è comandato da due motori sospesi da parti opposte e quando la trasmissione del moto è fatta con doppia riduzione. *V. D. Ma.*

M. Hiertzeler — **Risultati di esercizio della filovia Losanna-Ouchy.** (Revue B. B., N. 11, novembre 1934, pag. 202-203). **41 g**

I risultati di esercizio della filovia, inaugurata il 1° novembre 1932, sono stati assai soddisfacenti. Le prove di *avviamento*, effettuate sulla rampa dell'85 ‰ con quattro veicoli diversi: autobus a benzina da 74 kW, vecchia vettura tramviaria con due motori da 22 kW, nuova vettura tramviaria con due motori da 44 kW, filovia con motore da 64 kW, hanno provato che questa ultima ha un'accelerazione più che doppia di quella dell'autobus, non ostante la minor potenza. Sfruttando i limiti di *velocità* ammessi per i diversi tipi di veicoli lungo la pendenza dell'85 ‰, sono state realizzate le seguenti velocità medie:

	salita	*discesa*	*media*	
Tram	16	11	13.5	km/h
Autobus	12	16	14	»
Filovia	17	16	16,5	»

La convenienza economica della filovia è messa bene in evidenza dai risultati di esercizio nell'anno 1933, i quali lasciano presumere i seguenti costi della vettura-chilometro per i tre diversi tipi di veicoli considerati:

Filovia	fr. sv.	0.90 ÷ 0.95
Tram	fr. sv.	1.20 ÷ 1.25
Autobus	fr. sv.	1.30 ÷ 1.40

I costi sono stati calcolati ammettendo i seguenti tempi di ammortamento: tram: 40 anni per le vetture, 20 anni per la linea di contatto ed il binario; autobus: 10 anni; filovia: vetture e linea aerea 20 anni.

A. E. Mueller — **Considerazioni sulla trazione Diesel-elettrica.** (El. Bahnen, N. 11, novembre 1934, pag. 248-260, con 26 fig.). **41 g**

L'A. passa dapprima in rassegna l'evoluzione dei diversi sistemi di trasmissione meccanica ed elettrica nei veicoli ferroviari equipaggiati con motore Diesel, soffermandosi peraltro soltanto sui sistemi elettrici, i soli che, a partire da potenze dell'ordine di 110 ÷ 150 kW, diano affidamento di soddisfare alle molteplici esigenze della trazione ferroviaria. La diffusione delle motrici Diesel-elettriche, in America ed in Europa, denota un deciso orientamento verso tali veicoli anche nell'attuale periodo di crisi grave per i trasporti ferroviari. Il confronto fra trazione Diesel-elettrica, trazione a vapore e trazione elettrica, mette in evidenza i pregi della prima atti a giustificare questa tendenza. Per il progetto e l'esecuzione dei veicoli Diesel-elettrici, si possono seguire oggidì criteri ben precisi nella scelta degli elementi fondamentali: motore Diesel; accoppiamento fra motore termico e dinamo; dimensionamento della generatrice; sospensione del gruppo elettrogeno; sospensione dei motori di trazione; avviamento del Diesel; alimentazione dei servizi ausiliari; comandi. Sui particolari dei diversi sistemi di trasmissione, l'A. si sofferma a lungo, discutendo i sistemi che si possono considerare i prototipi dei due gruppi nei quali si possono far rientrare tutti i comandi Diesel-elettrici: il comando R Z M per il gruppo che comporta dinamo con caratteristiche speciali influenzate dal carico e dalla velocità del Diesel; il comando Brown Boveri per il gruppo con dinamo ad eccitazione separata e regolazione con variazione del campo induttore (collegamento Ward-Leonard). Un cenno sopra progetti di locomotori Diesel-elettrici di grande potenza lascia intravedere i possibili sviluppi futuri di questo sistema di trazione. *V. D. Ma.*

K. Schmer — **L'accumulo di energia per il comando di veicoli.** (El. Bahnen, N. 11, novembre 1934, pag. 261-265, con 13 fig.). **41 v**

L'A. si propone di rispondere alla domanda seguente: è possibile realizzare un metodo di trasmissione nei veicoli che consenta l'accumulo della forza viva disponibile e l'utilizzazione dell'energia così accumulata? È ovvio che ove una tale possibilità fosse realizzabile con mezzi semplici ed economici, sarebbe possibile ridurre la potenza normale degli organi di comando dei veicoli, ridurre il consumo di energia ed ottenere rapide variazioni di velocità all'avviamento. Teoricamente si presentano i seguenti mezzi di accumulo: con aria compressa, con batteria di accumulatori, con volano meccanico. Il primo comporta la compressione di aria in un serbatoio durante il periodo di arresto del treno ed il funzionamento del compressore come motore pneumatico all'avviamento; il secondo presuppone il funzionamento in tampone di una batteria; il terzo infine richiede l'impiego di un volano accoppiato — meccanicamente od elettricamente — agli organi di trasmissione del movimento. A questi mezzi va aggiunto ancora la trasmissione elettrica pura e semplice con possibilità di ricupero dell'energia disponibile. Dall'esame dei sistemi dianzi citati, l'A. arriva alla conclusione che, allo stato attuale della tecnica, un sistema economico di ricupero dell'energia meccanica non è realizzabile. Il peso, l'ingombro ed il costo degli organi necessari, nonchè le accresciute difficoltà di esercizio, rendono illusori i vantaggi del risparmio di energia ed i pregi tecnici del ricupero. *V. D. Ma.*

A. Mercier — **L'attualità ferroviaria.** (La Technique Moderne, 15 aprile 1935, pag. 266-268, con 4 fig.). **41 v**

Sono passate in rassegna le nuove costruzioni e le innovazioni introdotte nei diversi paesi, nel campo della trazione elettrica e Diesel elettrica. Per la Francia vanno notati 35 locomotori con 2800 kW di potenza su ognuno a mezzo di motori ad avvolgimenti compensati i quali consentono un notevole numero di velocità economiche. A questi si aggiungono altri locomotori muniti di motori esapolari non compensati, ecc. Di ogni tipo vengono forniti elementi caratteristici. Nel Belgio le società hanno in corso di rinnovo il materiale ferroviario e sono in costruzione notevoli esemplari di cui viene dato qualche cenno. Interessante nella Svizzera è la linea di collegamento con le linee dell'Alsazia Lorena, il cui costo supera i 50 milioni di franchi svizzeri. Sorvolando sulle diverse costruzioni degli altri paesi, la nota mette in evidenza quanto si sta facendo negli Stati Uniti e riporta dati, con illustrazioni degli elementi caratteristici. *E. R.*

C. W. Saunders, H. W. Wilson, R. G. Jakemann — **Produzione distribuzione ed uso dell'elettricità sulle navi.** (J. I. E. E., Londra, LXXVI, 459, marzo 1935, pag. 241-258 e discussione fino a pag. 288 con 13 fig.). **41 h**

Si hanno esempi di applicazione della propulsione elettrica anche su navi di elevato dislocamento (fino a 20.000 tonn); le turbine a vapore sono allora accoppiate ad un alternatore mentre le eliche ricevono il movimento da un motore sincrono; già fin dal 1931 erano in servizio navi con una potenza installata a scopo di propulsione di 1.000.000 di kW complessivamente. La c. c. si usa soltanto sulle navi più piccole, equipaggiate per lo più con motori Diesel. La tensione di alimentazione dei motori sincroni è di solito di 3000 volt ma può anche arrivare fino a 10.000 volt;

tensione della c. c. è di solito compresa fra 1200 e 1500 volt; tutti gli altri servizi sono eseguiti con c. c. a 110 o 220 volt. La frequenza della c. a. è di solito di 50 periodi/sec salvo su una nave francese dove sarà di 81 periodi/sec. Mentre la propulsione della nave viene ottenuta con tanti motori sincroni quante sono le eliche, la produzione dell'energia elettrica occorrente viene affidata a due soli alternatori; si possono così ottenere due velocità di regime egualmente convenienti; con un solo alternatore in funzione la velocità della nave è circa il 70 % del valore che si avrebbe con entrambi gli alternatori in funzione. L'inversione del senso di rotazione delle eliche può essere realizzata in meno di 2 minuti con un semplice commutatore inserito nel circuito dei motori. Nella propulsione con c. c. viene applicato il sistema Ward Leonard per l'accoppiamento ed il controllo della velocità dei motori oppure il sistema a corrente costante. Il sistema Leonard funziona praticamente a tensione costante e corrente variabile col carico mentre col secondo sistema avviene il contrario; la regolazione della velocità e l'inversione del senso di marcia si ottengono attraverso alla regolazione della corrente di eccitazione in entrambi i casi. Gli AA. riportano molti dati tecnici relativi ai dispositivi di controllo e di protezione applicati sui quadri tanto per la propulsione che per tutti i servizi ausiliari.

Discussione. — Non è consigliabile centralizzare il comando di tutto un macchinario di una nave su un unico quadro perchè in caso d'incendio tutti i servizi rimarrebbero interrotti. L'introduzione della propulsione elettrica permette di avvicinare le turbine alle caldaie e di accorciare gli alberi di comando delle eliche La misura della potenza trasmessa alle eliche diventa facilissima quando la propulsione è ottenuta elettricamente, mentre è molto difficile quando l'elica è accoppiata direttamente alla turbina. I cavi d'energia sono soggetti a guastarsi con maggior facilità a bordo di una nave che in terra perchè la temperatura può elevarsi oltre i limiti normalmente ammessi ed anche perchè la struttura della nave non è perfettamente rigida; il rivestimento metallico dei cavi è ottenuto con una speciale lega ternaria a base di piombo avente delle caratteristiche meccaniche migliori del piombo puro. La propulsione elettrica è stata adottata sul transatlantico francese « Normandie »; la potenza di 132.000 kW è suddivisa su 4 turbogeneratori che alimentano i 4 motori da 30.000 kW accoppiati con le eliche; tenendo conto dei servizi ausiliari la potenza totale installata a bordo della nave di 70.000 ton di dislocamento è di 150.000 kW. Su una nave inglese in costruzione verrà adottato il riscaldamento elettrico di tutte le cabine. L'aumento della frequenza porta ad un alleggerimento di tutto il macchinario elettrico a parità di potenza prodotta. Nella tecnica moderna prevale il concetto di estendere la c. a. a tutti i servizi di bordo. *I. L.*

M. ROYER e J. TROLLUX — **Applicazione dei motori termici ad iniezione meccanica alla trazione ferroviaria.** (La Tech. Mod., 1 aprile 1935, pag. 232-236, con 11 fig.). **41 g**

In questa nota vengono passate in rassegna le locomotive per servizio miniere e di manovra; gli elettro-trattori, le automotrici e tutto il macchiario di trazione in genere equipaggiato con motori Diesel. Di ogni applicazione vengono riportate illustrazioni ed esposte le caratteristiche fondamentali di qualche esemplare fra i più notevoli. Un largo posto compete alle automotrici in genere, ed a quelle Diesel-elettriche per le grandi reti. I problemi affrontati in queste costruzioni possono così riassumersi: *a*) Ridurre il peso dei veicoli a vuoto; *b*) Ridurre la potenza motrice per le grandi velocità, studiando opportunamente il profilo del convoglio; *c*) Sottrarre il motore termico alle influenze delle caratteristiche della strada; *d*) Permettere un'accessibilità sufficiente alle parti del motore termico, durante la marcia; *e*) Evitare che le vibrazioni delle trasmissioni si trasmettano al compartimento dei viaggiatori. Tali problemi sono in massima risolti ed un largo campo di applicazioni è aperto alla trazione Diesel-elettrica sulle strade ferrate. *E. R.*

Cinque anni di esercizio a trazione elettrica sulla Ferrovia del Nord di Mosca. (El. Bahnen, N. 11, novembre 1934, pag. 260). **41 v**

La rete elettrificata al nord di Mosca comprende le linee Mosca-Mytischtschi-Sagorsk e Mytischtschi-Tschomskaja lunghe complessivamente 90 km (270 km di binario) ed aventi carattere suburbano. L'energia per la trazione è fornita dalle Officine Elettriche di Mosca (Moges) e trasformata a 6 ed a 30 kV in due cabine. Le sottostazioni di conversione, in numero di sei, sono tutte equipaggiate con raddrizzatori a vapore di mercurio i quali convertono l'energia trifase in continua a 1500 V. La potenza totale installata nelle sottostazioni è di 16 000 kW. La linea di contatto è a catenaria con filo di contatto a tensione meccanica regolabile e fune portante fissa. I treni sono composti da un'automotrice e da due rimorchiate, una di testa e l'altra di coda. Ciascuno dei quattro assi della motrice è comandato da un motore da 150 kW con sospensione tipo tram. Il comando della vettura è automatico con contattori elettropneumatici e relais di accelerazione. L'esclusione di quest'ultimo consente il comando manuale della motrice. I motori ausiliari ed il circuito di riscaldamento sono alimentati alla tensione di linea. I circuiti ad alta tensione sono protetti contro i sovraccarichi mediante valvola: per i circuiti dei motori sono pure previsti un relais a massima corrente ed un relais a tensione nulla. Per l'alimentazione dei circuiti di comando e dell'impianto luce, è disponibile un gruppetto convertitore con dinamo a 50 V ed una batteria da 90 Ah. Le vetture sono lunghe 20 m e larghe 3,5 m; esse sono capaci di 150 posti. *V. D. Ma.*

VARIE.

L'apparecchiatura elettrica. (La Tech. Mod., 15 marzo 1935, pag. 211-217, con 19 fig.). **42**

La nota costituisce una rassegna varia dell'apparecchiatura elettrica e sue applicazioni. Un posto notevole è dato dai comandi centralizzati dei circuiti a debole e media intensità, quali i circuiti di illuminazione, di riscaldamento ecc., nei grandi stabilimenti, opifici, uffici, ecc. Questi comandi sono ispirati al concetto di grande semplicità e sicurezza: si hanno quindi organi di chiusura a scatto libero e ad apertura comandata, doppie protezioni contro le sovracorrenti a scatto elettromagnetico e termico; un'altra innovazione è data dai quadri blindati. Per il controllo e comando i contattori si diffondono nei campi più disparati, perchè il loro funzionamento è estremamente semplice venendo esso regolato in generale da bottoni pulsanti. Diverse illustrazioni mettono in evidenza particolari di apparecchiatura e contattori. Seguono i comandi a cellula fotoelettrica, per esempio per manovra di una porta per il passaggio di un veicolo, taglio rapido di un filo svolgentesi, comando di aghi degli scambi, ecc. Oltre le numerose applicazioni nel campo dei film sonori, nel campo delle misure, dei dosaggi, ecc. Un cenno è pure rivolto agli strumenti di misura e controllo più recenti, galvanometri, ohmetri, ecc., e ne sono illustrati gli attuali perfezionamenti. *E. R.*

CRONACA TECNICA

APPLICAZIONI VARIE.

6 c Per pulire le vasche di decantazione delle acque di fognatura di una grande città è stata costruita una **grue a ponte** con una luce di 24 m ed un peso di 65 tonn., l'impianto può sollevare fino a 2700 m³ di melma al giorno (*The El. J.*, dicembre 1934, pagg. 468-470). La grue porta un motore a benzina da 64 kW accoppiato con una dinamo da 30 kW a 1200 giri/minuto e 250 volt. Per lo spostamento della grue serve un motore che può sviluppare 2,5 kW a 500 giri/m con eccitazione compound; la velocità di spostamento è di 3,6 m/minuto. Lo stesso motore può funzionare con eccitazione in serie dando 7,4 kW con 1500 giri/minuto; la velocità di spostamento è allora di 46 m/minuto. Il carrello è spostato da un motore da 7,4 kW a 1000 giri al minuto che può imprimergli una velocità da 9 a 22 m/minuto; il motore viene arrestato in fine corsa automaticamente in circa 1 cm in modo da avvicinare il più possibile i bordi della vasca, il peso del carrello è di 25 tonn. In caso di interruzione della corrente i motori vengono arrestati automaticamente. L'apparecchio di sollevamento della melma è comandato da un motore di 15 kW a 685 giri/minuto; per il trasporto sui vagoni servono due motori da 3,7 e da 1 kW rispettivamente a 1050 e 1300 giri/minuto.

Tutte le strutture del ponte sono state saldate autogenicamente; colla costruzione chiodata di tipo comune, il peso del ponte sarebbe stato di 22 tonn. maggiore. Si ritiene di potere usare la melma così estratta come combustibile, previa essiccazione, polverizzazione e mescolamento col 10 % di polvere di carbone poichè il potere fertilizzante è scarso mentre le spese di trasporto vengono a gravare sensibilmente sull'esercizio. *I. L.*

6 **Un apparecchio di segnalazione delle rotte notturne** per aeroplani è descritto da Besnard in *R.G.E.* (12 gennaio 1935, pagg. 63-67). Si tratta di un pilone metallico con faro girevole ed altre indicazioni luminose (numeri, ecc.) e la sua efficienza è legata al fatto che il funzionamento ne è completamente automatico cosicchè è possibile impiantare il dispositivo anche in zone deserte o di difficile accesso, poichè basta provvedere mensilmente al rifornimento di combustibile del gruppo elettrogeno costituito da un motore Diesel da 7,5 kW, 4 cilindri, 1500 giri al minuto e da una dinamo. La messa in marcia del gruppo e l'arresto avvengono automaticamente ad ore prestabilite per mezzo di un orologio astronomico a contatti regolabili che provvede alla chiusura o all'apertura di determinati circuiti. Una batteria di accumulatori assicura l'energia enecessaria per far partire il Diesel, dopo di che, alimentati dalla dinamo entrano in funzione il faro e le altre segnalazioni luminose. Speciali dispositivi regolano la temperatura dell'acqua di raffreddamento del motore, fornita con largo margine. È prevista la possibilità di poter comandare a distanza il gruppo con radiotrasmissioni. *G. Cc.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

14 b La conducibilità elettrica dell'aria in zone raggiunte dal fulmine è stata verificata con una serie di esperienze nel Massiccio Centrale da Viel che ne dà notizia in *R.G.E.* (15 dicembre 1934, pagg. 837-41). I risultati confermano la teoria Dauzere, secondo la quale il fulmine sembra comportarsi come se fosse attratto dai punti ove la ionizzazione totale è relativamente intensa e gli ioni negativi predominano. L'A. riferisce pure le misure svolte sistematicamente lungo le faglie del bacino carbonifero di S. Etienne.
G. Cc.

ELETTROTECNICA GENERALE.

15 c Il calcolo delle bobine cilindriche senza nucleo di ferro è esposto da J. Hak in *R.G.E.* (22 dicembre 1934, pagg. 875-81). L'A. svolge la formula per l'induttanza propria $L = n^2 D \Phi$ dando per la funzione Φ una rappresentazione grafica che permette il calcolo rapido dei termini dello sviluppo in serie e del valore di Φ. Mostra infine, attraverso un esempio numerico, l'errore che si commette assimilando una bobina reale a una bobina cilindrica geometrica.
G. Cc.

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

16 b Sulla conferenza internazionale di Fisica tenuta nell'ottobre 1934 a Londra sono riportate notizie in *The Elec.* 12 ottobre 1934, pag. 467. In base a ricerche eseguite a grandissima altezza nell'atmosfera il professor Millikan riaffermò la convinzione che la radiazione cosmica primaria sia della natura dei fotoni e non costituita da particelle. L'origine dell'energia delle radiazioni cosmiche non sembra poter essere altro che una conseguenza delle trasformazioni della materia in energia secondo l'equazione di Einstein. Sono state osservate in qualche caso energie dell'ordine di 10 miliardi di elettroni volt e non sembra che esse possano avere altra origine fuorchè un improvviso e completo annichillimento di interi atomi di elio, carbonio, ossigeno, ecc. Sono anche ricordate le recenti esperienze di Fermi sulla produzione di radio attività artificiale mediante bombardamento di neutroni.
Ri.

IMPIANTI.

20 f La nuova centrale a motori Diesel di Kubel (Svizzera) prevista per servizio di punta è descritta da Balmer in *R.G.E.* (8 dicembre 1934, pagg. 821-30). Comprende tre gruppi della potenza di 5400 kW a 187 giri al minuto, costituiti da 8 cilindri a due tempi e a doppio effetto tipo Sulzer; pressione d'iniezione 400 ÷ 600 kg/cm² secondo il carico. L'avviamento a pieno carico e la messa in parallelo possono avvenire in cinque minuti. Il consumo di combustibile per kWh varia da 245,8 a 247,9 grammi, per carichi variabili dal 75 % di quello normale al 115 %.
G. Cc.

MATERIALI.

26 f In uno studio sugli oli per trasformatori pubblicato in *R.G.E.* (29 dicembre 1934, pagg. 925-29). Dupui rivolge l'attenzione a quelle prove che è possibile e consigliabile di fare periodicamente dalle società esercenti grandi trasformatori. Si tratta della misura della viscosità, di quella dei punti d'infiammabilità e di congelamento; della determinazione del tenore di acidi e di zolfo; della valutazione della tendenza a formare depositi. Di queste prove l'A. richiama le norme per l'esecuzione ed indica i valori medi che si debbono verificare in un buon olio.
G. Cc.

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

29 v Alcune notizie sui motori sincroni del tipo a induttanza variabile sono esposte in *The Elec.* 21 settembre 1934, pag. 362. Questi motori consistono essenzialmente di uno statore con avvolgimenti, cilindrico o a poli salienti, e di un rotore a poli salienti che non porta alcun avvolgimento. Alimentando lo statore a corrente alternata e portando il rotore alle velocità di sincronismo si manifesta una coppia che mantiene la rotazione. La teoria del motore viene brevemente esposta. Questi motorini si prestano per potenze assai piccole, come ad esempio per comando di orologi elettrici e per altri servizi analoghi. La costruzione più semplice è quella con statore a 2 poli, colla quale la velocità di sincronismo per frequenze di 50 per/sec è di 3000 giri al minuto; si possono anche ottenere regimi di velocità inferiori al sincronismo, utilizzando le armoniche della curva di variazione dell'induttanza.
Ri.

RADIOTECNICA.

34 b Il nuovo sistema di classifica delle valvole europee. — Dall'articolo dell'Ing. Flanze comparso nel n. 38 del 20 settembre 1934 dell'*E.T.Z.* si rileva il nuovo sistema razionale di classifica delle valvole europee accettato dalle Case costruttrici Telefunken, Valvo e Philips.

Ogni valvola è contrassegnata da due o più lettere e da una cifra: la prima lettera dà il sistema di riscaldamento, le lettere successive indicano il tipo di valvola: una sola lettera se si tratta di diodo, triodo, ecc.; due lettere se si tratta di valvola multipla diodo-triodo, diodo-pentodo, ecc. La cifra indica la serie sviluppata.

La tabellina che dà la chiave delle designazioni è la seguente:

Lettera	Significato della lettera	
	al primo posto	ai posti successivi
A	4 V indiretto	Diodo semplice
B	180 mA ind. c.c.	Doppio diodo
C	200 mA ind. c.c. e c.a.	Triodo a. f.
D	— —	Triodo di potenza
E	6,3 V indiretto	Tetrodo
F	13 V indiretto	Pentodo a. f.
H	4 V diretto	Exodo
K	2 V diretto	Ottodo
L	— —	Pentodo di potenza
Y	— —	Raddrizzatrice mezza onda
Z	— —	Raddrizzatrice onda intera

Così la valvola AK 1, secondo la tabella, significa un ottodo a riscaldamento indiretto 4 V. Invece una valvola contrassegnata da ACH 1 è un triodo-exodo a riscaldamento indiretto 4 V.
Tt.

STATISTICA.

36 Della produzione di energia elettrica nella provincia sassone e nell'Anhalt in Prussia è detto in *E.T.Z., n.* 32 del 9 agosto 1934, pag. 788-790. — La produzione annuale di energia è in questa parte della Germania di circa 1,5 miliardi di kWh; l'energia viene prodotta specialmente in centrali termiche che bruciano sul posto la lignite, di cui la regione è provvista. La distribuzione è fatta da un unico ente; la ripartizione del carico è eseguita attraverso un posto centrale. Lo sviluppo delle linee ad alta tensione a 100.000 e 50.000 volt è di circa 700 km.
Tt.

36 La produzione di energia elettrica nel Braunschweig è molto frazionata, in relazione allo spezzettamento del territorio. La città di Braunschweig è alimentata da una centrale termica con un carico di circa 10.000 kW, mentre la potenza installata è di 24.400 kW. La rete di distribuzione è a 6000 volt e a bassa tensione, con uno sviluppo quest'ultima di circa 900 km. (*E.T.Z.*, 9 agosto 1934).
Tt.

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

38 f Sui sistemi di esplorazione a velocità variabile in televisione sono esposte notizie in *Annales P. T. T.* febbraio 1935, pag. 116. In questi sistemi l'intensità del fascetto catodico rimane costante, mentre negli altri sistemi di televisione essa è modulata dall'immagine; invece la velocità istantanea di spostamento del fascetto cotadico, che generalmente è tenuta costante, viene fatta variare in ragione inversa dell'intensità delle tinte da riprodurre. I vantaggi del sistema di televisione con esplorazione a velocità variabile consistono essenzialmente nella sincronizzazione facile ed automatica e in un aumento della chiarezza delle imagini riprodotte e della concentrazione dei particolari nelle regioni più chiare dell'imagine; essi però hanno l'inconveniente di non prestarsi allo stato attuale della tecnica alla trasmissione diretta di immagini all'aperto, richiedendo l'intermediario di una fotografia o di una cinematografia.
Ri.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

40 c Le nuove norme per gli impianti elettrici nelle abitazioni recentemente emanate dall'Associazione degli Ingegneri inglesi sono discusse in *The Elec.* 21 settembre 1934, pag. 354. Esse contengono parecchie disposizioni nuove specialmente riguardo alle messe a terra di protezione. Vengono fra l'altro prescritti dispositivi di interruzione automatica di protezione contro le correnti di perdita superiori a 30 mA. Viene anche prescritta la installazione in locali pericolosi (come i gabinetti da bagno) di una speciale sbarra di terra, alla quale devono essere connessi tutti gli oggetti di metallo e le tubazioni esposte nel locale, ivi compresi anche i tubi da gas. Parecchie altre prescrizioni modificano sostanzialmente le norme precentemente vigenti.
Ri.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 a La nuova direttissima Bologna-Firenze trova ampia descrizione in una monografia di Jean Virgitti su *R.G.E.* (5 gennaio 1935, pagg. 13-32). L'autore tratta tanto della parte relativa alla costruzione delle gallerie e delle varie opere d'arte, quanto del complesso riguardante l'impianto elettrico di trazione.
G. Cc.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

Minuta di Verbale della Seduta plenaria tenuta a Milano il 28 Aprile 1935-XIII

ORDINE DEL GIORNO:

I. - Comunicazioni della Presidenza.
II. - Relazioni dei Presidenti dei Sottocomitati.
III. - Riunione Plenaria internazionale all'Aja ed a Bruxelles (giugno 1935).
IV. - Bilanci.
V. - Eventuali.

Hanno firmato il foglio di presenza: Lombardi, *Presidente;* Barbagelata, *Segretario;* Abbo, Albanese, Alessandri, Allan, Anastasi, Attisani, Bacchini C., Banfi, Bauchiero, Bassi, Bianchi G., Bordoni U., Bosco-Lucarelli per Istituto Sperimentale FF. SS., Bosone, Bottani, Bovone, Brunetti, Canesi, Capetti, Chiesa, Colombo, Dalla Verde, Danesi, De Ferrari, Del Buono, Elena, Fachini, Faletti, Ferrando, Frates, Giorgi G., Ghetti, Gnesutta, Gorio, La Valle, Maggi, Marino, Martinez Molinari, Morelli, Muggia, Mungioli, Neri G., Niccolai, Norsa, Palestrino, Panara, Passerini, Pedroli, Peri Pernigotti, Perucca, Porro, Pramaggiore, Revessi, Rigatti, Righi, Rinaldi, Rolandi, San Nicolò, Santuari, Semenza M., Silva G., Soleri, Someda, Todesco, Usigli, Virgili.

Hanno giustificato l'assenza: Azzolini, Boella, Brun, Campos, Canonici, Chiodi, Cita, Correggiari, Denina, De Santis, De Stefani, Emanueli, Furlanelli, Garibaldi, Maglione, Matteini, Neri F., Rebora, Ronchi, Ruberti, Selmo, Solari, Vallauri G., Vallauri R., Vannotti E.

I. - Comunicazioni della Presidenza.

Il Presidente *Lombardi,* dopo aver dato il benvenuto agli intervenuti, il cui grande numero è la prova migliore dell'interesse con cui viene seguita l'attività del nostro Comitato, ricorda con commosse parole i colleghi scomparsi dopo l'ultima nostra riunione: *Natale Ratti,* salito per virtù d'ingegno e forza di volontà da umili origini a posizione eminente nella tecnica, *Ingegnere ad honorem,* collaboratore attivissimo alle nostre Norme per i M.P.I.; *Angelo Silva* decano dell'A.E.I., Membro del S. C. Linee.

Passa quindi allo svolgimento dell'o. d. g.

Verbale della seduta precedente.

Fu pubblicato come minuta su *L'Elettrotecnica* del 5 dicembre 1934. Non essendo pervenute osservazioni, fu stampato in forma definitiva, trasmesso al Consiglio Nazionale delle Ricerche, alla A.E.I., alla Unfiel ed ai Ministeri, e distribuito a tutti i membri coll'invito all'odierna riunione.

Attività del Comitato in campo nazionale.

Senza pregiudizio delle maggiori notizie, che ci daranno i Presidenti dei singoli Sottocomitati, basterà qui ricordare che sono state oggi sottoposte al Consiglio Generale dell'A.E.I. ed al Comitato della Unfiel per la loro approvazione defintiva i fascicoli:

8 - 1 Norme Isolatori porcellana (2ª revisione).
8 - 2 Norme Isolatori vetro (1ª edizione).
7 - 1 Norme Conduttori rame nudo (1ª edizione).

È stato trasmesso al Ministero dell'Educazione Nazionale e verrà subito dopo sottoposto all'A.E.I. ed alla Unfiel il testo definitivo del fascicolo:

31 - 3 Norme per gli impianti negli edifici monumentali.

Sono pure in esame presso il Ministero competente le norme per i cantieri e per gli impianti elettroagricoli.

Sono in periodo di pubblico esame i fascicoli:

9 - 2 Norme per i raddrizzatori a vapori di mercurio a servizio di trazione.
9 - 3 Norme per le linee di contatto.
31 - 1 Norme per gli attraversamenti ed i parallelismi di linee aeree.

Stanno per essere pubblicati come schema i fascicoli:

20 - 1 Cavi isolati in carta (1ª revisione).
7 - 2 Conduttori in alluminio e leghe relative (1ª edizione).

Sono in preparazione:

3 - 1 Simboli e segni grafici (revisione).
2 - 1 Macchine (revisione).
9 - 1 Motori per trazione (revisione).
6 - 1 Lampade ad incandescenza (revisione).

ed altri di cui i Sottocomitati non hanno ancora dato notizie precise.

Si fa in proposito viva raccomandazione alla Presidenza dei Sottocomitati di inviare sempre alla Segreteria Centrale copia delle loro circolari ed un succinto verbale delle loro riunioni (Art. 8 del Regolamento).

In merito alle Norme per i Simboli e Segni grafici, il Presidente fa presente l'opportunità — dato il carattere speciale delle Norme stesse — di abbreviare la procedura, rinunciando alla pubblicazione preventiva come schema, ed al periodo di tre mesi di pubblico esame. L'assemblea consente nella proposta, salvo ottenere il benestare delle presidenze dell'A.E.I. e della Unfiel.

Comitato di Redazione.

Presidente: V'è luogo a compiacersi della intensa attività del Comitato di Redazione, ai cui membri deve essere qui rivolto il più vivo elogio. (*Approvazioni*).

Noi crediamo che l'opera di tale Comitato sarà sempre più importante e più apprezzata, man mano che l'attività del C.E.I. andrà sviluppandosi, e pensiamo sia opportuno disciplinare con alcune norme regolamentari i suoi compiti ed i suoi rapporti con la Presidenza dei Sottocomitati. Sostanzialmente tale regolamento dovrebbe riconoscere al C. d. R. — che sarà sempre in contatto con la Presidenza Generale — l'autorità di apportare ai testi predisposti dai Sottocomitati tutte le modificazioni *formali* ritenute necessarie per la migliore omogeneità ed il più perfetto coordinamento di tutto il corpo delle Norme. Quanto alle osservazioni di carattere sostanziale che il C. d. R. avesse occasione di fare, si dovrebbe decidere se sia preferibile che siano comunicate al Sottocomitato compilatore prima della pubblicazione come schema, oppure durante i tre mesi di pubblica discussione. Comunque la Presidenza si riserva di preparare su tali basi uno schema di regolamento, da sottoporre tempestivamente ai colleghi per la discussione e l'approvazione nella seduta plenaria del prossimo autunno. (*L'assemblea approva*).

Attività del Comitato in Campo Internazionale.

Essa è stata notevole, nell'ultimo semestre, con le riunioni a Praga di sei Comitati di Studio, e con le riunioni di Parigi (Vocabolario). Zurigo e Berlino (Interruttori) e pure di Berlino (Interferenze radiofoniche). Di tali riunioni ci daranno notizia i Presidenti dei Singoli Sottocomitati.

Della riunione plenaria, che si terrà il prossimo giugno all'Aja ed a Bruxelles, ci occuperemo al N. 3 dell'O. d. G.

Ricordiamo qui invece che, subito dopo tale riunione, si avrà a Parigi dal 27 giugno al 7 luglio la ottava sessione biennale della Conferenza Internazionale delle Grandi Reti, a cui l'Italia partecipa con due soli rapporti dovuti ai colleghi Artini ed Angelini. Alla Sessione si sono finora iscritti una quindicina di colleghi; ma le iscrizioni non sono ancora chiuse, e la segreteria può dare schede di iscrizione e tutte le indicazioni necessarie a chi intendesse partecipare alla riunione, che non sarà certo meno interessante delle precedenti.

La questione delle lingue fu risolta abilmente, dicendo nello Statuto e nel Regolamento che sono ammesse tutte le principali lingue usate nella tecnica, senza nominarne alcuna. Per altro nei bollettini della Segreteria si citano ad es., il francese, l'inglese, il tedesco e l'*italiano*, ed in tali quattro lingue sono compilate le schede di iscrizione ed altri documenti annessi.

(I presenti manifestano la loro soddisfazione).

Nuove nomine.

Il Presidente comunica che il Consiglio Generale dell'A.E.I. nella sua recente seduta ha approvato:

l'inclusione dell'Ing. *A. Righi* nel Sottocomitato Simboli, su proposta del Presidente Sartori.

l'inclusione del Comm. *Batori,* in rappresentanza delle FF. SS. nel Sottocomitato Conduttori nudi (proposta dal Presidente Dalla Verde).

la nomina dell'Ing. *Tranquillo Novelli* in sostituzione del compianto Ing. Ratti nel Sottocomitato Motori Primi Idraulici.

la nomina dell'Ing. *Altmann* in sostituzione dell'On. Scotti nel Sottocomitato Tensioni (su proposta dell'On. Scotti).

La Presidenza dell'A.E.I. si riserva di provvedere alla sostituzione del compianto Ing. Silva nel Sottocomitato Linee.

II. - Relazioni dei Presidenti dei Sottocomitati.

Sottocomitato n. 1: **Nomenclatura.** Il Presidente Prof. *Lombardi,* cui è affidata anche la Presidenza della Sezione A del Comitato omonimo internazionale, riferisce intorno ai progressi compiuti dai lavori di questo.

La Sezione A ha tenuto a Parigi dal 2 al 5 gennaio di questo anno un gruppo importante di sedute, durante le quali vennero minutamente esaminate le ultime osservazioni, formulate dai Comitati Nazionali intorno ad altri Gruppi di definizioni già approvati in via preliminare nella Riunione del giugno 1934, e segnatamente quelle del Comiato britannico intorno al Gruppo I, di cui il Prof. Marchant aveva in precedenza allestito e trasmesso la traduzione

in lingua inglese. Appianate in tal modo le piccole divergenze derivanti dall'indole diversa delle due lingue e dalle tradizioni locali, venne definitivamente approvato il testo di questo Gruppo fondamentale in entrambe le lingue ufficiali, e la traduzione dei termini corrispondenti nelle lingue tedesca, italiana e spagnuola, già in precedenza compilata dai rispettivi comitati nazionali. Il Comitato francese, singolarmente benemerito del lavoro d nomenclatura, aveva l'altronde provveduto a mezzo del Dott. Wüster alla traduzione dei medesimi anche in esperanto, e si dimostrava nettamente favorevole alla inclusione di questa in aggiunta colle altre lingue predette.

Essendosi oramai riconosciuta la impossibilità di allestire prima della prossima riunione l'edizione completa del Vocabolario, e d'altronde avendo la Presidenza Centrale manifestato l'opinone che la inclusione definitiva dell'Esperanto fra le lingue ammesse non potesse deliberarsi senza un voto esplicito dell'assemblea, si convenne col suo consenso che la traduzione dei soli termini in questa lingua potesse ammettersi nella edizione preliminare del Gruppo I, la quale sarà presentata all'Aja nel prossimo giugno, e darà luogo per questo riguardo, e intorno a tutte le altre modalità della pubblicazione, ad una discussione esauriente. Da parte del Comitato Italiano una più severa riserva o netta opposizione alla prudente risoluzione caldeggiata dal Comitato francese sarebbe apparsa intempestiva e preconcetta, mentre si sta organizzando a Roma per l'estate prossimo un Congresso internazionale di Esperanto, che avrà probabilmente per effetto di acquisire a questa lingua più larghe simpatie anche nel nostro Paese.

Per la stampa dell'edizione preliminare del Gruppo I vennero in tale occasione stipulati gli accordi con la *Revue Générale de l'Electricité*, presso la quale si trova ormai in stato avanzato il lavoro relativo.

Nella stessa Riunione del gennaio la Sezione A ha parimenti esaminate le osservazioni trasmesse dai Comitati Nazionali intorno ai Gruppi di definizioni II (Macchine e Trasformatori) e VI (Trazione), redatti a loro tempo dal Comitato francese, e già discussi preliminarmente nella Riunione del giugno 1934. Piccole varianti vennero ancora apportate al Gruppo XII (Rariocomunicazioni) in relazione al lavoro compiuto dal Comitato speciale di nomenclatura, designato dal Comitato Consultivo internazionale.

In tal modo il testo francese ebbe per tutti i Gruppi la definitiva approvazione, e potè rimettersi al Comitato britannico per la traduzione inglese, nell'esame della quale potrà esclusivamente riconoscersi l'opportunità di piccoli coordinamenti, a somiglianza di quelli introdotti nel Gruppo I.

La Sezione A ha anche abbordato la questione della eventuale aggiunta al Vocabolario Elettrotecnico Internazionale di un Gruppo di definizioni concernenti la Elettroacustica, di cui si va ogni giorno più accentuando la importanza ed estendendo il Campo di ricerca e di applicazione. Ma anche tale questione, di interesse generale, venne deliberatamente riservata alla prossima assemblea del Comitato plenario, presieduto dal Prof. Janet.

La Sezione B, cui è demandato lo studio delle Unità e Grandezze Elettriche e Magnetiche, per la lunga assenza del suo Presidente Prof. Kennelly, che dovette subire una grave operazione di cataratta, non tenne durante l'anno scorso alcuna riunione; essa fu però rappresentata da alcuni suoi Membri alla Riunione della speciale Commissione per i Simboli, le Unità e la Nomenclatura (S U N) creata in seno alla Unione Internazionale di fisica pura e applicata, e convocata a Londra al principio di ottobre. Questa, la quale nella riunione ufficiosa del 1932 a Parigi aveva sostanzialmente riconosciuto il sistema pratico di unità elettriche, adottato dalla Commissione Elettrotecnica Internazionale, e appoggiato a quello assoluto C G S, approvò in questa occasione anche la tabella delle Unità elettromagnetiche, proposta dalla Commissione Elettrotecnica, promovendone la sanzione dell'Unione Internazionale di Fisica senza pregiudizio delle risoluzioni definitive che l'una e l'altra potranno più tardi adottare intorno alla razionalizzazione delle unità, caldeggiata dal Prof. Giorgi.

A tale riguardo è probabile che una discussione ulteriore abbia luogo in seno al Comitato plenario di nomenclatura nella prossima riunione indetta all'Aja fra il 18 e il 21 di giugno. Ivi dovrà definitivamente dibattersi l'adozione del sistema generalizzato M K S, proposto dal nostro Collega, e sul quale venne in questo tempo promossa la discussione di tutti i Comitati nazionali. Per illustrarlo più ampiamente il Prof. Giorgi, dietro invito della Sezione B del Comitato di Nomenclatura, ha redatto una pregevole Memoria, che l'Ufficio Centrale ha largamente diffuso fra i comitati nazionali, e che servirà di base per la discussione, essendo per ora completamente aperta la questione della scelta della 4ª unità fondamentale; per questa il Giorgi apertamente suggerisce la unità attualmente esistente e internazionalmente riconosciuta di resistenza, laddove i lavori preliminari del Comitato consultivo di Elettricità, annesso all'Ufficio Internazionale dei Pesi e Misure, permettono di auspicare l'ohm assoluto, ragguagliato al multiplo 10^9 dell'unità assoluta C G S. Alla estensione del Sistema M K S, con l'adozione della unità di resistenza come 4ª fondamentale, il Comitato Italiano si è pronunciato concordemente favorevole, auspicando però a maggioranza che essa, al pari delle unità di massa e di lunghezza venga rappresentata da un campione concreto, la cui grandezza potrà essere convenientemente fissata per convenzione internazionale, senza la necessità di continuarla a riferire all'Unità assoluta C G S.

Essendo il Comitato consultivo di elettricità convocato a Parigi (Sèvres) pel 24 settembre, è molto probabile che un accordo definitivo possa essere all'uopo adottato in base ai risultati delle ultime misure assolute eseguite nei grandi laboratori nazionali di Berlino, Taddington e Washington. Quest'ultimo preconizza per la realizzazione dei campioni relativi una lega speciale, di cui le prolungate esperienze in questi ultimi anni hanno permesso di controllare la invariabilità nel tempo con la approssimazione di qualche milionesimo.

Sottocomitato n. 2: **Macchine Elettriche.** Il Presidente, Prof. Morelli, comunica il seguente Rapporto:

I. - *Norme nazionali.* — *La Sottocommissione di Redazione* composta dei Proff. Barbagelata, Rebora, Correggiari, Palestrino e Lado, attende con sollecitudine e competenza al triplice incarico affidatole in relazione alla revisione delle Norme Nazionali approvate nel 1932; e cioè raccoglie e vaglia le osservazioni, varianti o nuove proposte presentate dai soci della A.E.I. e della U.N.F.I.E.L.; tiene conto delle deliberazioni definitive della Commissione Elettrotecnica Internazionale; ed infine riordina tutta la materia in conformità di quanto stabilito dalla Presidenza generale per una opportuna uniformità di compilazione delle varie Norme del C.E.I.

Nello stesso tempo si stanno mettendo in forma definitiva le proposte da tempo presentate dagli Egregi Colleghi *Correggiari, Vannotti e Lado* per i *nuovi Capitolati di Norme* relativi ai trasformatori a intensità costante, a più avvolgimenti od adibiti al servizio dei convertitori a mercurio.

È sperabile, se arriveranno in tempo le osservazioni dei Soci e le deliberazioni della Commissione Internazionale che si riunirà nella seconda metà del prossimo giugno a Scheveningen e Bruxelles, che noi possiamo aver pronta per la nostra riunione autunnale la Bozza riveduta e riordinata delle nuove Norme Macchine Elettriche.

I. - *Norme internazionali.* — Al lavoro internazionale il nostro Comitato contribuisce inviando, come richiesto, entro il corrente mese al Segretario di Londra della I.E.C. un nostro Rapporto che risponde a tutti i quesiti sottoposti all'esame dei vari Comitati Nazionali dopo le deliberazioni prese a Praga nel 1934 e che sono state chiaramente riassunte dal nostro Delegato, il Chiarissimo Prof. *Barbagelata*, validamente assistito dall'Egr. Ing. *Wagner*. Le nostre risposte si basano sul loro Rapporto, sul Documento Ufficiale R. M. 101 (compte-rendu de la réunion de Prague octobre 1934) e sulla lettera riassuntiva del 25 gennaio 1935 preparata dalla *British Standards Institution* che funge da *Sécrétariat* per questa parte relativa alle Macchine elettriche (Sottocomitato Internazionale N. 2). Per questo nostro Rapporto la Presidenza ha sottoposto all'esame approfondito ed alla competenza dei Colleghi una Bozza che, in base alle osservazioni fatte, è stata redatta nella forma del Rapporto definitivo allegato alla presente Relazione ed inviata a Londra. In esso si distinguono sostanzialmente tre classi di Quesiti:

1º) Quesiti per i quali si attendono tuttora le Relazioni di Sottocomitati Internazionali o di Relatori appositamente incaricati di studi od esperimenti più approfonditi e ritenuti necessari per ulteriori deliberazioni. Quesiti quindi pei quali ogni decisione è per ora internazionalmente rinviata:

Quesito N. 2 - riscaldamento dei supporti
» N. 5 - regime intermittente
» N. 12 *a. b.* - prove dielettriche fra spire
» N. 13 - prove dielettriche dei passanti
» N. 14 *a. b.* - determinazione del rendimento e delle perdite
» N. 16 - analisi delle forme d'onda
» N. 17 - sistemi di chiusura e protezione
» N. 18 - definizione della corrente istantanea di corto circuito
» N. 19 - prese intermedie dei trasformatori.

2º) Quesiti per i quali nelle riunioni di Parigi 1933 e di Praga 1934 il Comitato Internazionale di Studio N. 2 per le Macchine Elettriche, ha formulato le sue definitive proposte e che noi non siamo più invitati ad esaminare.

Quesito N. 1 - eccesso di coppia nei motori ad induzione
» N. 6 - classificazione delle materie isolanti
» N. 7 - fili smaltati
» N. 8 *a. b. c.* - tolleranze sulla qualità, forma d'onda, tensione di c. c.
» N. 9 *c.* - prova a massa per l'eccitazione dei motori sincroni e commutatrici
» 10 *a. b.* 11-12 - prove dielettriche sui trasformatori
» N. 15 - prove con spinterometri a sfere e tabelle relative.

3º) Quesiti che detto Comitato ha nella riunione di Praga deliberato di sottoporre di nuovo all'esame dei Comitati Nazionali con domande ben specificate e riassunte nella lettera-circolare del 25 gennaio 1935 del Segretariato di Londra.

Quesito N. 3. - *Lista delle indicazioni da indicarsi nelle domande di offerta e nelle indicazioni di macchine elettriche.* — Il nostro Comitato ha dato la sua approvazione al documento 2 (Ser.) 232 per quanto si riferisce a detta lista di indicazioni preparata dal Segretariato.

Inoltre poi ha preparato nell'*allegato A al nostro Rapporto* la lista che ci è richiesta delle indicazioni da mettersi sulle *targhe* delle macchine, prendendo come base la lista che risulta alle pagine 25 e 54 delle Norme A.E.I. del 1932.

Quesito N. 4. - *Impiego del termometro in aggiunta al metodo di misura per variazione di resistenza.* — Si approvano varie deliberazioni prese a Praga per varianti o aggiunte alla Tabella I del fascicolo 34; si risponde negativamente alla proposta di un ulteriore aumento di 5° nei valori indicati nel secondo rinvio di detta tabella.

Quesito 9 *a* - *Prove a massa in generale.* — Si respinge un nuovo metodo di prova per piccole macchine (potenza inferiore a 3 kW; tensione inferiore a 2200 volt) confermando anche per esse la norma generale specificata nell'articolo 220 del fascicolo 34.

Quesito 9 *b* - *Prove a massa delle eccitatrici.* — Si richiede la definizione della «*tensione nominale*».

Quesito N. 20. — *Definizione della corrente nominale nei trasformatori.*

Fra le 3 proposte fatte dal Segretariato, si scelgono e si completano alcune definizioni di potenza, correnti e tensioni nominali.

Il nostro Sottocomitato ritiene di aver per ora completamente esaurito il suo lavoro per quanto riguarda il contributo da portare alle prossime riunioni di Scheveningen e di Bruxelles e affidando l'incarico alla Delegazione Italiana *di sostenere le sue proposte* si propone nella revisione in corso delle Norme Italiane di essere, come sempre nel passato e per quanto possibile, ossequente alle deliberazioni internazionali.

Sottocomitato n. 3: **Simboli.** Il Segretario Barbagelata comunica una lettera del Prof. *Sartori*, Presidente del S. C., il quale informa che il Sottocomitato ha continuato il lavoro relativo all'aggiornamento delle tabelle dei Simboli, delle Unità e altri segni caratteristici, di cui egli tenne parola nella Riunione di Gardone il 23 settembre 1934. La stampa di tutto il voluminoso materiale, compresi i Segni grafici per le correnti deboli, nonchè per la Radio Telegrafia e la Radio Telefonia, è ormai pronta e potrà essere pubblicata quanto prima.

Il Sottocomitato sta poi preparandosi per la prossima riunione di Bruxelles, dove il Comitato studi N. 3 della Commissione Elettrotecnica Internazionale intende mettere in discussione una proposta per segni grafici relativi ai relais. Il Sottocomitato italiano procurerà di presentarsi con proposte proprie ispirate a criteri di semplicità e di chiarezza, limitando ad un minimo i segni da adottarsi internazionalmente.

Sottocomitato n. 4: **Motori primi idraulici.** — Il Presidente, Prof. *Rebora*, ha inviato la seguente lettera:

«Prevedendo di non poter presenziare il 28 corr. alla riunione plenaria del Comitato Elettrotecnico Italiano, mi pregio comunicarLe che, nel preparare la modifica al testo delle Norme Motori Primi Idraulici in relazione ai suggerimenti del Comitato di Redazione e riflettenti l'ordine e la disposizione della materia, ho ritenuto opportuno di introdurre nelle Norme stesse alcuni completamenti che la pratica ha consigliati.

La compilazione del nuovo testo è ormai a buon punto, e conto fra breve di sottoporla per l'esame e la discussione ai Membri di questo Sottocomitato, dopo di che il testo verrà pubblicato come schema per i tre mesi di pubblico esame».

Sottocomitato n. 5: **Motori primi termici.** — Il Presidente, Prof. *Anastasi*, comunica:

Norme nazionali per le turbine a vapore a condensazione. — Il testo delle «Norme nazionali per le turbine a vapore a condensazione», studiato vario tempo addietro e fatto oggetto di una prima redazione, quindi esaminato e discusso in seno al Sottocomitato, è stato ora redatto in una nuova forma in base alle osservazioni ed ai suggerimenti ricevuti.

Su proposta del Collega Ing. Orlando, approvata a suo tempo nella riunione di Sottocomitato avvenuta nell'autunnno 1933 a Sorrento, sono state aggiunte al primitivo testo:

1°) Uno schema di relazione di prove di collaudo;

2°) Un'appendice, contenente l'elenco delle caratteristiche da indicare nelle richieste di preventivi o nelle ordinazioni di turbine a vapore.

Queste due parti aggiunte sono tratte quasi integralmente dalle Norme internazionali della C.E.I.

Giova ricordare che le «Norme» che ora si presentano riguardano la sola turbina o anche, per quanto riguarda la potenza ed il consumo sperifico, l'intero gruppo turbo-generatore. L'impianto di condensazione non è direttamente oggetto delle «Norme», almeno per il momento; ma le misure più importanti necessarie per le prove di collaudo del condensatore, ovvero, secondo la pratica corrente in Italia, del complesso turbina-condensatore, sono già incluse nelle «Norme».

Una aggiunta di ampiezza relativamente molto modesta, aggiunta che è in preparazione, consentirà dunque di estendere esplicitamente le «Norme» al complesso turbina-condensatore. Del resto esse sono già da ritenere come una guida sufficiente anche per chi debba procedere alle prove dell'insieme ora indicato.

Forse non è superfluo osservare che la considerazione del comportamento della sola turbina, indipendentemente da quello del condensatore, giova non solo nel caso, forse un po' infrequente in Italia, di forniture separate dei due apparecchi, ma anche per dar modo al collaudatore di localizzare le eventuali deficienze manifestate dal complesso in confronto delle garanzie contrattuali.

Estensione delle Norme sulle turbine a vapore. — Data l'importanza industriale assunta dalle turbine a vapore a contropressione, a ricupero parziale o totale, ecc., il Comitato n. 5 della C.E.I. ha già esaminato come si possano estendere a tali tipi di turbine le «Norme internazionali» già pubblicate.

La questione fu già in parte discussa per corrispondenza in seno al nostro Sottocomitato e l'esame viene ora ripreso in vista della riunione di Scheveningen.

È chiaro peraltro che l'interesse presentato dai tipi di turbine ora accennati non è soltanto elettrotecnico. Perciò il C.E.I. dovrà pei decidere se ad esso convenga di assumersi l'emanazione di Norme nazionali concernenti tali macchine.

Norme sui motori a combustione interna.

La questione dei motori a combustione interna venne discussa già preliminarmente a Stoccolma in seno al Comitato di studio n. 19 con l'intervento della rappresentanza italiana; poi elaborato dalla Segreteria, presso il Comitato americano.

Il Sottocomitato italiano riprende ora in esame l'argomento per prepararsi alla nuova riunione che si avrà in giugno a Bruxelles dello stesso Comitato di studio, alla quale sembra sin da ora assicurato l'intervento di una rappresentanza italiana notevole.

Sottocomitato n. 6: **Illuminazione.** — Il Presidente, Prof. *Bordoni*, dà le seguenti notizie:

Nell'ultima riunione del C.E.I., vennero illustrati i criteri che il Sottocomitato Illuminazione aveva ritenuto di dover adottare nella revisione delle Norme per le lampade; e, in particolare, il criterio di introdurre nelle Norme stesse la tabella dei valori individuali minimi iniziali (dopo stabilizzazione) consentiti per le efficienze dei singoli tipi di lampade. La importanza di questa novità può essere indirettamente misurata dalle non lievi difficoltà che il Sottocomitato ha trovato per giungere ad un accordo sulle cifre della tabella; dovendosi ovviamente cercare di contemperare la necessità di promuovere il perfezionamento della tecnica della costruzione delle lampade (e, cioè, le efficienze alte) con lo stato effettivo della industria italiana e, anche, con la situazione di fatto in cui si trovano le reti di distribuzione di energia elettrica, dal punto di vista della costanza della tensione fornita agli utenti.

Dopo ripetute discussioni, per altro, l'accordo in seno al Sottocomitato è stato finalmente raggiunto; di modo che è ormai imminente la comparsa della nuova edizione, sostanzialmente modificata, delle «Norme» per le lampade ad incandescenza.

Sottocomitato n. 7: **Conduttori non isolati.** — Il Presidente, Ing. *Dalla Verde*, comunica:

Conduttori in rame. — Lo schema delle «Norme conduttori rame» sottoposte all'esame richiesto dal Regolamento, ha subito qualche lieve modifica in base alle osservazioni pervenute, sopratutto nel senso di precisare meglio de modalità di collaudo e di rendere la tabella delle sezioni normali, che si raccomandano a scopo di unificazione, più aderente alle formazioni e sezioni comunemente adottate.

Le norme conduttori rame hanno così ricevuto la loro forma definitiva, e la loro pubblicazione è stata fatta oggi.

Conduttori in alluminio. — Attraverso le laboriose discussioni svoltesi per corrispondenza ed in riunioni anche parziali del Sottocomitato e dei costruttori interessati, le bozze già predisposte nell'anno 1934 sono state modificate e migliorate; addivenendosi ad uno schema già pronto per l'inchiesta pubblica che comprende i conduttori in alluminio crudo, in alluminio-acciaio e in leghe di alluminio per linee aeree di trasporto d'energia.

Per alcune questioni controverse, come quella sulle prove di zincatura, su eventuali prove delle saldature, ecc. verranno eseguite ancora ricerche sperimentali d'accordo tra i costruttori ed i laboratori di prova; ma poichè tali prove saranno di lunga durata, si è preferito definire lo schema di norme, salvo procedere poi alle eventuali modifiche in una seconda edizione. Così per la zincatura si sono mantenute le abituali prove col metodo di immersione in soluzione satura di solfato di rame, ma è stata pure indicata come facoltativa una nuova prova di determinazione del peso dello strato di zinco.

Le prove che dovranno essere effettuate dai laboratori od in istallazioni sperimentali riguarderanno anche la questione di come possa essere meglio fissato il carico di rottura di conduttore cor-

dato bimetallico in confronto a quello dei fili elementari dei due metalli componenti, e la determinazione del modulo di elasticità dei conduttori cordati.

A detto riguardo si potrà tener calcolo anche dei risultati dell'inchiesta internazionale eseguita dal Prof. V. List di Brno, presidente del Comitato Internazionale di calcolo delle linee aeree.

Nuovi lavori del sottocomitato. — Durante la discussione dello schema di norme dei conduttori in rame e in alluminio, è risultato che pei conduttori in questi metalli, destinati alle linee di telecomunicazione, alcune specificazioni potevano non essere convenienti, ed alcune caratteristiche avrebbero potuto essere diverse.

Si constatò la convenienza di procedere alla compilazione di norme apposite pei conduttori nudi (in bronzo, rame, ferro, acciaio, lega di alluminio, ecc.) destinati a linee di telecomunicazioni.

D'accordo colla Presidenza del Comitato si è quindi interessata l'Amministrazione delle Poste, Telegrafi e Telefoni e le Società Concessionarie delle reti telefoniche per aggregare all'attuale sottocomitato dei membri particolarmente competenti, per procedere alla compilazione di dette norme.

Con la pubblicazione delle norme sui conduttori nudi in rame ed in alluminio, alluminio-acciaio e leghe di alluminio per linee aeree di trasporto d'energia, occorrerà che vengano uniformate ad esse anche le specificazioni relative ai conduttori nudi contenute in altre norme, come ad es. nelle norme impianti e nelle norme per le linee di contatto delle ferrovie; e stiamo prendendo al riguardo accordi coi Sottocomitati interessati.

La Commissione Elettrotecnica Internazionale sulla riunione plenaria del prossimo giugno riunirà anche il Sottocomitato dell'Alluminio, che sarà convocato a Scheveningen. Questo Sottocomitato parteciperà ai lavori: in modo particolare potrà riferire sui lavori sperimentali che ha compiuto nel Laboratorio di Elettrochimica ed Elettrometallurgia del R. Politecnico di Milano, sotto la direzione del Prof. Scarpa, sulla conducibilità dell'alluminio ricotto e delle leghe di alluminio, e sulle caratteristiche di resistenza alla corrodibilità in atmosfere saline od industriali.

Sottocomitato n. 8: **Tensioni normali.** — Il Presidente, Ing. *Del Buono*, comunica il seguente rapporto:

Questioni nazionali. — Dopo la riunione plenaria tenutasi a Gardone il 23 settembre u. s. il nostro Sottocomitato si è interessato della messa a punto della nuova edizione delle Norme sugli isolatori di porcellana e della prima edizione di quelle sugli isolatori di vetro, il cui schema era stato pubblicato ne *L'Elettrotecnica* e nella *Energia Elettrica.*

Le osservazioni ricevute entro il termine di tre mesi sono state abbastanza numerose, ed hanno dato luogo, nelle due sedute del 12 marzo, ad un rimaneggiamento del testo primitivo.

Si tratta in massima parte di ritocchi formali, per rendere l'ordine delle nostre prove più conforme a quello delle Regole internazionali che — per opera del nostro Segretariato — sono già molto avanti, e per snellire un po' le vecchie prescrizioni.

Gli articoli che hanno subìto maggiori modifiche sono quelli relativi alla prova delle tensioni critiche, alla prova di perforazione in olio — la cui importanza è sempre più discussa — alla prova in vasca e alle correzioni delle tensioni critiche per effetto dell'umidità ambiente.

Per quanto riguarda gli spinterometri a sfera, si sono conservate nell'appendice le norme per il loro uso; ma si è espresso il parere che esse abbiano a formare — appena possibile — oggetto di una publicazione a sè stante; della cosa dovrebbe occuparsi la Segreteria Generale.

I due fascicoli di Norme sono stati già licenziati dal Sottocomitato e dovrebbero ritenersi definitivi.

Questioni internazionali. — Come si è detto, uno schema di Regole internazionali sugli isolatori di porcellana per linee aeree è stato di massima varato alle riunioni di Praga e sottomesso alla regola di sei mesi. Alla Segreteria — che come è noto è affidata all'Italia — sono già arrivate diverse osservazioni di vari Comitati Nazionali, fra le quali anche alcune da parte del nostro Sottocomitato.

Si è poi proposto — in sede internazionale — l'adozione dei valori 150 e 160 volt nella serie delle tensioni normali della C.E.I.; questi due valori sono infatti molto diffusi in Italia, rappresentando circa il 40 % degli utenti luce.

Questi argomenti saranno naturalmente all'ordine del giorno delle prossime riunioni di Bruxelles.

L'Ing. *Giorgi* chiede che il C.E.I. si faccia iniziatore di una normalizzazione delle capsule, dei perni e delle orbite degli isolatori sospesi. *Del Buono* ed *Aliprandi*, appoggiano la proposta.

Colombo e *Dalla Verde* fanno presente che la normalizzazione desiderata potrebbe essere compiuta dalla U.N.I. piuttosto che del C.E.I. Il Presidente *Lombardi* conchiude invitando l'Ing. Giorgi a presentare una proposta scritta, che sarà trasmessa alla Presidenza del Sottocomitato n. 8 con la raccomandazione di occuparsi della questione, presi gli opportuni accordi con la U.N.I.

Sottocomitato n. 9: **Trazione.** — Il Presidente, Ing. *Semenza*, comunica che il Sottocomitato ha ultimato la preparazione dei testi per le norme sul raddrizzatori e sulle linee di contatto. Questi testi sono attualmente in periodo di referendum e fra poco, verso la metà di maggio, il termine stabilito dal regolamento sarà trascorso, e si potranno quindi prendere in esame le osservazioni fatte.

Trattandosi di argomenti che verranno discussi nella prossima riunione Internazionale di Bruxelles, l'Ing. Semenza fa presente che i primi giorni di giugno si terrà una seduta del Sottocomitato Italiano, per prendere accordi circa le proposte da portare in sede internazionale in seguito alle osservazioni ricevute sui due testi di norme di cui sopra. Questi testi di norme sono già stati trasmessi alla sede centrale di Londra quali proposte italiane per le norme internazionali, beninteso sempre sotto forma di schema.

Comunica inoltre che nella seduta di Praga del Comitato di Azione della C.E.I., seduta tenutasi in ottobre scorso, è stata presa la decisione di creare un Comitato Internazionale delle valvole termoioniche, al quale Comitato sarà riservato anche il lavoro di codificazione relativo ai raddrizzatori a vapore di mercurio, ad eccezione di quelli per trazione, che resteranno sempre riservati al Comitato di Studio n. 9 della I.E.C., e quindi ai Sottocomitati Nazionali a questa corrispondenti.

Per quanto riguarda la revisione delle norme dei motori per trazione, l'Ing. Semenza ritiene opportuno rinviarla dopo le sedute di Bruxelles, essendovi la possibilità che in dette sedute vengano proposte in sede internazionale talune modifiche ai testi ora vigenti.

Il Prof. *Lombardi* esprime i suoi dubbi sulla opportunità di aver affidato ad un Comitato specializzato, come il n. 9, un compito di carattere generale come quello di predisporre le norme per i raddrizzatori a vapore di mercurio. L'Ing. *Semenza* ricorda come si svolsero le cose ma il Prof. *Lombardi* mantiene al riguardo le sue riserve.

Sottocomitato n. 10: **Olii.** — Il Presidente Ing. *Ghetti* comunica:

1°) Che nel corso del corrente anno verrà iniziata la revisione delle norme olii attualmente in vigore.

2°) Che il lavoro sperimentale affidato all'Italia dalla Commissione dei Cinque per lo studio di un metodo internazionale di alterabilità degli olii, è ormai a buon punto, essendo stato ultimato nel laboratorio della Ditta Pirelli, portato molto innanzi nel laboratorio dell'Istituto Sperimentale delle FF. SS. e felicemente iniziato anche nel Laboratorio della S. Stazione Sperimentale Olii e Grassi.

C'è quindi da sperare che anche l'Italia possa portare il proprio contributo sperimentale alla discussione, che sulle prove eseguite nei diversi Paesi verrà fatta all'Aia.

Sottocomitato n. 11: **Linee.** — In assenza tanto del Presidente *Balsamo*, quanto del Segretario *Benedetto*, il Prof. Lombardi ricorda che si attendono ancora i dati statistici annunciati a Gardone per la pubblicazione su *L'Elettrotecnica.*

Sottocomitato n. 12: **Radiotrasmissioni.** — In assenza del Presidente *Pession* e del Segretario *Montefinale*, il Prof. *Lombardi* ricorda che nelle ultime riunioni internazionali la rappresentanza italiana fu efficacemente assunta dal Comandante Ruelle, il quale ha sempre data ampia e documentata relazione scritta dei lavori a cui partecipò.

Sottocomitato n. 13: **Strumenti di misura.** — Il Presidente, *Barbagelata*, informa che, dopo la pubblicazione delle Norme per i contatori monofasi, il Sottocomitato ha limitato la sua attività all'esame dello Schema di Norme internazionali per gli strumenti indicatori, che dovrà essere discusso e definito in giugno a Bruxelles. Di più la Presidenza ha iniziato il lavoro preparatorio per la Norme Nazionali per gli strumenti stessi, per le quali si reputa conveniente di attendere le decisioni internazionali di Bruxelles. Si ha in animo di iniziare presto anche le Norme per i contatori trifasi nonchè la 1ª revisione delle Norme per i trasformatori di misura.

Sottocomitato n. 15: **Materiali isolanti.** — Il Presidente, Prof. *Pugno Vanoni*, comunica che il lavoro del Sottocomitato, che compie in questi giorni il suo primo anno di vita, procede regolarmente, benchè forse non con la sollecitudine che sarebbe desiderabile.

Il Sottocomitato, grazie sopratutto all'opera dei Colleghi Carlevaro, Cerretelli, Chiodi, Sarli e Someda, ha preparato sin dal gennaio scorso un fascicolo di una ottantina di pagine dattiloscritte, in cui sono esaminate da un punto di vista critico le principali norme estere per le prove meccaniche degli isolanti, per le misure di resistività e di perdite dielettriche e per le prove di rigidità, e sono abbozzati in forma sommaria gli schemi delle future norme italiane per dette prove.

Dal gennaio ad oggi sono state raccolte, anche fuori dall'ambito del Sottocomitato, numerose osservazioni su questo lavoro, e quindi si spera di poter al più presto redigere un primo testo delle norme italiane relative a questi argomenti. Contemporaneamente si curerà la pubblicazione di una prima bozza della classificazione delle sostanze usate come isolanti in elettrotecnica, già fatta in precedenze, a cura dell'Ing. R. Vannotti.

È pure in corso di studio il problema della « condizionatura » dei provini.

Nell'ambito del Comitato Elettrotecnico Internazionale non esi-

ste un Comitato di studio per le norme degli isolanti, ma solo un Comitato per la « gommalacca ».

Il Presidente del Sottocomitato n. 15 chiede che, come già in altri casi analoghi, il Comitato Elettrotecnico Italiano avanzi la proposta che il Comitato Internazionale n. 15 venga incaricato dello studio generale delle norme per la prova dei dielettrici, oltre che di quelle particolari per la gommalacca.

Il Prof. *Lombardi* Presidente del C.E.I., dà mandato al Prof. Pugno Vanoni di portare detta proposta alla prossima riunione internazionale.

Sottocomitato n. 17: **Interruttori.** — In assenza del Presidente Ing. *Cenzato*, trattenuto nella sua sede per le cerimonie del Natale di Roma, il Segretario Ing. Ferrando comunica il seguente rapporto:

Il periodo che va dalla seduta plenaria di Gardone ad oggi corrisponde ad un intenso proficuo lavoro di carattere internazionale.

Riunione di Praga. — Anzitutto nella prima quindicina dell'ottobre 1934 siamo intervenuti alla riunione parziale di Praga, svoltasi sotto la Presidenza di List; il nostro Comitato di Studio era chiamato per esaminare le bozze di Norme predisposte in parte dal Segretariato, in parte da alcune Nazioni; in pratica si sono discusse le definizioni contenute nel documento del Segretariato, ma non si è avuto il tempo di discutere le prescrizioni del domumento inglese che, benchè fosse il più completo di tutti, presentava delle discordanze con le definizioni di cui sopra. Si stabilì allora di creare un Sottocomitato di esperti, di cui fece parte un nostro Rappresentante, incaricato di coordinare e fissare le decisioni di Praga e di impostare la redazione di un modello di Norme con la sanzione della maggioranza del delegati.

Gli argomenti più importanti trattati sono stati quelli riguardanti le tensioni e le correnti, manifestandosi sia la tendenza ad aumentare il numero delle definizioni, sia un contrasto tra la scuola americana-inglese che adopera interruttori extrarapidi e la scuola svizzera-tedesca che non li adopera; sia la tendenza al ripristino della espressione dei kVA per il potere di rottura, espressione che nel 1930 a Stoccolma si era deciso di abbandonare.

Riunione di Zurigo. — Il Sottocomitato di esperti fu convocato una prima volta a Zurigo nella prima quindicina del febbraio u. s. sotto la presidenza di Norberg.

Gli esperti riuscirono ad inquadrare il modello delle Norme concretandolo in quattro parti: dominio di applicazione; definizioni generali; regole per la specificazione degli interruttori; regole per le prove degli apparecchi; a queste quattro parti fondamentali fanno seguito alcune appendici contenenti delle raccomandazioni.

Tutto il lavoro fatto precedentemente venne riesaminato e molte questioni vennero risolte; vennero in modo particolare trattati i seguenti argomenti: quello relativo al campo di applicazione con tendenza a mantenerlo sempre circoscritto per la incompleta conoscenza dei fenomeni che si verificano negli interruttori senza olio; quello relativo all'acapacità di rottura che la scuola americana-inglese vorrebbe espresso in funzione della tensione di esercizio e la scuola europea-continentale in funzione della tensione di ritorno; quello relativo alla componente continua della corrente di rottura.

Riunione di Berlino. — Il Sottocomitato di esperti si riunì per la seconda volta a Berlino nella prima quindicina del corrente mese di aprile.

Durante questa riunione si sono affrontate e risolte quasi tutte le più importanti questioni che erano ancora rimaste indeterminate, e si sono sanzionati alcuni principi informativi a cui verrà data forma definitiva nel testo completo che sarà presentato alla riunione di Bruxelles.

Si sono particolarmente discusse le seguenti questioni: quella riguardante il campo di applicazione delle norme che si è esteso agli interruttori senza olio; quella riguardante la tensione di ritorno che anche la scuola americana si dimostrò disposta ad adottare invece di quella di esercizio; le questioni riguardanti la componente continua e la tensione di servizio vennero pel momento risolte con delle transazioni; quella riguardante la scelta del ciclo di lavoro non venne del tutto risolta; la espressione del potere di rottura in kVA venne riconosciuta poco razionale ma ammessa perchè di pratica applicazione.

Alla riunione dunque plenaria di Bruxelles del prossimo giugno il Sottocomitato interruttori si presenterà non già con proposte vaghe di alcune Nazioni ma con uno schema concreto di norme già sanzionate nelle sue linee fondamentali dai diversi delegati e quindi con un lavoro organico che solo richiederà il perfezionamento in qualche sua parte e l'approvazione della maggioranza.

Sottocomitato n. 18: **Norme di bordo.** — Il Presidente, Prof. *Rebora*, ha inviato la seguente comunicazione:

In relazione alla richiesta di partecipazione di questo Sottocomitato al Congresso dell'Aja e di Bruxelles, invio comunicazione dello stato attuale dei lavori circa le « Norme per l'esecuzione e per l'esercizio degli impianti elettrici di bordo ».

Tali norme sono state aggiornate nel 1933 e sono entrate in vigore il 1° agosto 1933 con la approvazione di tutti gli interessati. Ora stiamo raccogliendo le osservazioni che pervengono e che serviranno per eventuali ritocchi ad una nuova edizione. I punti presi in considerazione sono i seguenti:

a) Prova di sopra-velocità per turbine a vapore: valore delle velocità (art. 3701).

b) Cavi e conduttori elettrici isolati in gomma: opportunità o meno di mantenere per certi tipi la obbligatorietà di ricoprire il conduttore con un primo strato di gomma pura (art. 4301, 4302, 4303 e 4304).

All'Aja il giorno 8 giugno 1934 si è tenuta una « Informal conference on electrical installations on shipboard » alla quale sono stati invitati la U.N.I. ed il Registro Italiano.

Detta conferenza informativa aveva per scopo di prospettare la opportunità che la U.N.I. si accupasse delle norme elettriche di bordo; prima della riunione stessa venivano presentati dalla Germania alcuni problemi speciali tra i quali quello del polo a massa.

D'accordo coi citati Enti, il Sottocomitato per le norme di bordo, ha consegnato copia delle norme italiane ed ha fatto presentare alla conferenza dalla U.N.I. una nota col punto di vista italiano, allegato in copia.

In tale nota si è fatto risaltare che la questione del polo a massa era già stata da noi affrontata durante l'ultima revisione delle norme nazionali e che dopo un'esauriente discussione il problema è stato risolto in modo negativo (art. 1202).

Nell'insieme dunque le nostre norme nazionali sono da ritenersi per ora definitive.

Alla conferenza del C.E.I. si potrà presentare copia delle nostre norme con eventuale indice delle materie in inglese, francese e tedesco.

Sottocomitato n. 20: **Cavi e conduttori isolati.** — Il Presidente, Ing. *Emanueli*, ha inviato il seguente rapporto:

Norme A.E.I. Cavi in carta impregnata. — Il Sottocomitato ha preparata una nuova edizione delle norme sui cavi in carta impregnata, modificando la forma delle norme stesse, ed apportando alcune aggiunte e aggiornamenti di dati.

Il nuovo testo è in corso di stampa, e sarà quanto prima pubblicato per il pubblico referendum.

Norme internazionali. — Il comitato n. 20 della Commissione Elettrotecnica Internazionale si è riunito nell'ottobre scorso a Praga, ed ha discusso un progetto di Norme Internazionali sotto la presidenza del Presidente del Comitato Italiano.

I risultati della riunione indetta sono stati comunicati a tutti i membri del Sottocomitato per eventuali osservazioni. Su alcuni punti nella riunione di Praga è stato raggiunto l'accordo. È risultato che alcuni argomenti invece dovevano essere ulteriormente approfonditi, ed è stato deciso che i vari Comitati nazionali costituissero reparatamente delle prove ed esperimenti per precisare alcuni dati.

Sono ancora in corso degli esperimenti presso alcuni laboratori di fabbriche di cavi italiane e i risultati saranno quanto prima esaminati e discussi in una riunione prossima del Sottocomitato.

Sottomitato n. 31: **Impianti.** — In assenza del Presidente e del Segretario del Sottocomitato, il Segretario generale dà lettura della seguente relazione del Presidente del Sottocomitato:

Come era stato preannunciato nella Riunione plenaria di Gardone, il Presidente del Sottocomitato Norme Impianti, in relazione a quanto stabilito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nella seduta del 28 luglio 1934-XII, ha elaborato una edizione riveduta del Capitolo III (Linee aeree esterne) delle Norme Impianti. Le modifiche introdotte riguardano sopratutto gli attraversamenti e i parallelismi, per tener conto dei desiderata delle Amministrazioni interessate; alcune modifiche sono state introdotte anche nelle prescrizioni riguardanti le linee aeree in generale, per armonizzarle col resto del Capitolo.

Il testo proposto è stato esaminato dal Sottocomitato, integrato dei rappresentanti del Ministero del Lavori Pubblici, del Ministero delle Comunicazioni, dell'A.A.S.S. e del Ministero della Guerra, ed è stato licenziato come Schema di Norme per la pubblicazione sui giornali dell'A.E.I. e della Unfiel ed i tre mesi di pubblico esame prima di diventare definitivo.

Contemporaneamente il nuovo testo è stato trasmesso al Ministero dei LL. PP., al quale secondo le nuove disposizioni è demandata la decisione definitiva in materia.

Le « Norme per la esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici dei monumenti, musei, gallerie, ecc. e locali di collezione » hanno superato lo stadio della pubblicazione come Schema, e sono state licenziate dal Sottocomitato come testo definitivo. Il testo stesso è stato trasmesso al Presidente del C.E.I. Prof. Lombardi, che fa parte della Commissione tecnica ministeriale incaricata dello studio delle Norme monumenti, per l'inoltro al Ministero dei Lavori Pubblici e la definitiva approvazione.

Il Sottocomitato, integrato dei rappresentanti del Ministero dell'Agricoltura e Foreste, ha pure licenziato il testo defintivo delle Norme per gli impianti elettrici di cantiere di costruzione, per lavorazione dei campi e analoghi (aggiunte al Capitolo V delle Norme Impianti); le Norme sono state trasmesse per la necessaria sanzione al Ministero dei Lavori Pubblici, dandone contemporaneamente comunicazione al Sottosegretario per la Bonifica Integrale.

È stato stabilito che il Sottocomitato, in unione al rappresentante del Ministero della Guerra, dovrà prossimamente esaminare la questione delle Norme per le linee elettriche in prossimità di depositi di esplosivi ed analoghi.

Sottocomitato n. 32: **Protezione delle linee di telecomunicazione.** — Il Presidente, Prof. *Soleri*, informa che, il Sottocomitato n. 32 per la Protezione delle linee di telecomunicazione e delle canalizzazioni sotterranee, attende ancora al lavoro preliminare di coordinamento dei lavori e delle discussioni avvenute a Gardone.

Ha iniziato per parte del Presidente e del Segretario il lavoro di compilazione delle Norme per la protezione contro le interferenze induttive e sono quasi ultimati i primi due capitoli relativi alle norme speciali di esecuzione degli impianti di produzione e trasporto di energia e degli impianti di telecomunicazione nei riguardi delle interferenze induttive.

Sono state insieme poste allo studio in seguito a proposta del Consiglio Superiore dei LL. PP. le norme di protezione contro i disturbi occasionati dai raddrizzatori a vapori di mercurio che vengono sostituendosi negli impianti di elettrificazione di ferrovie e tranvie ai convertitori rotanti.

Sarebbe desiderabile che i colleghi del Sottocomitato partecipassero più attivamente ai lavori del Sottocomitato stesso e collaborassero alle questioni loro poste per corrispondenza.

Per quanto riflette la partecipazione alle organizzazioni internazionali, il Presidente ed il Segretario furono presenti alla Riunione plenaria del Comitato Consultivo Telefonico Internazionale a Budapest, durante la quale la speciale Commissione incaricata della questione delle protezioni ha ritenuto che le precedenti raccomandazioni del C.C.I.F. in merito alle interferenze induttive fossero da modificare per tenere conto delle relative deliberazioni della C.M.I.

La C.M.I. (Commission Mixte Internationale pour les Expériences relatives à la Protection des Lignes de Télécommunication et des Canalisations souterraines) terrà la sua riunione plenaria nei giorni 21-26 ottobre a Parigi e per parte del nostro Sottocomitato saranno presentati lavori documentari dei sistemi di protezione usati in Italia.

È probabile che dopo questa riunione plenaria si possa, in ambo i campi delle protezioni contro gli effetti induttivi e contro le corrosioni, giungere a conclusioni più concordi nel campo internazionale che non sia attualmente.

Il Presidente ringrazia i relatori e si compiace per la notevole attività svolta dalla maggior parte dei Sottocomitati.

III. - Riunione Plenaria della A.E.I. (L'Aja-Bruxelles).

Il Presidente *Lombardi*, dà le seguenti notizie:

PROGRAMMA - *Partecipazione italiana.*

La riunione si svolgerà a Scheweningen (Aja) dal 18 al 23 giugno e dal 24 al 27 a Bruxelles.

Sono convocati quasi tutti i Comitati di Studio, essendo per ora escluso solo il n. 4 (turbine idrauliche, il n. 14 (Corsi d'acqua), il n. 21 (Accumulatori), il n. 22 (Apparecchi elettronici) ed il n. 23 (Accessori).

D'intesa con le Presidenze dei Sottocomitati interessati la delegazione italiana sarà presumibilmente così costituita:

Comitato n. 1 (Nomenclatura)	— *L. Lombardi* (1° Delegato) - *E. Pugno Vanoni.*
» » 2 (Macchine)	— *A. Barbagelata* (1° Delegato) - *F. Correggiari A. Wagner.*
» » 3 (Simboli)	— *A. Righi.*
» » 4 (Motori primi idraulici)	
» » 5 (Motori primi termici)	— *A. Capetti - Chiesa - Mungioli.*
» » 6 (Lampade)	— *Peri.*
» » 7 (Alluminio)	— *O. Scarpa* (1° Delegato) - *A. Dalla Verde - C. Pramaggiore.*
» » 8 (Tensioni)	— *U. Del Buono* (1° Delegato) - *A. Dalla Verde - E. Alessandri).*
» » 9 (Trazione)	— *M. Semenza - R. Nissim - M. De Falco.*
» » 10 (Oli)	— *L. Emanueli - N. Faletti.*
» » 11 (Linee)	
» » 12 (Radiotrasmissioni)	— *U. Ruelle* (1° Delegato) - *C. Bacchini - A. Marino.*
» » 13 (Strumenti)	— *A. Barbagelata* (1° Delegato) - *G. Bauchiero - B. Usigli.*
» » 15 (Materiali isolanti)	— *E. Pugno Vanoni* (1° Delegato - *G. Someda.*
» » 17 (Interruttori)	— *L. Maggi* (1° Delegato).
» » 18 (Norme di bordo)	— *G. Rebora.*
» » 20 (Cavi e conduttori isolati)	— *L. Emanueli - E. Soleri.*

Alcuni dei delegati hanno già dichiarato di recarsi a loro spese, rimanendo a carico del C.E.I. solo la quota di iscrizione di 4 sterline per ciascuno. Per quanto, come vedremo in sede di bilancio, il Comitato possa assumersi le spese per una ventina di delegati, non occorre dire che, se altri delegati forniti di specifica competenza vorranno aggiungersi a proprie spese, la Presidenza ne sarà loro assai grata. Saranno specialmente graditi i delegati che parlano l'inglese. Soltanto è indispensabile che essi prendano una decisione al più presto, mettendosi in relazione con la Segreteria. È infatti urgente, sopratutto per il problema degli alloggi a Bruxelles, trasmettere al Comitato Belga ed Olandese l'elenco completo della delegazione, che dovrà anche essere sottoposto al C.N.D.R.

Si fa presente la convenienza di recarsi all'Aja via Parigi, dato che dal 1° giugno si avranno dalle frontiere a Parigi speciali riduzioni del 50 %.

In linea tecnica si raccomanda vivamente ai delegati dei vari Sottocomitati di predisporre con ogni cura il loro contributo alla discussione, in modo che la partecipazione italiana ai lavori riesca veramente efficace.

IV. - Bilanci.

Presidente: Siete chiamati ad approvare il consuntivo 1934.

Ai dati riassuntivi in vostre mani possiamo aggiungere tutti gli schiarimenti che riterrete necessari.

Notiamo intanto che l'esercizio si è chiuso con un avanzo di oltre 21.000 lire, nonostante le spese di oltre L. 16.000 per viaggi all'estero. Il risultato è essenzialmente dovuto all'aumento di contributo degli Enti sovventori, che mercè le insistenze della vostra Presidenza salirono da L. 35.000 circa alle 53.625 notate in bilancio.

La disponibilità al 31 dicembre era di L. 35.137,05 oltre alle L. 69.916, 95 investite in titoli di Stato (prevalentemente Buoni del Tesoro) che alle quotazioni d'oggi valgono 65.000 lire circa.

Possiamo aggiungere che pel corrente esercizio abbiamo già incassato l'82 % dei contributi.

Possiamo quindi far fronte con tranquillità alle spese per la prossima riunione plenaria internazionale.

Messo in votazione il bilancio 1934, esso è approvato all'unanimità.

V. - Varie.

Il Presidente, essendo esaurito l'O. d. G., ringrazia gli intervenuti e toglie la seduta.

Milano, 10 agosto 1935 - XIII. *Il Segretario*
A. Barbagelata

N.B. — *A sensi dell'art.* 5 *del Regolamento, eventuali osservazioni alla presente minuta devono essere trasmesse alla Segreteria del C.E.I.* (*Via S. Paolo,* 10 - *Milano*) *entro un mese dalla sua pubblicazione.*

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI GENOVA

La sera di giovedì 21 marzo, il Ch.mo Prof. **Augusto Occhialini,** Direttore dell'Istituto di Fisica della Regia Università, tenne, nella sede dello stesso Istituto, affollatissima di soci, l'annunciata conferenza su il « **Film sonoro** », prima di una serie di esposizioni sperimentali.

Erano presenti il Presidente della Sezione, Ing. Profumo, e il Consiglio al completo.

Il conferenziere premette che lo scopo di questa conferenza è di presentare una serie di esperimenti a dimostrazione di alcuni fenomeni di fisica moderna e delle loro applicazioni. Questa presentazione è stata resa possibile dal generoso contributo dell'A.E.I. di Genova per l'arredamento scientifico dell'Istituto e viene fatta con senso di omaggio e di riconoscenza.

Alla realizzazione del « film sonoro » concorrono i fenomeni termoionici, che sono utilizzati nella valvola termoionica, ed i fenomeni foto-elettrici.

Il fenomeno termoionico è dimostrato mediante la corrente che si può stabilire in un tubo a vuoto tra un filamento incandescente ed un elettrodo freddo, corrente che ha luogo quando il filamento è negativo e non quando è positivo. Questo è segno che la corrente è portata da cariche negative uscenti dal filamento, e quindi degli elettroni che escono dai metalli incandescenti.

Una serie di esperienze è dedicata al funzionamento della valvola termoionica. Il primo mette in evidenza la proprietà fondamentale della valvola di lasciar passare più o meno la corrente di una batteria a seconda che la griglia è carica più o meno positivamente. Un'esperienza dimostra che una lampadina al neon si spegne col rendere negativa la griglia mediante un corpo carico negativamente e brilla maggiormente con l'avvicinarle un corpo carico positiva-

mente. La distribuzione del campo elettrico fra elettrodi simulanti una valvola, resa visibile dall'orientazione dei granuli di semolino mescolati all'olio di ricino, dà dei fatti sopra esposti una spiegazione ovvia.

Il conferenziere mette poi in evidenza l'utilizzazione della valvola come relais che sostituisce alle fluttuazioni di una debole corrente agente sulla griglia, quelle di una batteria locale che dà fluttuazioni molto più grandi, e che possono essere ancora ingrandite facendole agire, con l'intermediario di un trasformatore, sulla griglia di una seconda lampada e così di seguito.

Dopo avere esposta brevemente i metodi di trasformazione delle oscillazioni sonore in oscillazioni elettriche e viceversa, e descritto il funzionamento del microfono, del telefono, dell'altoparlante, del pick-up, mostra come le oscillazioni di una corrente microfonica possano dar luogo ad ampie fluttuazioni della luce di una lampada al neon, e come la registrazione del grammofono possa essere riprodotta in altoparlante con diversa intensità a seconda del numero delle amplificazioni.

Il fenomeno fotoelettrico è mostrato con un elettroscopio connesso con una lastra di zinco, il quale si scarica appena la lastra è colpita dalla luce della lampada a mercurio se è carico negativamente e non se è carico positivamente. Questo dimostra che la luce provoca l'uscita dal metallo di cariche negative ossia di comuni elettroni. L'intervento della luce ultravioletta è dimostrato dall'arresto immediato della scarica dell'elettroscopio quando si interpone una lastra di vetro, che notoriamente assorbe i raggi ultravioletti, mentre con una lastra di quarzo, trasparente a questi raggi, la scarica continua imperturbabile.

Segue la presentazione di una cellula fotoelettrica a metallo alcalino nel vuoto, che sotto l'azione della luce comune emette elettroni, i quali possono stabilire il passaggio della corrente di una batteria: corrente troppo piccola per essere messa in evidenza con i comuni mezzi, ma le cui fluttuazioni, provocate dal passaggio di una mano davanti al fascio, producono nelle correnti di placca di una serie di valvole, fluttuazioni ingrandite al punto da poter essere udite in altoparlante.

Infine è stato esposto come la corrente fluttuante di un microfono sotto l'azione di un suono, trasformata in fluttuazioni di luce possa essere registrata fotograficamente con fluttuazioni di trasparenza di una pellicola. Il passaggio di tale pellicola davanti ad un fascio di luce che cade sulla cellula fotoelettrica ha per effetto la riproduzione di una corrente fluttuante come quella originaria del microfono, e quindi come il suono generatore, la quale corrente, debitamente amplificata con le valvole, può diventare tale da rivelarsi in altoparlante. E il conferenziere fa udire, con mezzi semplici di laboratorio, senza particolari apparecchi, la riproduzione del suono di un film parlato.

Alla fine delle esperienze che hanno suscitato fra i Soci il più grande interessamento il Prof. Occhialini è stato salutato da grandi applausi e dalle più lusinghiere felicitazioni.

*

La sera di giovedì 4 aprile, nella Sede dell'Istituto di Fisica della Regia Università il Ch.mo Prof. **Augusto Occhialini** tenne la seconda conferenza sperimentale di fronte ad un'aula gremitissima di Soci.

L'argomento di questa seduta era dato da **« Esperienze sulle oscillazioni elettriche »** e il conferenziere ha iniziato con una breve esposizione della teoria dei sistemi oscillanti, la distinzione delle oscillazioni forzate e spontanee, ed il riconoscimento delle condizioni in cui hanno luogo le oscillazioni libere, e cioè la possibilità di esistenza di due forme di energia delle quali l'una si forma a spese dell'altra, come la potenziale e la cinetica del pendolo.

Una tale condizione di cose si ha nel condensatore con le armature connesse da un solenoide; una volta caricato il condensatore e cioè munito di energia elettrica, la scarica crea una corrente e quindi una energia magnetica, la quale, nel distruggersi, prolunga la corrente e ricarica il condensatore in senso opposto. Le oscillazioni lente di un circuito munito di grande capacità e di grande induttanza sono messe in evidenza con un oscillografo e con un tubo a luminescenza portato da un braccio girante. Quelle rapide di un circuito avente condensatore a vetro e scintilla sono messe in evidenza con l'immagine della scintilla stessa analizzata da uno specchio rapidamente rotante.

Sono seguiti i fenomeni di risonanza mostrati prima con i pendoli, poi con i circuiti del Lodge ed è stata messa in evidenza la condizione che i due circuiti abbiano lo stesso periodo proprio.

La possigilità di diversi periodi propri dei sistemi che possono vibrare in sezioni e la conseguente risonanza multipla è stata mostrata prima con un elastico fisso ad un estremo e connesso all'altro estremo ad un motorino munito di eccentrico, poi mediante un tubo di vetro alla bocca del quale si trovava un fischio acutissimo. Col variare della velocità del motore si portava la corda a formare uno, due, tre... fusi, ciascuno dei quali vibrava con la frequenza del motore che imprime l'oscillazione. Anche la colonna d'aria racchiusa nel tubo si divideva in colonne parziali separate da punti di riposo, com'era dimostrato mediante un filo incandescente teso lungo l'asse del tubo, che raffreddandosi nei punti di massima agitazione, restava luminoso solo nei punti di riposo.

La ripetizione di questi fenomeni con i circuiti elettrici costituì l'ultima parte della conferenza.

Bobine di filo sottilissimo, sotto l'azione di un circuito oscillante risuonano raggiungendo altissimi quanto innocui potenziali, sicchè le condizioni di risonanza erano accompagnate da lunghi fiocchi luminosi. Infine la bobina di Seibt mostrò con i fiocchi laterali, che crescono di numero col crescere della frequenza della eccitazione, il fenomeno della risonanza multipla perfettamente simile a quello di una corda.

*

La sera di martedì 14 maggio il Prof. **Augusto Occhialini** tenne, sempre nell'aula del R. Istituto di Fisica da lui diretto, la conferenza sulla seconda parte delle **esperienze sulle oscillazioni elettriche persistenti,** presente un fortissimo pubblico di soci e di cultori.

In questa terza conferenza è stato trattato il problema di rendere permanenti le oscillazioni proprie di un sistema le quali, per effetto delle resistenze passive, tendono a fermarsi.

La risoluzione del problema di rendere permanenti le oscillazioni del pendolo fu forse l'ultima fatica di Galileo il quale, già cieco, indicò al proprio figlio il disegno dello scappamento che si conserva nel Museo degli Strumenti antichi di Firenze, e del quale il conferenziere riprodusse le parti essenziali.

La permanenza delle oscillazioni elettriche è stata raggiunta in questi ultimi anni mediante la valvola termoionica, la quale si presta a questo scopo per la sua proprietà di lasciar passare la corrente in un determinato senso e di interromperla appena la griglia assume una carica negativa.

Così una lamina vibrante, attratta da un elettromagnete percorso dalla corrente anodica di una lampada termoionica si trova immediatamente rilasciata quando la griglia è toccata col polo negativo di una pila della quale l'altro polo sia al filamento; e se questo contatto è fatto dalla lamina stessa mentre è attratta si verifica una serie di impulsi in accordo con l'oscillazione della molla e si realizza sostanzialmente il dispositivo del campanello elettrico.

Le oscillazioni dei circuiti muniti di capacità e induttanza sono troppo rapide per poter pensare a contatti meccanici, ma esse contengono già in sè quanto è necessario per rendere la griglia negativa; ed allora la corrente anodica può essere fatta intervenire per ristabilire la carica del condensatore e può essere interrotta quando il suo intervento sarebbe dannoso.

Tra i modi per raggiungere questo scopo c'è quello di un trasformatore, del quale il primario è l'induttanza del circuito oscillente ed il secondario è connesso al filamento ed alla griglia.

Con questo mezzo sono state mostrate le oscillazioni lentissime di grandi capacità ed induttanze che potevano essere seguite dal lungo ago di un galvanometro da lezione, poi quelle che con riduzione di capacità e di induttanza assumono una frequenza acustica e possono essere udite in altoparlante, ed infine le oscillazioni estremamente rapide di circuiti dotati di poche spire, delle quali sono mostrati i vivaci fenomeni di induzione, risonanza ed impedenza mediante piccole lampadine ad incandescenza che col loro splendore indicano l'intensità della corrente che percorre i circuiti.

Con queste oscillazioni silenziose sono riprodotti tutti i fenomeni che erano stati prodotti con le oscillazioni a scintilla nella precedente conferenza, ed in particolare la risonanza multipla lungo una spira rivelata dall'accendersi e dallo spegnersi di un tubo al neon, o di una lampada inserita in un cerchio metallico, spostati lungo la bobina.

Le oscillazioni rapidissime ottenute con minuscoli circuiti oscillanti hanno fatto vedere la risonanza in fili piegati a cerchio o rettilinei muniti di una lampada nel mezzo.

È stato mostrato che un filo di 20 cm immerso nell'acqua vicino ad un oscillatore è percorso da una corrente tale da accendere una lampadina inserita nel mezzo del filo, mentre nell'aria lo stesso effetto è ottenuto mediante un filo lungo m 1,80, e cioè 9 volte più lungo perchè 9 è la radice quadrata della costante dielettrica dell'acqua.

La conferenza si chiude con la dimostrazione dei nodi e dei ventri in due fili paralleli (fili di Lecher) ed in un filo rettilineo (antenna Hertz) mediante lampadina distribuita lungo i fili.

Il Prof. Occhialini attentamente seguito dall'uditorio durante tutta la serie delle esposizioni e delle esperienze, viene alla fine calorosamente complimentato ed applaudito.

Queste manifestazioni sperimentali, eseguite presso l'Istituto di Fisica, hanno incontrato la massima simpatia fra i soci che le hanno seguite con particolare assiduità dimostrando che questa nuova forma di attività della Sezione, di cui particolare lode e ringraziamento va data al Prof. Occhialini, è stata molto apprezzata e gradita.

Il Prof. Occhialini terrà prossimamente l'ultima seduta di questo ciclo di esperienze sull'argomento delle oscillazioni elettromagnetiche.

Vol. XXII (XXXIX degli Atti) 25 Agosto 1935 - Anno XIII N. 16

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

AMMINISTRAZIONE: Ufficio Centrale dell'A.E.I.: Via S. Paolo, 10 - Milano (2/2) - Telefoni N. 13-713 - 82-086 - C/C Postale 3/1189 - Milano

SOMMARIO

Raddrizzatori ad arco in gas a pressione atmosferica.

Abbiamo avuto occasione di recente di costatare con piacere come i nostri Laboratori si occupino attivamente dei problemi relativi alla conversione statica delle correnti industriali. (Vedi *L'Elettrotecnica* del 10 maggio 1935, pag. 317).

L'utilità di questi studi è notevole per la grande importanza che ha assunto oggi il problema della conversione e per la necessità in cui la tecnica si trova di perfezionare gli apparecchi già esistenti o di trovare nuovi sistemi al fine di estendere il campo di applicabilità dei convertitori statici.

Fra i diversi metodi che sono capaci di risolvere il problema il più noto è quello che utilizza l'effetto valvolare dell'arco con catodo di mercurio in gas a pressione ridotta; tale sistema, mentre ha trovato nel campo delle correnti intense una estesissima applicazione industriale, presenta ancora delle difficoltà nel campo delle altissime tensioni ed ha l'inconveniente di richiedere apparecchi entro cui si deve mantenere il vuoto.

Per questo fatto hanno suscitato molto interesse le recenti esperienze condotte in vari paesi le quali, riprendendo studi che datano da oltre venticinque anni, mirano a realizzare la conversione statica della corrente alternata in corrente continua mediante archi in gas a pressione normale.

Due vie sostanzialmente si possono seguire: utilizzare l'effetto valvolare spontaneo di un arco che si forma fra due elettrodi disimmetrici, oppure far compiere all'arco, mediante un dispositivo ausiliario, la funzione di un interruttore privo di inerzia che effettua la chiusura (accensione dell'arco) o l'apertura (spegnimento dell'arco) del circuito, in istanti determinati.

La prima soluzione, che si presta solo a realizzare raddrizzatori, non sembra industrialmente vantaggiosa; la seconda, che permette anche la conversione della corrente continua in corrente alternata, ha dato invece incoraggianti risultati tanto nel campo delle basse che delle alte tensioni.

Il collega Ing. Di Pieri già l'anno scorso ha esposto in queste pagine studi relativi ad un problema di fondamentale importanza per la realizzazione di questi nuovi raddrizzatori: l'usura degli elettrodi tra cui avviene l'arco.

Egli ora, in un interessante articolo che appare in questo numero, espone ulteriori ricerche che mostrano in modo completo il funzionamento di questi apparecchi, ed indica i vari dispositivi che si possono adottare per accendere l'arco all'istante voluto e per evitare la formazione di archi inversi.

Il Di Pieri descrive poi un raddrizzatore da lui realizzato esponendo le esperienze che su di esso ha effettuato, per dimostrarne la possibilità d'impiego in tutte le applicazioni che hanno oggi i raddrizzatori a vapore di mercurio con griglie di controllo.

Appare così come questo tipo di raddrizzatore, malgrado le manchevolezze che gli sono proprie, meriti una particolare attenzione da parte dei tecnici.

Materiali isolanti.

Nella conoscenza delle proprietà dei materiali isolanti, poco valgono, come è ben noto, le considerazioni teoriche. Le nostre conoscenze sull'intimo comportamento dei dielettrici sono ancora molto incomplete e d'altra parte la eterogeneità e la complessità di costituzione dei materiali isolanti artificiali del commercio non rende possibile di applicare praticamente ad essi nemmeno quel tanto che nei riguardi del dielettrico teoricamente perfetto la scienza è riuscita a decifrare.

Acquistano quindi in questo campo grande importanza ed utilità pratica le ricerche di ordine sperimentale che sole possono mettere a disposizione del tecnico e del costruttore dati di fatto e valori numerici di immediata applicazione.

Un contributo di questo genere porta oggi, colla usata accuratezza e sobrietà di esposizione il Prof. Rebora. I risultati esposti che riguardano isolanti di largo impiego potranno in molti casi tornare assai utili.

La prossima Riunione Annuale.

Si verifica quest'anno un fatto curioso che prova da un lato il grande interesse destato dal tema prescelto per la nostra Riunione, e documenta, dall'altro, come sia difficile — per non dire impossibile — ottenere dagli Autori il tempestivo invio dei loro lavori.

Ogni giorno pervengono infatti alla Segreteria, offerte e talora invii di nuovi contributi, mentre molti autori che da tempo avevano annunciato le loro memorie, non rispondono alle sollecitazioni ad essi rivolte. Così il programma tecnico della Riunione va subendo continue trasformazioni e solo nel prossimo fascicolo potremo dare un elenco delle memorie pressochè definitivo.

Continuiamo oggi intanto la pubblicazione dei riassunti delle memorie degli autori più diligenti.

LA REDAZIONE.

RADDRIZZATORI AD ARCO IN GAS A PRESSIONE ATMOSFERICA ED IN GAS COMPRESSO

C. DI PIERI

Ricordati i problemi che si presentano per la realizzazione dei raddrizzatori ad arco in gas a pressione atmosferica ed in gas compresso, sono descritte le ricerche sperimentali che hanno condotto alla realizzazione di un raddrizzatore monofase per tensioni fino a 6000 volt.

Sono ricordati inoltre i risultati ottenuti da altri sperimentatori nel campo delle altissime tensioni.

1. — Fra le macchine statiche che realizzano la conversione dell'energia elettrica a corrente alternata in energia elettrica a corrente continua, hanno assunto oggi un'importanza considerevole i raddrizzatori ad arco in gas a pressione atmosferica ed in gas compresso.

Dopo i recenti lavori sperimentali eseguiti in Germania ed in Inghilterra e quelli da noi condotti, tali apparecchi risultano ormai capaci di realizzare la conversione dell'energia elettrica nel campo delle grandi potenze, sia con le basse che con le alte tensioni.

Naturalmente, mentre nel campo delle basse tensioni i raddrizzatori a vapore di mercurio hanno raggiunto una sicurezza ed una semplicità di funzionamento tali da rendere consigliabile l'applicabilità di altri mezzi solo in casi particolari, nel campo delle altissime tensioni i raddrizzatori ad arco sono forse i soli capaci di risolvere il problema.

In questa nota descriviamo le ricerche da noi eseguite nel campo delle basse e delle medie tensioni e ricordiamo poi succintamente i risultati ottenuti da altri sperimentatori nel campo delle alte tensioni.

2. — La fig. 1 mostra, in forma schematica, il circuito di un raddrizzatore monofase di una sola alternanza. Nel secondario del trasformatore T sono inseriti due elettrodi fissi AA', fra i quali può

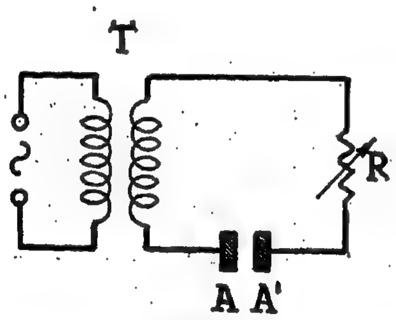


Fig. 1.

avvenire un arco elettrico, innescato da un opportuno dispositivo non segnato in figura per semplicità, e la resistenza R che rappresenta il carico della corrente raddrizzata.

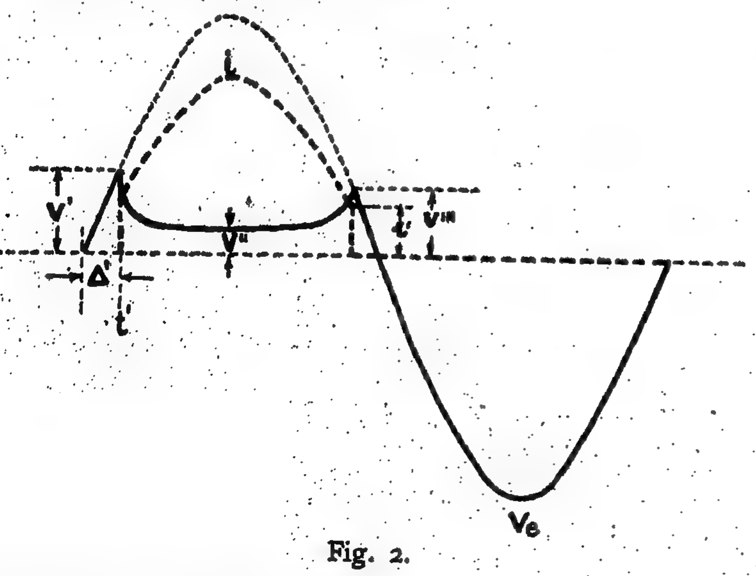


Fig. 2.

Innescando l'arco all'inizio di una semionda, esso si mantiene per tutto il semiperiodo e si spegne all'istante in cui la corrente passa per lo zero. Se la deionizzazione dello spazio fra gli elettrodi è sufficientemente rapida, l'arco non si riaccende se non viene nuovamente innescato; si comprende quindi come, innescando l'arco all'inizio delle semionde dello stesso segno, l'apparecchio funzioni da raddrizzatore.

Nella fig. 2 la curva v_e rappresenta l'andamento della tensione agli elettrodi durante un periodo e la curva i l'andamento della corrente, supponendo il circuito puramente ohmico.

Dopo un tempo Δ' dallo zero di tensione, ha luogo l'innesco dell'arco in seguito all'ionizzazione dello spazio fra gli elettrodi prodotta dal dispositivo di accensione che interviene all'istante t'.

Data la caratteristica negativa dell'arco, al crescere della corrente, la tensione agli elettrodi diminuisce dal valore v', che si aveva all'istante di accensione, al valore v'', per poi salire al valore v''' verso la fine del semiperiodo, che rappresenta la minima tensione capace di mantenere acceso l'arco con la corrente i'. Oltre v''' l'arco si spegne.

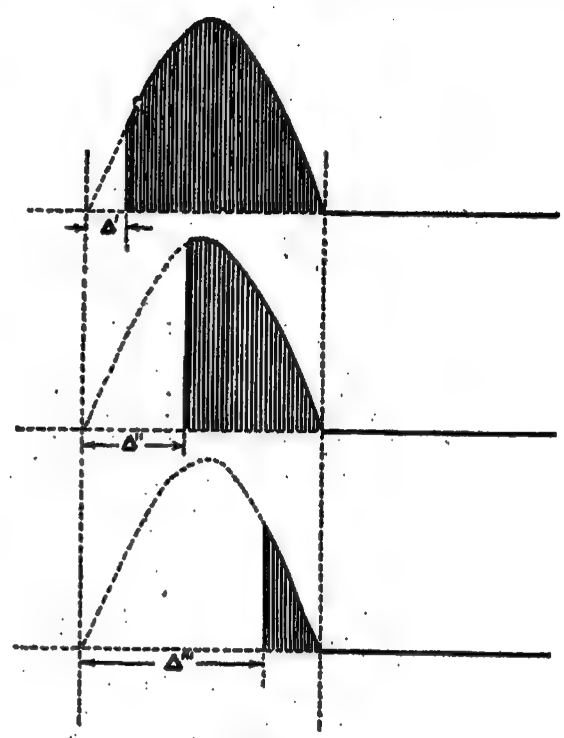


Fig. 3.

Nella fig. 3 sono mostrate le curve teoriche della corrente quando l'innesco avvenga dopo un intervallo Δ maggiore di Δ'; risultano subito evidenti le possibilità di regolazione offerte da un tale apparecchio.

3. — I problemi che si presentano per la costruzione di un raddrizzatore di questo tipo sono:

Realizzazione di un dispositivo che effettui l'innesco dell'arco all'istante voluto; deionizzazione del gas per impedire l'innesco di archi di segno contrario; realizzazione di elettrodi capaci di resistere lungamente all'azione dell'arco.

Dispositivi per l'innesco dell'arco.

4. — Il dispositivo di innesco, qualunque esso sia, deve produrre una rapida ionizzazione dello spazio fra gli elettrodi, in modo da rendere possibile l'innesco dell'arco nel circuito principale già a tensioni molto basse.

Allo scopo di trovare un sistema di accensione semplice e sicuro, abbiamo sperimentato una serie di circuiti e dispositivi che qui ricordiamo classificandoli in due categorie [1].

1°) Circuiti che utilizzano tensioni ad alta frequenza.

2°) Circuiti che utilizzano tensioni a frequenza eguale a quella del circuito principale, (con elettrodo ausiliario).

Circuiti con tensione ad alta frequenza.

Con questi circuiti l'ionizzazione richiesta viene ottenuta facendo avvenire fra gli elettrodi AA' (fig. 1) una scarica ad alta frequenza.

L'alta frequenza è vantaggiosa per la facilità con la quale è possibile ottenere tensioni elevate e per la possibilità di limitare l'azione di tali scariche allo spazio fra gli elettrodi, proteggendo il resto del circuito mediante piccole induttanze di blocco e capacità di protezione.

Il circuito di innesco di fig. 4 utilizza un trasformatore elevatore al cui primario è applicata una differenza di potenziale continua attraverso un interruttore sincrono I. Nel secondario sono in-

(1) Non ricordiamo i dispositivi meccanici per l'innesco dell'arco, data la loro scarsa importanza in confronto a quelli elettrici qui descritti.

seriti la capacità C, dell'ordine di 10^{-3} μF, lo spinterogeno S ed il primario del trasformatore ad alta frequenza (Tesla).

Il secondario di quest'ultimo è derivato sugli elettrodi principali attraverso la capacità C', che ha lo scopo di impedire il loro corto circuito. Il condensatore C, caricato ad una tensione di qualche migliaio di volt, si scarica periodicamente sul primato del Tesla attraverso lo spinterogeno S, dando luogo ad una scarica oscillante la cui frequenza dipende dai valori della capacità, dell'induttanza, e della resistenza del circuito.

Mediante il trasformatore ad alta frequenza questa tensione viene portata ad un valore capace di dar luogo ad una scarica fra gli

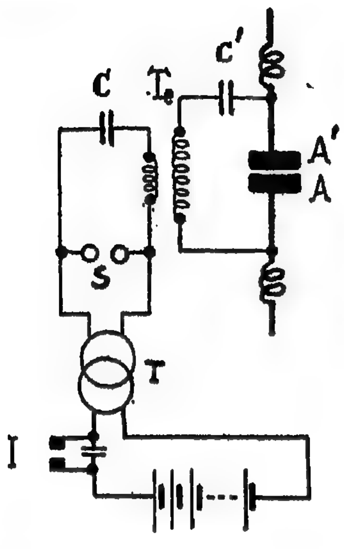


Fig. 4.

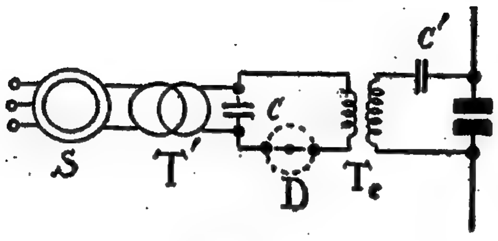


Fig. 5.

elettrodi. Tale circuito ha dato ottimi risultati, data anche la possibilità di variare in modo semplice l'istante d'innesco, varando l'istante di apertura dell'interruttore sincrono I. Unica cura da aversi è quella che i contatti dell'interruttore siano di materiale resistente all'azione dell'arco, e largamente dimensionati per evitare una rapida usura. Il circuito di fig. 5 è simile a quello precedente ma utilizza una sorgente a corrente alternata a frequenza eguale a quella del circuito principale, eliminando così l'interruttore sincrono primario, organo delicato.

Nel secondario del trasformatore T' è inserito uno spinterogeno rotante che ha l'ufficio di scaricare il condensatore solo quando la tensione applicata raggiunge il massimo valore, ed in corrispon-

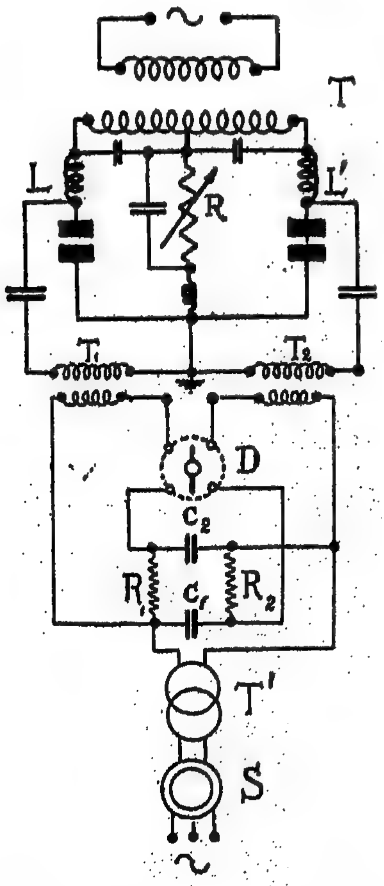


Fig. 6.

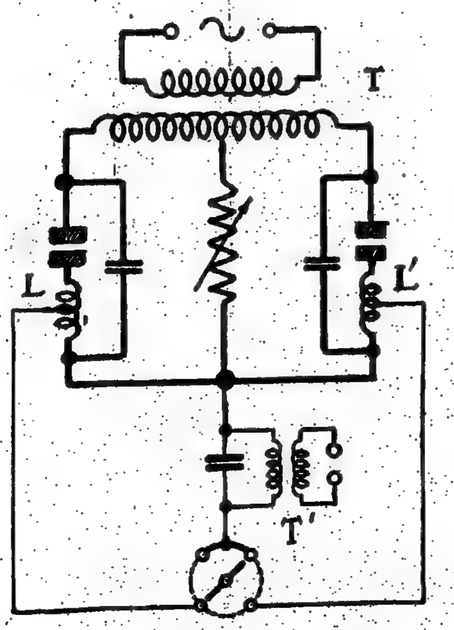


Fig. 7.

denza ai semiperiodi dello stesso segno. Volendo variare l'istante di innesco è necessario agire contemporaneamente sul distributore e sulla fase della tensione applicata al trasformatore.

Nella fig. 6 è riportato invece un circuito di innesco per un raddrizzatore monofase di due alternanze; esso è evidentemente analogo ai precedenti, salvo l'introduzione delle resistenze R_1, R_2, di circa $40 \div 60.000$ ohm, che hanno lo scopo di rendere indipendenti i due circuiti oscillanti.

In questo caso può essere anche realizzato un circuito come quello di fig. 7, che risulta notevolmente più semplice.

Avendo a disposizione due valvole rettificatrici ad alta tensione, si può realizzare il circuito di fig. 8, dove la capacità C, di circa

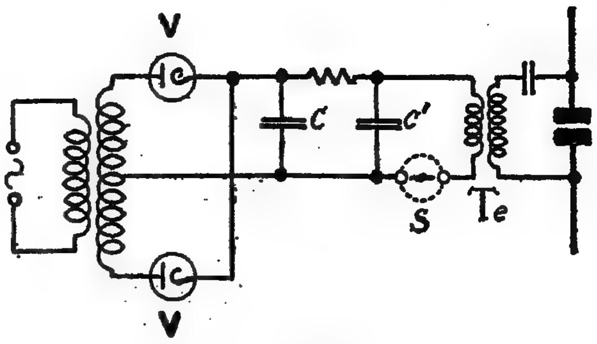


Fig. 8.

100×10^{-3} μF, caricata attraverso le valvole V, mantiene carica la capacità C', che viene periodicamente scaricata attraverso lo spinterogeno rotante S nel primario del Tesla T_e. La fase può essere comunque regolata agendo sullo spinterogeno sincrono S.

Assumendo adeguati valori delle capacità, tale circuito si presta anche per raddrizzatori di un numero qualunque di fasi.

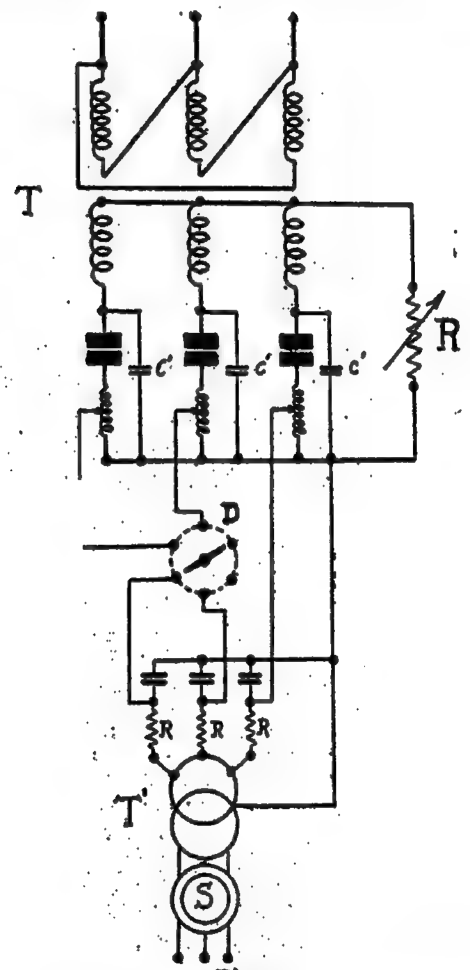


Fig. 9.

Nella fig. 9 riportiamo ancora un circuito per un raddrizzatore trifase analogo a quella realizzato dal Toulon.

Abbiamo sperimentato anche circuiti con raggruppamenti di capacità, del tipo dei circuiti « ad impulso », ottenendo buoni risultati.

Circuiti con tensione a frequenza industriale.

La fig. 10 dà un'idea di questi circuiti. Affiancato ad uno degli elettrodi principali (A), si trova un elettrodo ausiliario (B). A e B

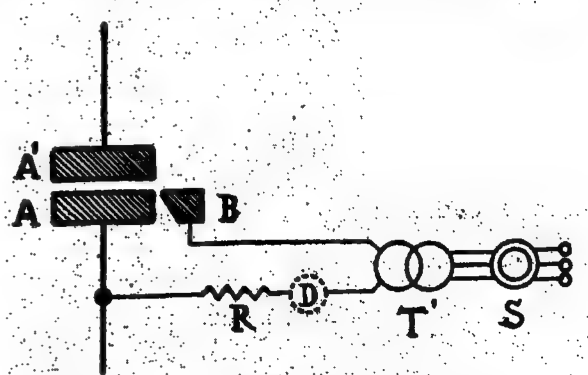


Fig. 10.

sono inseriti sul secondario di un trasformatore, che fornisce una tensione di circa 10.000 volt, attraverso una resistenza R ed un distributore sincrono D; la distanza fra gli elettrodi è tale da consen-

tire la formazione di un arco quando la tensione ad essi applicata raggiunge il massimo valore. Se l'arco che si forma viene spinto, per azione di un campo magnetico o di una corrente d'aria, contro l'elettrodo A', si effettua l'innesco dell'arco nel circuito principale.

Tale sistema è consigliabile nel caso di altissime tensioni dato che l'innesco viene effettuato con differenze di potenziale relativamente basse; è indispensabile però una scarica molto nutrita, ciò che comporta una maggiore spesa di energia.

Ha il vantaggio di non richiedere induttanze e capacità di protezione.

Allo scopo di ottenere una punta di tensione di brevissima durata, abbiamo costruito il trasformatore elevatore con le speciali caratteristiche che si ottengono formandone il circuito magnetico con i nuovi materiali ad altissima permeabilità (9).

È noto infatti, che usando materiali come il Mumetall, Permalloy, ecc., che hanno elevatissime permeabilità a bassi valori dell'induzione, si ottengono delle curve di tensione come la $d\varphi/dt$ della figura 11,

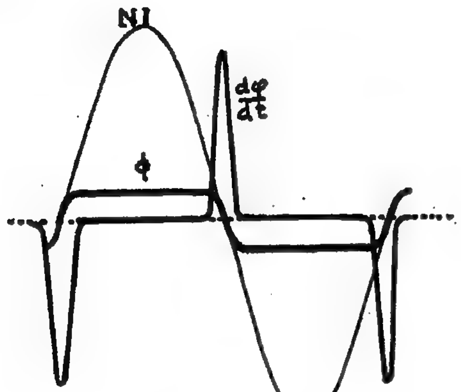


Fig. 11.

gura 11, nella quale si è supposta la forza magneto-motrice NI di andamento sinusoidale. La curva φ rappresenta l'andamento del flusso, costante durante quasi tutto il semiperiodo per l'avvenuta saturazione del materiale.

Si comprende come una simile forma di tensione sia molto vantaggiosa risultando ben definito l'istante d'innesco dell'arco.

Deionizzazione dello spazio fra gli elettrodi.

5. — Il problema della deionizzazione dello spazio fra gli elettrodi è evidentemente di fondamentale importanza essendo indispensabile che l'arco rimanga spento dopo ogni zero di corrente.

Il problema va impostato considerando separatamente il modo di manifestarsi della tensione agli elettrodi, e le possibiità di deionizzazione.

L'andamento della tensione agli elettrodi è notevolmente diverso a seconda del numero delle fasi del raddrizzatore, della natura del carico, e di eventuali regolazioni di tensione ottenute variando l'istante d'innesco dell'arco.

Allo scopo di stabilire la distanza fra gli elettrodi, consideriamo qui separatamente i casi che presentano maggiore interesse, e determiniamo per ognuno di essi, oltre che l'andamento della tensione agli elettrodi, il rapporto fra il valore massimo della differenza di poteziale ad essi applicata ed il valore medio della tensione raddrizzata V_m, applicata al carico.

Supporremo i circuiti puramente ohmici e la caduta di tensione all'arco così piccola in confronto alla tensione di lavoro, da poter essere trascurata.

Per un raddrizzatore monofase di una sola semionda, la tensione agli elettrodi AA', durante un periodo, ha l'andamento segnato dalla curva v_e nella fig. 12. Dopo lo zero di corrente la tensione cresce in senso inverso con la legge imposta dal generatore. In queste condizioni la tensione si manifesta in modo graduale, rendendo così possibile, già nei primi istanti susseguenti allo spegnimento dell'arco, la deionizzazione del gas.

La curva v_c mostra invece l'andamento della tensione applicata al carico, il cui valore medio V_m è $0{,}636/2\ V_M$. Ne risulta che la massima tensione che si manifesta agli elettrodi è circa 3,1 volte la V_m.

La distanza fra gli elettrodi deve essere quindi commisurata a tale tensione, con un margine di sicurezza non eccessivo, dato che quando si manifesta il massimo di tensione lo spazio fra gli elettrodi è già completamente deionizzato.

Per un raddrizzatore monofase di due semionde la tensione agli elettrodi ha invece l'andamento mostrato nella fig. 13 dalla curva v_e.

Le curve e_1, e_2 rappresentano le tensioni fra gli elettrodi ed il centro del trasformatore. Quando si spegne l'arco fra gli elettrodi AA' e si innesca quello fra BB', l'elettrodo A' sale al potenziale di B e di conseguenza fra AA' si manifesta la totale tensione esistente agli estremi del trasformatore, il cui valore massimo è doppio

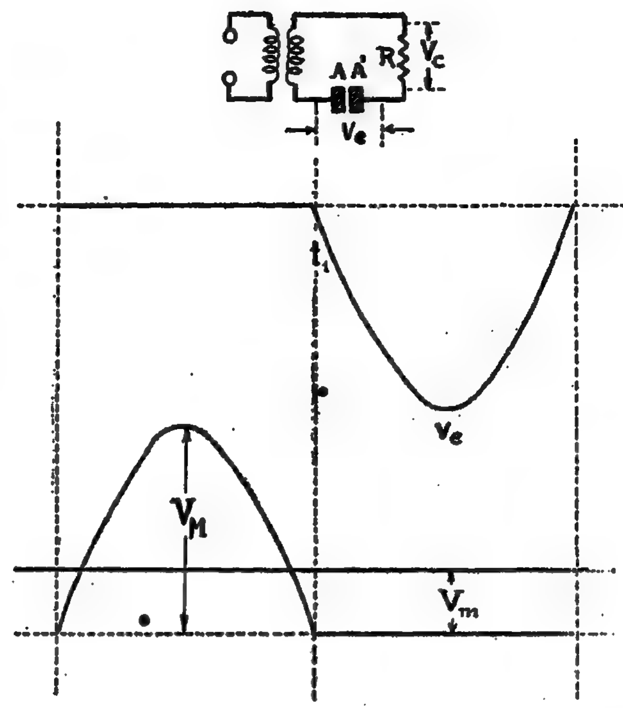


Fig. 12.

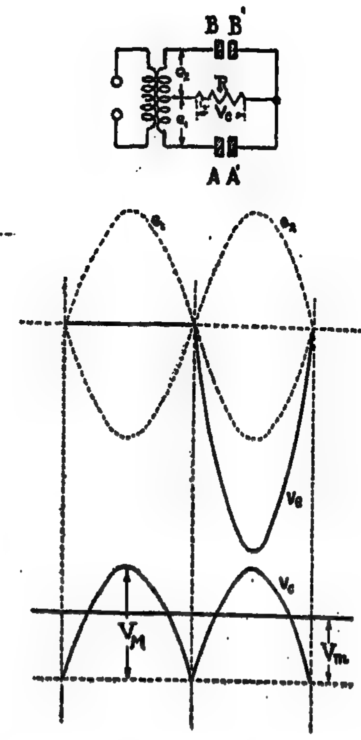


Fig. 13.

di quello di e_1. Dalla curva v_c, tensione applicata al carico, risulta che la distanza fra gli elettrodi va commisurata anche in questo caso ad una tensione 3,1 volte la V_m essendo $V_m = 0{,}636\ V_M$.

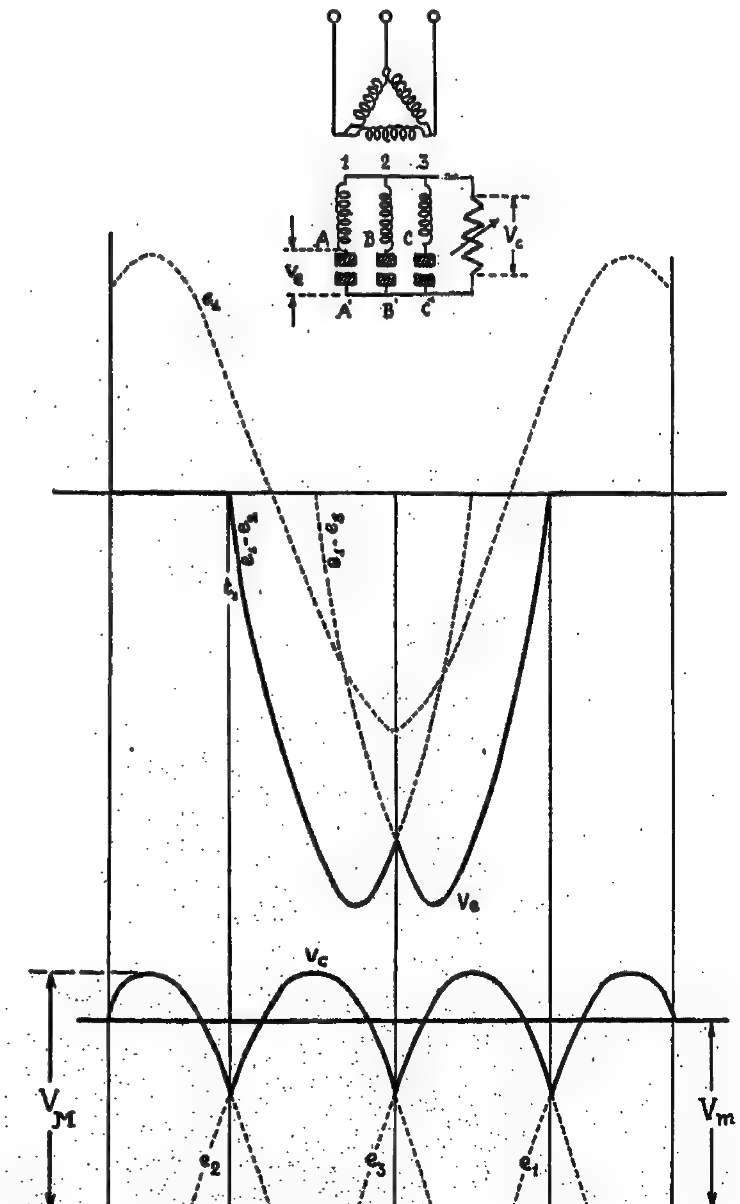


Fig. 14.

La fig. 14 mostra invece nella curva v_e la tensione agli elettrodi durante un periodo per un raddrizzatore trifase.

Indicando con E_1, E_2, E_3, i valori massimi delle tensioni stellate, è evidente che dopo che l'arco si è spento fra gli elettrodi AA' l'eletrodo A' sale successivamente al potenziale di B e di C, di conseguenza il valore massimo della differenza di potenziale fra AA' risulta $1{,}73\ E_1$ (vedi curve $e_1 - e_2$; $e_1 - e_3$).

Essendo in questo caso $V_m = 0{,}827\ V_M$ (curva v_c) la distanza fra

gli elettrodi va commisurata ad una tensione di circa 2,1 volte la V_m.

Infine per un raddrizzatore esafase la tensione agli elettrodi AA' ha l'andamento mostrato nella fig. 15 dalla curva v_e tracciata tenendo conto che l'elettrodo A' sale successivamente al potenziale di $BCDEF$ per un tempo corrispondente ad un sesto del periodo.

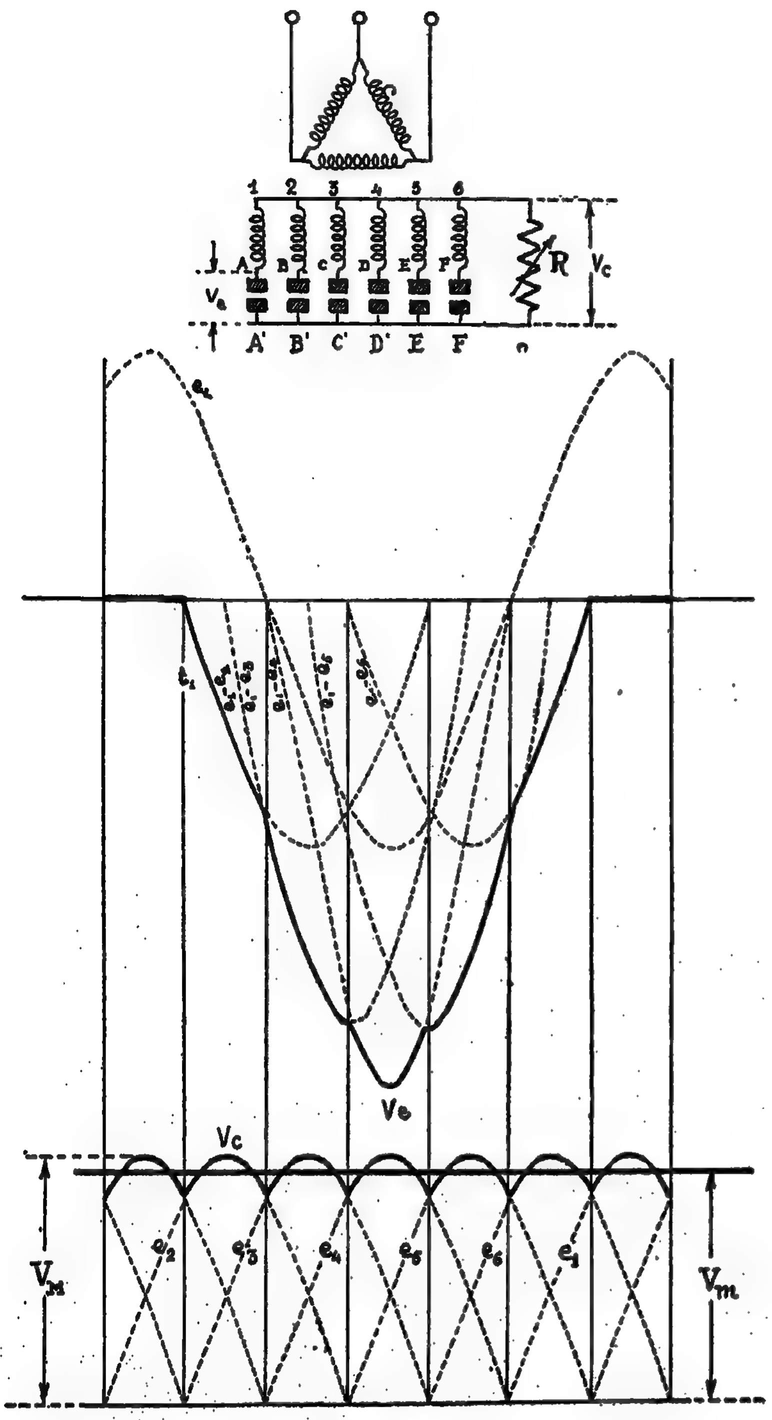


Fig. 15.

La tensione massima ad essi applicata è pari a $2E_1$ e quindi la distanza fra gli elettrodi va commisurata (come risulta dalla curva v_c) ad una tensione di 2,1 volte la V_m essendo $V_m = 0{,}955\ V_M$.

A conclusione di quanto ora detto possiamo osservare che con un circuito prevalentemente ohmico la tensione agli elettrodi si manifesta sempre in modo graduale qualunque sia il numero delle fasi, con conseguente possibilità di deionizzazione anche per tensioni molto elevate; particolarmente vantaggiosi risultano i sistemi trifase ed esafase consentendo, a parità di valore medio della tensione continua ottenuta, la minima distanza fra gli elettrodi. Passando ora ai circuiti reali dotati oltre che di resistenza anche di induttanza catodica ed anodica, quest'ultima per l'inevitabile reattanza del trasformatore e della rete, le cose vengono evidentemente peggiorate dato che la commutazione viene portata oltre l'istante t_1 (vedi figg. 12 ÷ 15), con la conseguenza che la tensione contraria che si manifesta agli elettrodi dopo lo spegnimento dell'arco ha già un valore diverso da zero.

Tale fatto è maggiormente sentito quando la commutazione venga ulteriormente ritardata agendo sull'istante d'innesco dell'arco a scopo di regolazione. In questo caso il ritardo può essere così spinto da compromettere il funzionamento dell'apparecchio.

6. — Visto rapidamente come si manifesta la tensione agli elettrodi dopo gli zeri di corrente, passiamo ad analizzare le cause che favoriscono la deionizzazione del gas.

Come è noto esse sono:

La ricombinazione diretta degli ioni di segno contrario.

L'espulsione degli ioni dallo spazio d'arco per diffusione, per azione di campi magnetici ed elettrici e per azioni meccaniche.

L'esperienza ha dimostrato che dopo uno zero di corrente la deionizzazione dello spazio d'arco non è egualmente rapida in tutte le sue zone, e che precisamente la zona catodica, dopo pochi microsecondi dallo spegnimento dell'arco, è capace di resistere ad una tensione massima di circa 300 volt, mentre il resto dell'ambiente impiega un tempo relativamente lungo per un'efficente deionizzazione.

Ne deriva quindi che, se la tensione inversa è inferiore a 300 volt, lo spegnimento dell'arco può essere unicamente affidato alla spontanea deionizzazione dello strato catodico anche per intensità di corrente molto grandi.

Per tensioni superiori si rende invece necessario di ricorrere all'azione di mezzi che rendano sufficientemente rapida anche la deionizzazione del rimanente spazio d'arco.

Nel caso specifico dei raddrizzatori ad arco, dovendosi poi poter provocare la riaccensione al momento opportuno, non possono essere applicati tutti i mezzi che abbiamo a disposizione per raggiungere tale scopo; dobbiamo evidentemente limitarci all'azione di gas o di vapori che investendo lo spazio d'arco portino ad un notevole raffreddamento dell'ambiente. È noto infatti che in queste condizioni la ricombinazione viene enormemente aumentata perchè i piccoli volumi di gas freddo agiscono come centri di ricombinazione sottraendo ioni al gas ionizzato.

Si tratta quindi di scegliere il gas più opportuno e il più conveniente modo d'impiego. L'uso di taluni gas al posto dell'aria risulta senza dubbio vantaggioso in relazione alla loro conduttività termica ed alle loro proprietà chimiche.

Ricordiamo in proposito una serie di prove da noi eseguite facendo avvenire l'arco nell'azoto, nell'anidride carbonica e nel gas illuminante anzichè nell'aria.

Particolarmente buoni sono stati i risultati ottenuti con l'anidride carbonica e col gas illuminante con i quali, oltre ad avere riscontrato un notevole aumento della velocità di deionizzazione del gas, abbiamo notato una forte diminuzione dell'usura degli elettrodi. Col gas illuminante si ha però la formazione di depositi carboniosi.

Riuscirebbe di grande vantaggio l'impiego dell'idrogeno, senonchè la possibilità di facili esplosioni lo rende, secondo noi, praticamente inadatto.

In quanto al modo d'impiego, l'esperienza ha finora dimostrato che una sicura deionizzazione si ottiene, anche per tensioni molto elevate, inviando forti correnti di gas trasversalmente all'arco in modo da investire direttamente gli elettrodi e facendo avvenire l'arco in gas a pressioni di 1 ÷ 2 kg/cm².

Un problema evidentemente delicato è quello della forma e della disposizione degli elettrodi; l'arco infatti deve restare il più possibile indisturbato durante la fase d'innesco poichè un eventuale allungamento per azione del gas porterebbe ad una notevole dissipazione di energia.

Nel prossimo paragrafo vedremo come, con un opportuno dimensionamento degli elettrodi, è possibile avere un ottimo funzionamento anche con velocità del gas molto elevate.

Elettrodi.

7. — Abbiamo fatto un'altra serie di esperienze con lo scopo di determinare le condizioni necessarie per limitare l'usura degli elettrodi sotto l'azione dell'arco, e per trovare una forma di essi più opportuna.

Da esse è risultato che è necessaria un'opportuna scelta del materiale che li costituisce, un energico raffreddamento ed un rapido spostamento dell'arco sulla loro superficie per evitare l'immediata fusione del metallo.

Fra i molti materiali sperimentati sono risultati più adatti il rame ed il nichel, il primo per la sua elevata conduttività termica, il secondo per la sua attitudine a resistere lungamente all'azione dell'arco.

Abbiamo cercato di accoppiare queste due proprietà costruendo elettrodi di rame nichelati; i risultati ottenuti sono stati buoni ma in definitiva si sono dimostrati economicamente più convenienti gli elettrodi di rame nonostante la loro più rapida usura.

Ricordiamo in proposito che abbiamo fatto alcune esperienze facendo avvenire l'arco fra elettrodi di carbone, o fra un elettrodo di carbone ed uno metallico; i risultati sono stati però poco soddisfacenti.

Il raffreddamento degli elettrodi è stato da noi realizzato mediante circolazione d'acqua.

Per quanto riguarda lo spostamento dell'arco sulla superficie degli elettrodi, ricordiamo che tale problema ha già formato og-

getto di una nota su *L'Elettrotecnica*, nella quale abbiamo descritto una lunga serie di esperienze eseguite in proposito.

Da esse è risultato che se non è possibile evitare la fusione degli elettrodi sotto l'azione dell'arco, l'usura può essere però fortemente ridotta quando si imprimano all'arco velocità di spostamento molto elevate.

Due tipi di dispositivi sono capaci di realizzare lo spostamento dell'arco, e precisamente i dispositivi meccanici e quelli che utilizzano l'azione di un campo magnetico.

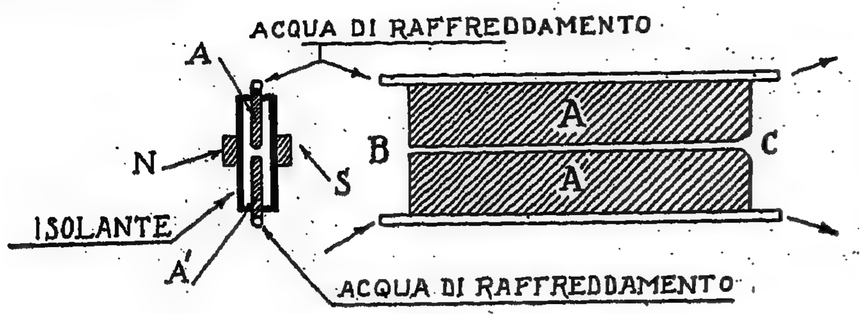


Fig. 16.

Tra i dispositivi meccanici abbiamo sperimentato quelli con elettrodi rotanti circolari e profilati ad evolvente, con elettrodi fissi tubolari concentrici attraverso i quali veniva soffiata una energica corrente d'aria, con elettrodi fissi piani pure investiti da una corrente d'aria, ecc. Essi hanno sempre dimostrato però che non è possibile spostare l'arco in modo regolare, data la tendenza della macchia catodica a fissarsi in un punto della superficie dell'elettrodo.

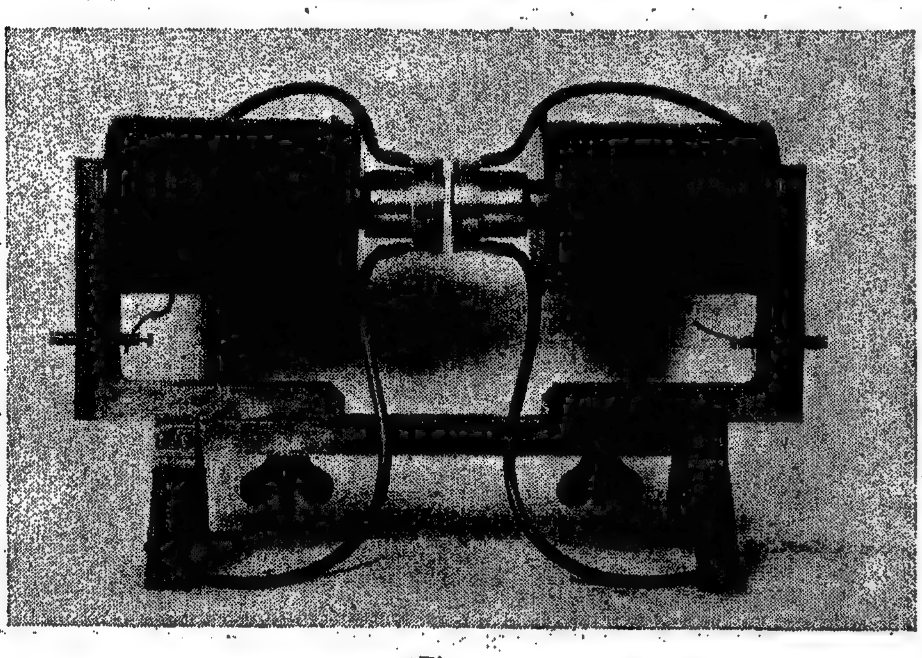


Fig. 17.

In questi dispositivi l'arco viene fortemente allungato e continuamente strappato, con conseguente maggiore caduta di tensione e deformazione dell'onda di corrente raddrizzata.

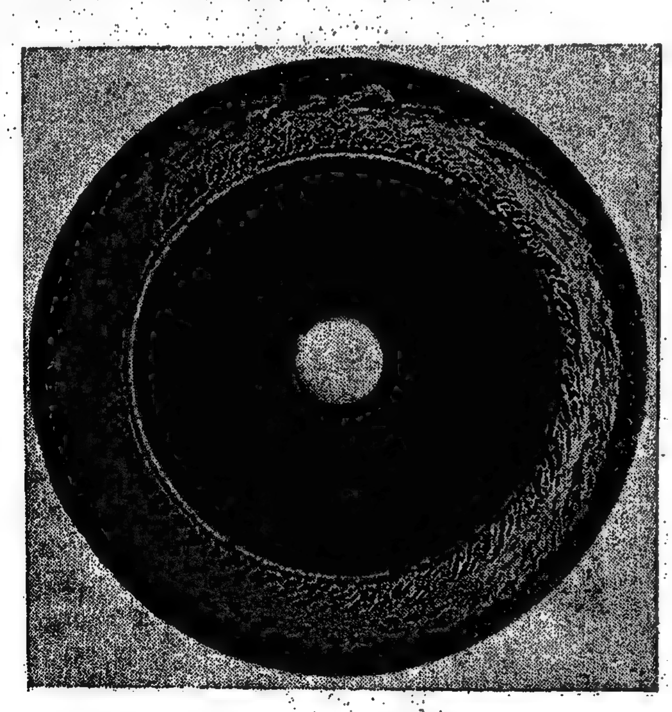


Fig. 18.

Ricorrendo invece all'azione di un campo magnetico questi inconvenienti scompaiono. Due disposizioni si sono dimostrate più adatte: una con elettrodi piani rettilinei, l'altra con elettrodi anulari affacciati.

La fig. 16 dà un'idea della prima disposizione, adatta solo per basse tensioni.

Due elettrodi AA', costituiti da due piastre di rame lunghe circa 40 cm e dello spessore di 10 mm, sono affacciate in modo che la loro distanza sia minore in B che in C. Lo spazio fra gli elettrodi è investito da un campo magnetico trasversale creato dai poli $N\,S$ di un elettromagnete. Innescando l'arco e mezzo di una scintilla, esso si forma sempre in B, causa la minore distanza, e per effetto del campo magnetico vien spinto energicamente verso C.

Con questo dispositivo abbiamo riscontrata una limitata usura degli elettrodi ed un funzionamento assolutamente regolare.

La fig. 17 mostra invece la seconda disposizione. Due elettrodi anulari opportunamente isolati e raffreddati mediante circolazione d'acqua, sono immersi in un campo magnetico radiale, ottenuto eccitando in opposizione i due poli dell'elettromagnete.

Innescato l'arco, esso viene portato in rapidissima rotazione, con una velocità dipendente dall'intensità del campo magnetico, dall'intensità della corrente e dalla distanza fra gli elettrodi.

La fig. 18 mostra una fotografia della superficie di un elettrodo dopo un lungo funzionamento con intensità di corrente variabili da 10 a 50 A; sono visibilissime le tracce lasciate dall'arco nella sua rotazione.

Esperienze su un raddrizzatore monofase.

8. — Utilizzando il complesso dei risultati ottenuti nelle esperienze ora ricordate, abbiamo realizzato un raddrizzatore monofase di due semionde per bassa tensione, per servizio normale del nostro Laboratorio.

La fig. 19 mostra la sezione longitudinale dell'apparecchio.

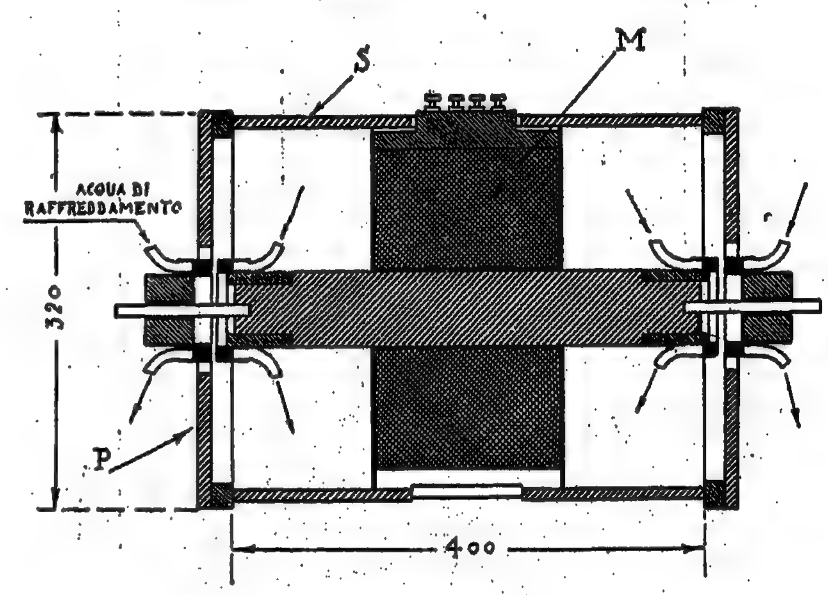


Fig. 19.

Sulle espansioni polari dell'elettromagnete M sono sistemate due coppie di elettrodi, opportunamente isolati e raffreddati mediante circolazione d'acqua. Il campo magnetico che investe gli elet-

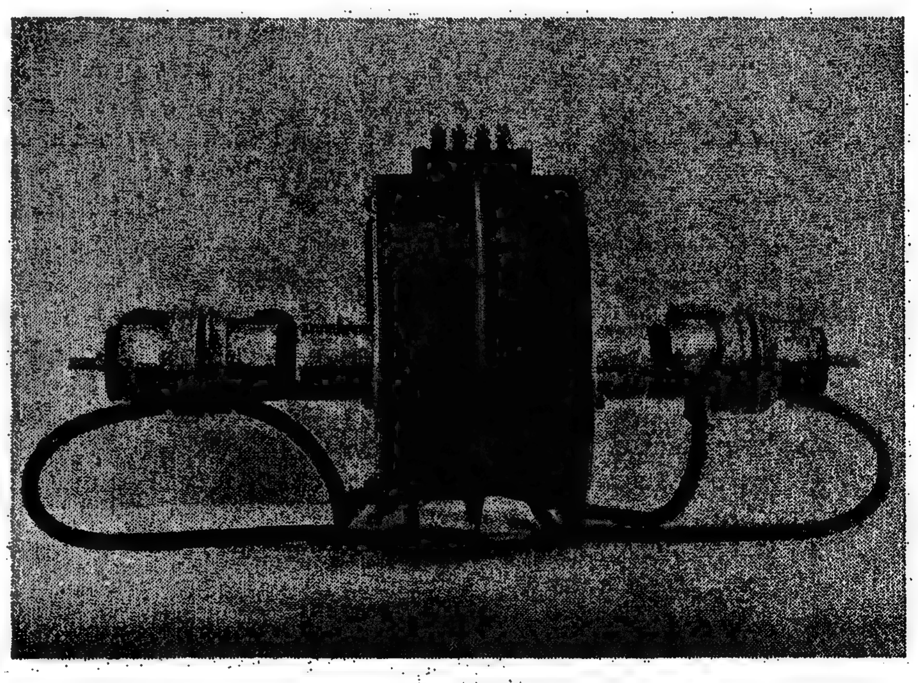


Fig. 20.

trodi ha una componente radiale, dato che il circuito magnetico si chiude attraverso le piastre di ferro laterali P ed il tubo, pure di ferro S. La fig. 20 mostra una fotografia dell'elettromagnete con gli elettrodi, che possono essere facilmente controllati e smontati.

La fotografia di fig. 21 mostra l'apparecchio senza le piastre frontali, e quella di fig. 22 l'apparecchio completo. Come si vede manca qualunque dispositivo per la circolazione forzata dell'aria,

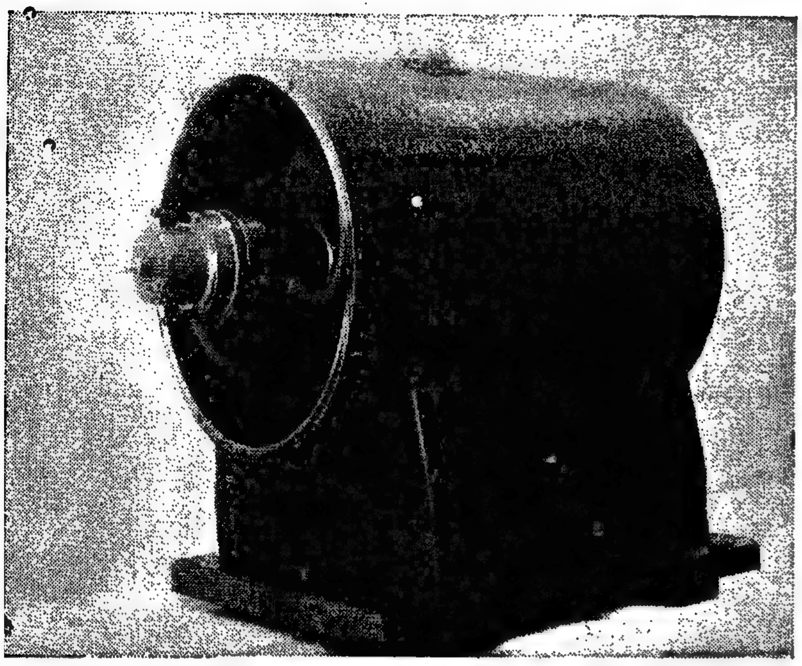


Fig. 21.

dato che in condizioni normali la deionizzazione è affidata all'azione spontanea del gas. È possibile però, con poche modifiche, far funzionare l'apparecchio in gas compresso.

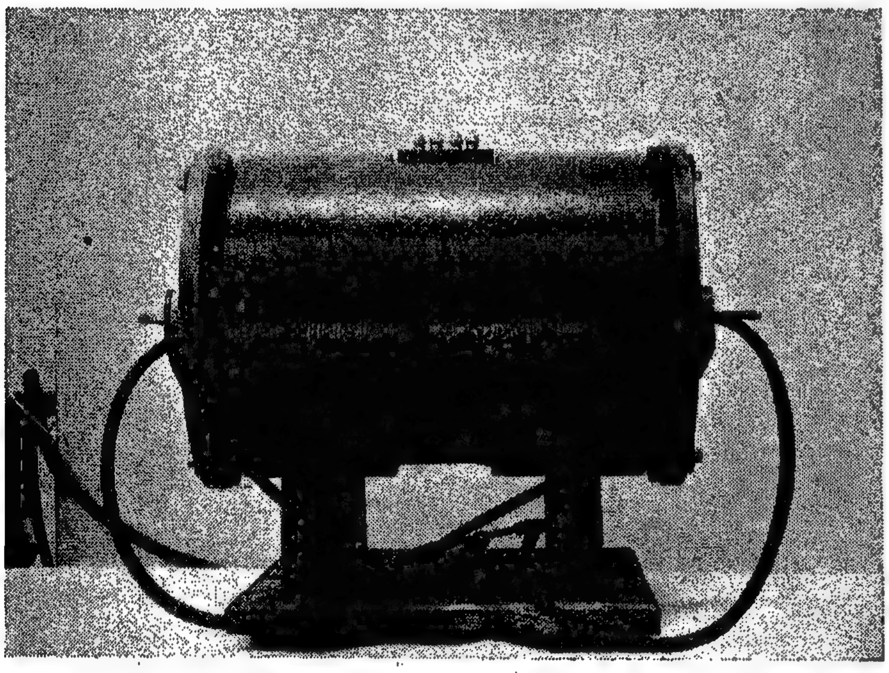


Fig. 22.

Funzionamento come raddrizzatore.

9. — Utilizzando il circuito di fig. 6 e mantenendo l'innesco in una fase fissa abbiamo fatto funzionare l'apparecchio come un raddrizzatore normale, con un carico prevalentemente ohmico.

In queste condizioni abbiamo fatto una serie di prove che hanno avuto lo scopo di studiare l'influenza dei vari fattori sulla potenza massima convertibile dall'apparecchio, affidandosi, come abbiamo detto, unicamente alla deionizzazione spontanea dello spazio fra gli elettrodi. I risultati sono stati i seguenti:

Per tensioni fino a 300 V, l'intensità massima di corrente raddrizzata, limitatamente alle nostre disponibilità, è stata di un centinaio di A. È nostro parere però che in queste condizioni si possano raggiungere intensità di corrente molto maggiori; a tale scopo abbiamo costruito due elettrodi per forti intensità di corrente, uno dei quali è mostrato dalla fotografia della fig. 23, sui quali ci riserviamo di fare alcune prove.

Aumentando la tensione fino a 900 V, per coppia di elettrodi, l'intensità massima della corrente convertita, con funzionamento regolare, è stata di una ventina di A. L'oscillogramma della fifiura 24 mostra, nella curva superiore, l'andamento della corrente raddrizzata, e, nella curva inferiore, l'andamento della tensione fornita dal trasformatore.

Verso i 1500 V, l'apparecchio perde ogni regolarità di funzionamento anche per correnti di 4 ÷ 5 A.

Abbiamo voluto vedere come venivano modificati tali risultati, variando la distanza fra gli elettrodi, la velocità di rotazione dell'arco, ed inserendo induttanze catodiche ed anodiche.

La distanza fra gli elettrodi e la velocità di rotazione dell'arco hanno dimostrato di avere una scarsa importanza sulla massima potenza convertibile; un aumento della velocità dell'arco porta bensì ad una maggiore durata degli elettrodi ma aumenta notevolmente la caduta di tensione su esso.

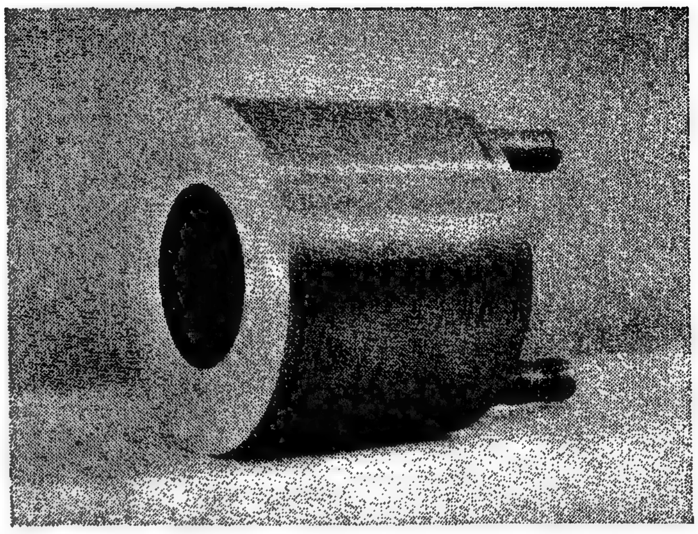


Fig. 23.

La presenza di una elevata induttanza catodica ha dimostrato di peggiorare il funzionamento dell'apparecchio rendendo insufficiente il tempo disponibile per la deionizzazione del gas, mentre un piccolo valore di essa è indispensabile per un funzionamento regolare rendendo l'arco più stabile durante il periodo di accensione. L'arco infatti per effetto del rapido movimento, ha una continua tendenza a spegnersi, specie quando gli elettrodi sono molto logorati.

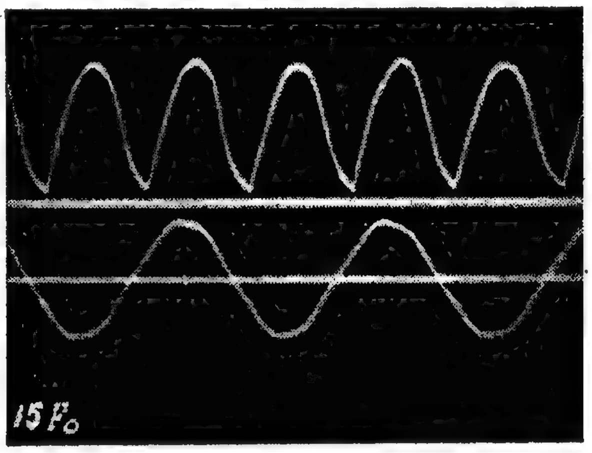


Fig. 24.

In queste condizioni l'onda di corrente raddrizzata è fortemente deformata, come mostra la curva superiore dell'oscillogramma di fig. 25. L'oscillogramma della fig. 26 mostra invece, sempre nella curva superiore, l'andamento della caduta di tensione all'arco in analoghe

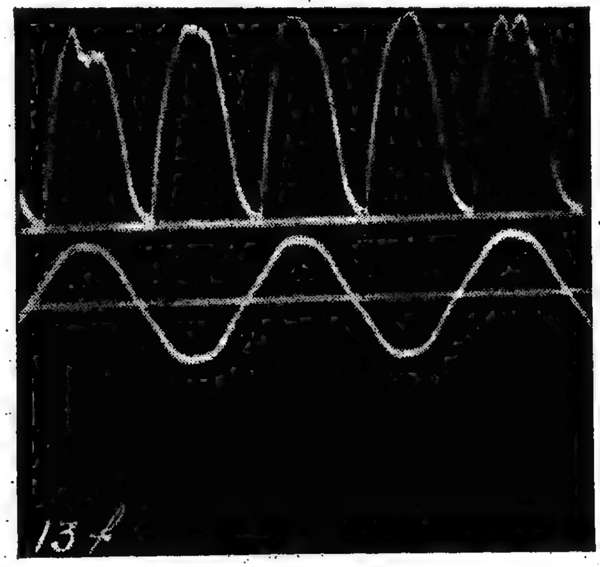


Fig. 25.

condizioni di funzionamento. Un'induttanza anodica si è pure dimostrata assolutamente sfavorevole peggiorando la commutazione.

Per quanto riguarda il rendimento dell'apparecchio esso dipende:

1°) Dalla caduta di tensione all'arco, normalmente di 50 ÷ 60 V, ma fortemente variabile col grado di usura degli elettrodi e con la velocità di rotazione dell'arco.

Particolarmente forti sono le variazioni della caduta di tensione in funzione della velocità di rotazione dell'arco, quando gli elettrodi sono molto logorati; in tali condizioni si arriva a cadute di tensione di $80 \div 90$ V.

2°) Dalla potenza spesa nel circuito di accensione, nel nostro caso $500 \div 600$ watt.

3°) Dalla potenza spesa nell'elettromagnete, sempre molto piccola, un centinaio di watt.

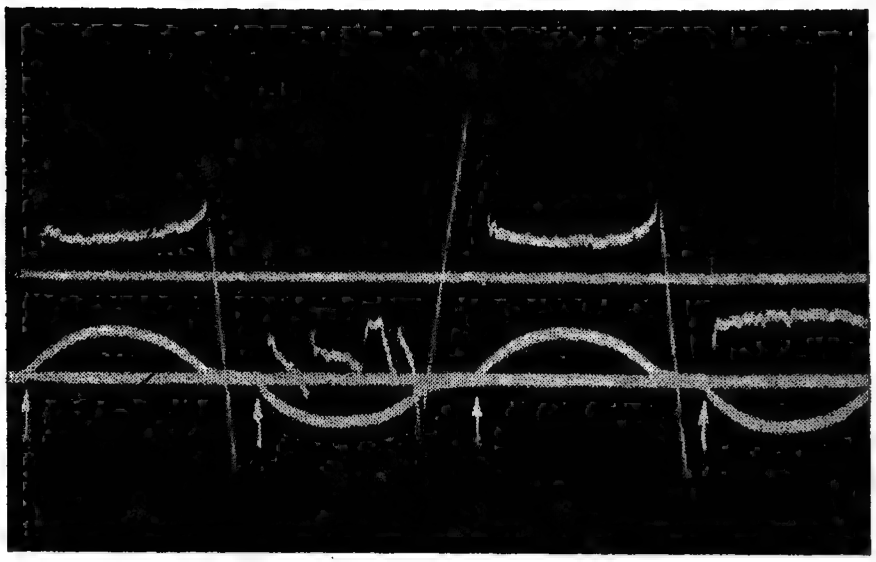


Fig. 26.

Le curve di rendimento presentano evidentemente un andamento analogo a quelle relative ai raddrizzatori a vapore di mercurio.

10. — Mantenendo fisso l'istante d'innesco all'inizio di ogni semiperiodo l'apparecchio funziona come un raddrizzatore normale, e la tensione continua ha un rapporto costante con la tensione fornita dal trasformatore. Se però variamo l'istante di accensione otteniamo la regolazione della tensione come avviene nei raddrizzatori a vapore di mercurio con griglie di controllo.

Indicando con V_m il valore medio della tensione continua regolata, con V_{m0} il valore medio della tensione continua quando fosse interessato tutto il semiperiodo e con ξ l'angolo di ritardo dell'accensione, abbiamo la relazione:

$$V_m = \frac{V_{m0}}{2} (1 + \cos \xi).$$

Tale relazione permette di vedere come varia il valore medio della tensione in funzione del ritardo di innesco.

In queste condizioni il raddrizzatore ha sempre funzionato regolarmente. Gli oscillogrammi della fig. 27, che si riferiscono a quattro regolazioni diverse, mostrano nella parte superiore l'andamento della tensione regolata. Ci sono da fare naturalmente, nei riguardi del fattore di potenza e della forma dell'onda di corrente al primario di trasformatore, le stesse osservazioni relative ai raddrizzatori a vapore di mercurio con griglie di controllo.

Particolarmente interessante diventa il comportamento del trasformatore quando esso sia caricato su una sola semionda; il fattore di potenza al primario è in queste condizioni normalmente inferiore a 0,5 e la corrente risulta fortemente deformata (16).

Abbiamo fatto pure delle prove alimentando, con tale raddrizzatore, un motore a corrente continua ad eccitazione indipendente caricato su un generatore asincrono. La corrente massima assorbita dal motore è stata di 25 A a 200 V; la regolazione del carico, variando l'istante di innesco è stata ottima, come pure è stata soddisfacente la regolazione del numero dei giri entro ampi limiti.

11. — Data la facilità di regolazione consentita da tali raddrizzatori, abbiamo studiato il comportamento di essi nella carica di batterie di accumulatori. La fig. 28 mostra il circuito da realizzare in questo caso; è indifferente collegare al centro del trasformatore il positivo od il negativo della batteria dato che l'apparecchio non ha una polarità obbligata. Riferendosi alla fig. 29, nella quale e_1, e_2 rappresentano le tensioni nei due lati del secondario del trasformatore, e V_c la tensione continua della batteria, vediamo che affinchè la batteria venga caricata è necessario effettuare l'innesco dell'arco nell'intervallo $t_1 \div t_2$; se l'innesco avvenisse nell'intervallo $0 \div t_1$ si avrebbe un'erogazione di corrente da parte della batteria (funzionamento da invertitore) e se avvenisse nell'intervallo $t_2 \div t_3$ si avrebbe un corto circuito netto.

Riassumiamo le prove da noi fatte.

Carica di batterie da 240 V, 90 amperora con 27 A, da 120 V, 180 amperora con 50 A, da 60 V, 360 amperora con 90 A.

La regolazione della corrente di carica, variando l'innesco, è stata finissima.

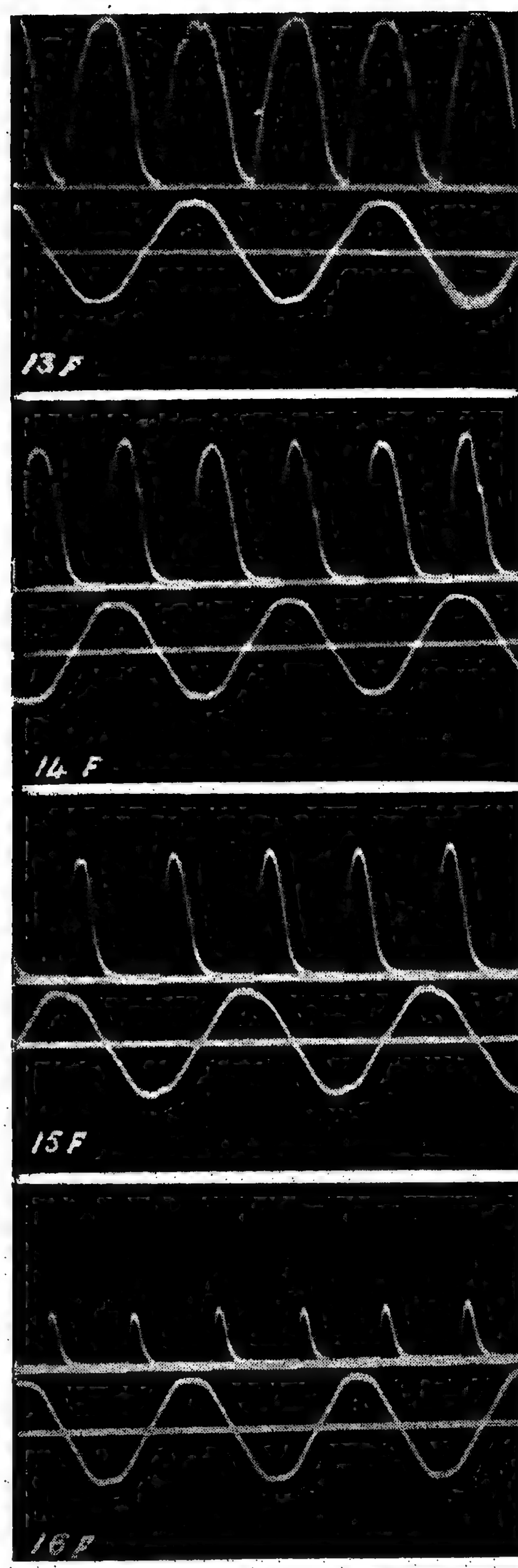


Fig. 27.

Funzionamento come invertitore.

12. — Abbiamo sperimentato l'apparecchio anche come invertitore, intendendo con tale denominazione il funzionamento di esso per la trasformazione dell'energia elettrica a corrente continua in energia elettrica a corrente alternata. Il circuito è notoriamente quello stesso di fig. 28 essendo sufficiente variare la fase d'innesco rispetto a quella che era necessaria per la carica della batteria. Le esperienze da noi fatte, mentre hanno permesso di constatare un regolare funzionamento dell'apparecchio, anche in queste condizioni, essendo stato possibile convertire dalla corrente continua alla alternata, una potenza di circa 10 kW con 240 V, hanno mostrato che è lecito applicare anche in questo caso tutte le considerazioni fatte nei riguardi degli invertitori a vapore di mercurio, per quanto riguarda il fattore di potenza primario, la forma dell'onda di corrente, ecc.

13. — Per tensioni fino a $5000 \div 6000$ V abbiamo realizzato un apparecchio analogo a quello precedentemente descritto salvo alcune

varianti indispensabili per una efficace deionizzazione dello spazio d'arco. La fig. 30 mostra una sezione di tale apparecchio. Sull'espansione polare dell'elettromagnete M è fissato l'elettrodo A di fronte al quale si trova la piastra di ferro S munita di un foro centrale. L'elettrodo A' è collegato elettricamente con la piastra S e quest'ultima è isolata dal tubo di ferro T e quindi dall'elettrodo A.

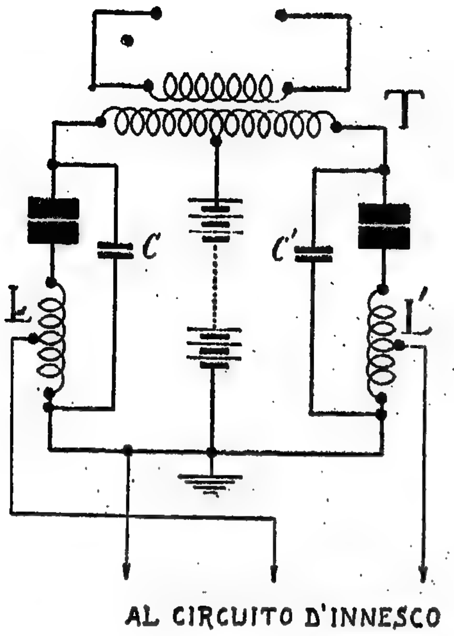


Fig. 28.

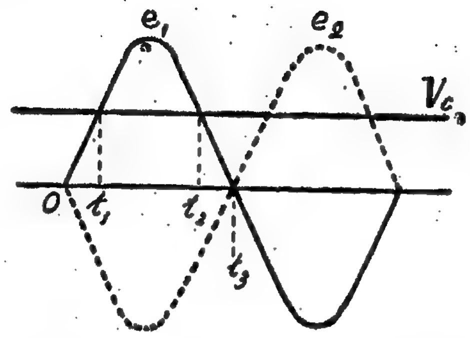


Fig. 29.

Lo spazio fra gli elettrodi risulta immerso in un campo magnetico radiale e, mettendo in pressione la camera C, mandando aria attraverso il foro E, è pure investito da un'energica corrente d'aria che esce dall'apparecchio secondo il percorso segnato dalle freccie F. Con una forma appropriata degli elettrodi è possibile ottenere, in corrispondenza alle zone di uscita, velocità dell'aria molto elevate e quindi avere una efficace deionizzazione.

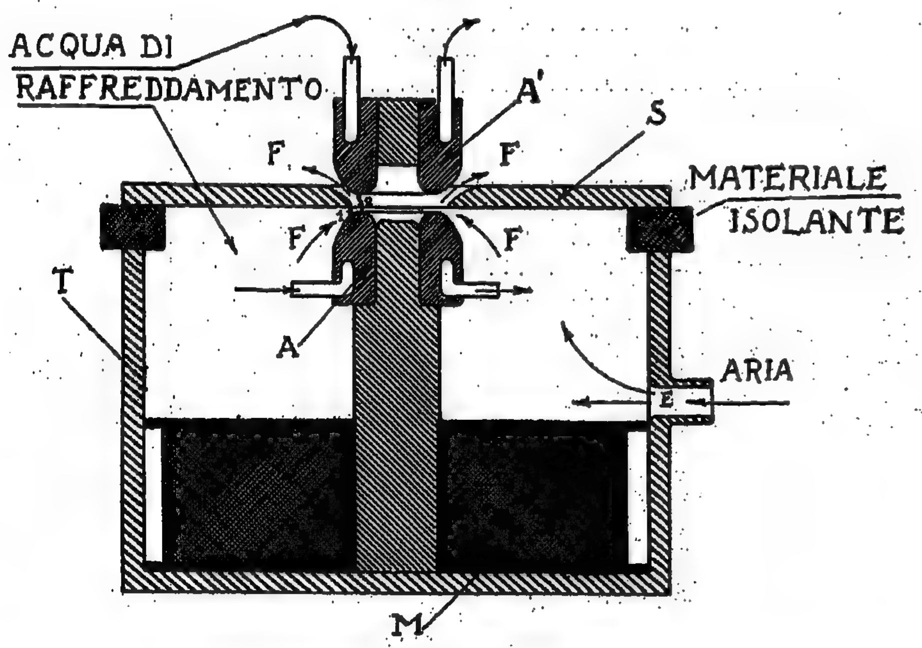


Fig. 30.

L'arco si innesca fra l'elettrodo A e la piastra S nella posizione 1. e per azione della corrente d'aria viene spinto in 2 dove, portato in rapida rotazione per effetto del campo magnetico, resta innescato in modo relgolare dato che non ha la possibilità di essere allungato o strappato. Questa disposizione è analoga a quella già realizzata dal Marx per altissime tensioni; essa presenta il vantaggio su altre disposizioni del genere, che utilizzano l'azione di una corrente d'aria, di dar luogo alla minima dissipazione di energia nell'arco e di non deformare sensibilmente l'onda di corrente raddrizzata.

Le prove che abbiamo eseguito su tale apparechio sono state ostacolate dalle disponibilità di potenza del nostro Laboratorio; abbiamo riscontrato però un funzionamento regolare fino a 6000 V con una corrente di $5 \div 6$ A. Faremo in proposito altre prove.

14. — Per le alte ed altissime tensioni spetta al Marx il merito di avere realizzato degli apparecchi di funzionamento sicuro e relativamente semplici. Altri sperimentatori come il Buchwald, in diretta collaborazione col Marx, ed il Thompson, hanno pure fatto in proposito notevoli lavori sperimentali che stanno decisamente a favore di questi nuovi raddrizzatori.

La fig. 31 mostra la fotografia di un raddrizzatore monofase realizzato dal Marx e dal Buchwald per tensioni massime di 200 kV e per correnti massime di 125 A. La fig. 32 mostra un particolare degli elettrodi. g ed e sono le espansioni polari di due elettromagneti eccitati in opposizione; il circuito magnetico si chiude attraverso le parti in ferro f e h, c e d sono gli elettrodi principali ed a e b due schermi collegati elettricamente agli elettrodi. 1, 2, 3 rappresentano le diverse posizioni dell'arco che si comporta in modo analogo a quello dai noi precedentemente descritto.

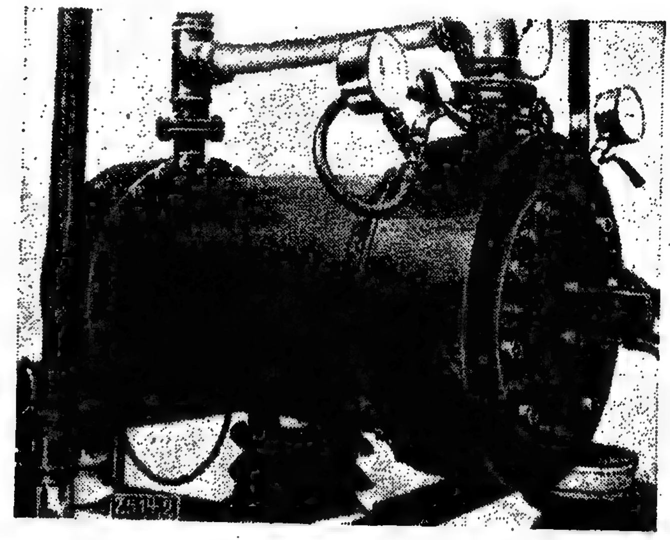


Fig. 31.

In corrispondenza alla zona di uscita si raggiungono elevatissime velocità dell'aria onde assicurare una efficiente deionizzazione.

La fig. 33 mostra invece un particolare di un raddrizzatore nel quale l'innesco avviene con un elettrodo ausiliario, come abbiamo già accennato nel paragrafo 4.

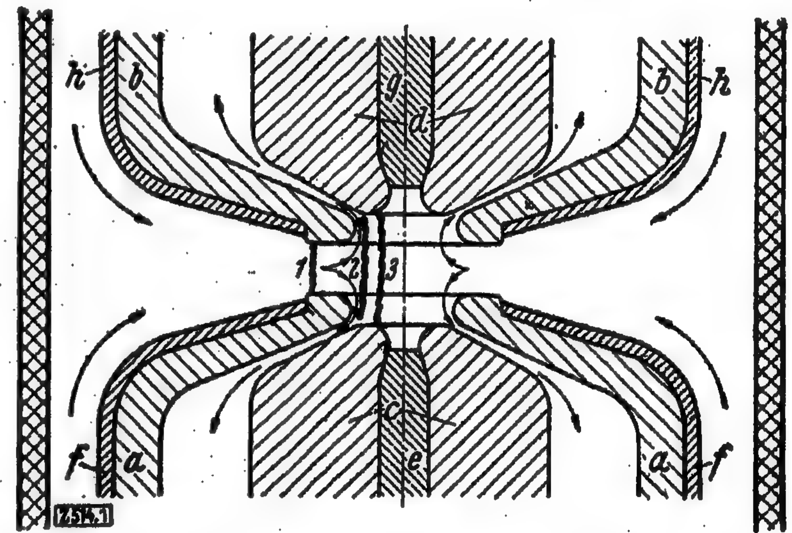


Fig. 32.

L'arco di accensione che si forma tra l'elettrodo principale C e quello ausiliario E viene spinto dalla corrente d'aria G contro l'elettrodo D in modo da effettuare l'innesco dell'arco nel circuito principale.

Con apparecchi di questo genere sono state raggiunte, in prove di laboratorio, tensioni massime di 700 kV.

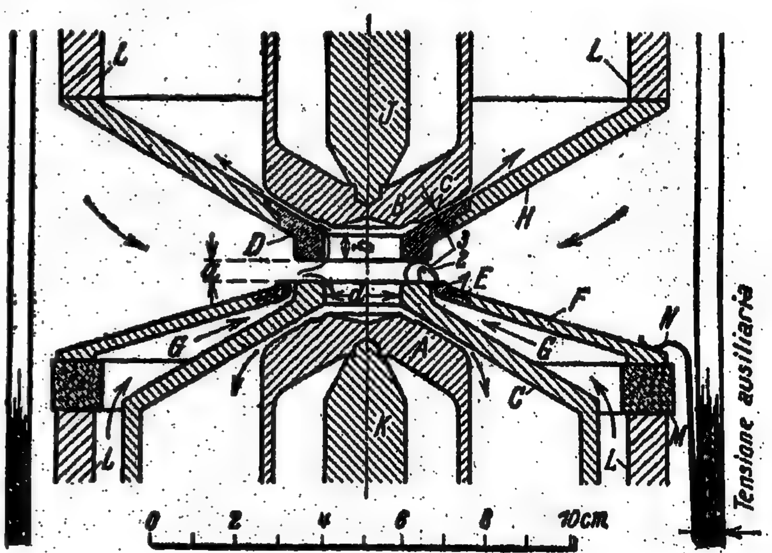


Fig. 33.

15. — A conclusione di quanto da noi e da altri sperimentato possiamo affermare che sia nel campo delle basse che delle alte tensioni, questi raddrizzatori possono essere utilmente impiegati, data l'assenza di parti fragili, quali esistono nei raddrizzatori a vapore di mercurio con ampolla in vetro, e l'assenza di difficoltà inerenti al raggiungimento di un vuoto adeguato (raddrizzatori in recipiente metallico).

La loro applicazione nel campo delle basse tensioni resta, secondo noi, limitata a quei casi particolari (come ad esempio nei laboratori) nei quali per avere già a disposizione buona parte del materiale che li costituisce, la loro realizzazione riesce estremamente economica anche per considerevoli potenze, fatto questo che può far tollerare il loro minore rendimento in confronto ai raddrizzatori a vapore di mercurio. A nostro parere invece la loro applicazione nel campo delle altissime tensioni va guardata col massimo interesse in relazione ai problemi che essi permettono di risolvere. Infatti finora i raddrizzatori ad arco in gas compresso sono i soli capaci di convertire grandi potenze a tensioni molto elevate. È da notare però che in questi ultimi anni anche con i raddrizzatori a vapore di mercurio si sono ottenuti notevolissimi risultati nel campo delle alte tensioni, essendosi raggiunti, in unità di 2000 kW, i 50 000 V (17).

Lavoro eseguito nel Laboratorio di Elettrotecnica del R. Istituto Superiore d'Ingegneria di Padova, diretto dal Prof. Pugno Vanoni, al quale l'autore esprime qui la sua riconoscenza per l'aiuto avuto durante lo svolgimento di queste ricerche.

Padova, 30 giugno 1935-XIII.

BIBLIOGRAFIA

1) TOULON: « Convertisseur de courant électrique de grande puissance a étincelle pilote ». - *R. G. E.* (1929).
2) E. MARX: « Lichtbogen Stromrichter ». - Springer (1932).
3) E. MARX: *E. T. Z.* (1933).
4) E. MARX: « Weiterentwicklung der Lichtbogenventile ». - *E. T. Z.* (1934).
5) BUCHWALD: « Ueber Lichtbogenstromrichter für sehr hohe Spannungen nach Marx ». - *E. u. M.* (1932).
6) BUCHWALD: « Der Marx Stromrichter ». - *V. D. I.* (1934).
7) W. G. THOMPSON: « The application of a gas-cooled arc to current conversion ». - *Journal I. E. E.* (1934).
8) C. DI PIERI: « Considerazioni ed esperienze sui raddrizzatori ad arco in gas a pressione atmosferica ». - *L'Elettrotecnica* (1934).
9) O. KILTIE: *A. I. E. E.* (1932).
10) J. SLEPIAN: « Extinction of an A. C. arc ». - *A. I. E. E.* (1928).
11) J. SLEPIAN: « Theory of the Deion Circuit Breaker ». - *A. I. E. E.* (1928).
12) J. SLEPIAN: « Extinction or a long A. C. arc ». - *A. I. E. E.* (1930).
13) G. VALLE: « Ioni e mezzi ionizzanti ». - Rendiconti A. E. I. (1932).
14) G. VALLE: « I gas come conduttori ». - Rendiconti A. E. I. (1933).
15) R. SEELIGER: « Problemi fisici e tecnici dell'arco elettrico ». - *L'Elettrotecnica* (1934).
16) C. DI PIERI: « Sul funzionamento dei trasformatori caricati su una semionda ». - *L'Elettrotecnica* (1935).
17) *Rivista B. B. C.*, 1934, pag. 234.

FIBRA E CARTONI CILINDRATI

GINO REBORA

L'A. ha studiato cartoni-fibra e cartoni cilindrati dal punto di vista dielettrico in relazione alla loro struttura fisico-chimica.
Si rileva che i risultati elettrici variano col processo di fabbricazione.
I risultati ottenuti possono essere di guida e di orientamento ai fabbricanti nella scelta dei processi e nei particolari tecnologici da seguirsi.

1. - Premessa.

Per chi si occupa in modo specifico di isolanti, può essere utile trovare sistematicamente raccolti i risultati di alcune prove eseguite su campioni di fibra e di cartone cilindrato.

Ho studiato due categorie di materiale in foglio.

Il tipo *« fibra »* ricavata dal cotone mediante processo di pergamenazione con cloruro di zinco ed il tipo *« cartone cilindrato »* (presspan) di fabbricazione analoga a quella della carta.

La nomenclatura di tali prodotti non è semplice, come accade del resto per quasi tutti gli isolanti che noi adoperiamo. Nel commercio e nella pratica di officina una ridda di nomi diversi, talora bizzarri, accompagna la serie di questi materiali, ed il nome riesce spesso elemento di confusione piuttosto che di chiarimento nello studio e nelle applicazioni.

La fig. 1 indica lo schema elettrico delle prove ed il tipo di elettrodi impiegati. Elemento questo, come si sa, sostanziale. Le misure indicate sono in mm.

L'elettrodo superiore è gravato dal peso di 1 kg.

Uno dei capi del circuito è a terra.

Le prove sono effettuate in aria a temperature $18^{\circ} \div 21^{\circ}$. Pressione barometrica $747 \div 757$ mm.

Umidità $40 \div 50$ %.

Materiale sottoposto a prova dielettrica allo stato naturale.

Le tensioni indicate sono in volt efficaci.

Freq. 42 cicli/s.

La applicazione della tensione è stata fatta secondo due metodi:

1) aumento graduale partendo da zero per giungere alla perforazione in un tempo medio compreso tra 8 e 22 secondi;

2) applicazione iniziale di una tensione di circa $1/3 \div 1/4$ della media finale di perforazione. Salita a gradini di circa 1/10 della tensione finale, mantenendo il valore di ogni gradino per 60 secondi.

Nel corso delle esperienze ho notato che tutte le scariche sono avvenute entro il disco limitato dal bordo dell'elettrodo aderente all'isolante.

Indizio questo di buona distribuzione del campo elettrico.

Le prove elettriche vennero svolte nel Laboratorio della Istituzione Elettrotecnica « C. Erba » - R. Scuola Superiore di Ingegneria, Milano.

2. - Fibra.

Ho paragonato in modo completo, sotto tutti i punti di vista, due campioni di fibra in foglio di colore grigio, di provenienza diversa, indicati rispettivamente con I° e II°.

La determinazione delle caratteristiche fisico-chimiche è stata affidata al Laboratorio della R. Stazione Sperimentale Industria Carta e Fibre tessili, Milano, che qui ringrazio.

I risultati sono raccolti in riassunto nelle seguenti tabelle 1 e 2.

TABELLA 1.
FIBRA. — *Prove fisico-chimiche.*

Campione fibra	I°	II°
Peso specifico	1,25÷1,35	1,12÷1,18
Spessore medio	0,512 mm	0,456 mm
Colore	grigio scuro	grigio scuro
Rottura per trazione (direz. di macchina) Allungamento	17 kg/mm² 6,33 %	6,28 kg/mm² 24,3 %
Rottura per trazione (direz. trasversale) Allungamento	6,2 kg/mm² 26 %	7 kg/mm² 20 %
Resistenza alla piegatura.		
N. piegature doppie:		
Prodotto naturale:		
direzione di macchina	3	528
direzione trasversale	2666	267
Dopo 24 ore di stufa a 120°:		
direzione di macchina	1	385
direzione trasversale	1625	304
Dopo 24 ore in olio a 120°:		
direzione di macchina	0	442
direzione trasversale	1255	135
Umidità (dopo 12 ore in ambiente normale)	7,1 %	8,5 %
Igroscopicità (aumento di peso in ambiente saturo):		
dopo *24 ore*	5,12 %	5,19 %
dopo *192 ore*	14,05 %	14,3 %
Permeabilità (aumento peso per immersione in acqua):		
dopo *12 ore*	56 %	66 %
dopo *24 ore*	56,5 %	68 %
Aumento di spessore per immersione in acqua:		
dopo *12 ore*	48,9 %	37,8 %
dopo *24 ore*	49 %	38,1 %
Reazione chimica — al tornasole	leggermente acida	lievissimam. acida
Grado di pergamenazione	scarso	più completo
Impasto	cotone	cotone
Ceneri	0,41 %	0,40 %

Inoltre un altro tipo di fibra pure grigio indicato III° nella tabella 2 fu sottoposto solo alla indagine elettrica. Il suo peso specifico è 1,20 lo spessore di 0,22 mm.

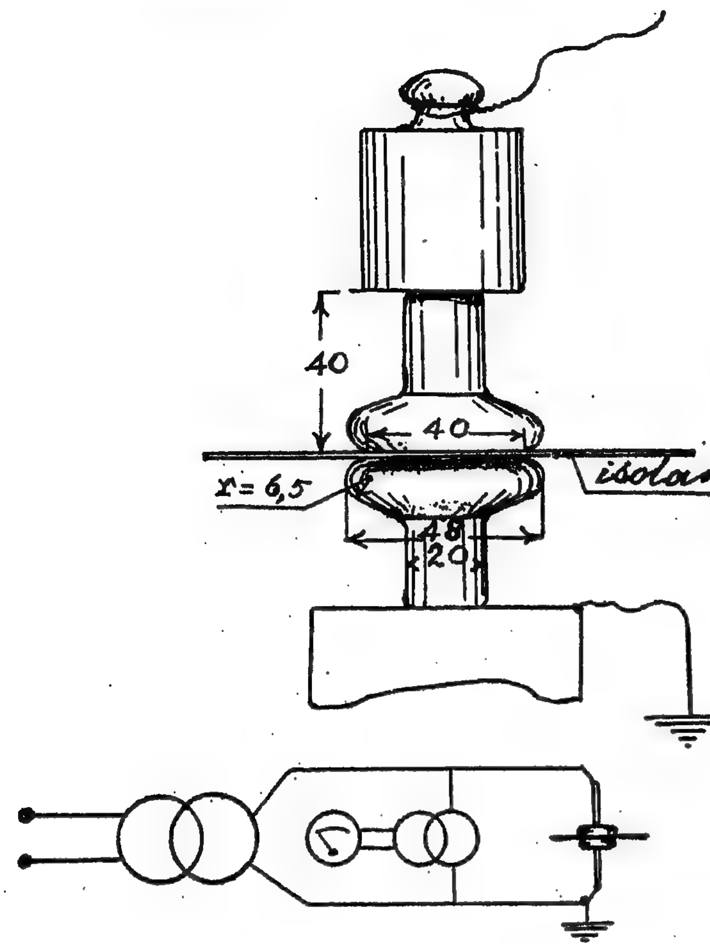


Fig. 1.

I campioni I° e III° corrispondono al materiale chiamato spesso « *Leatheroid* ».

Tabella 2.
FIBRA. — *Prove elettriche.*

Campione fibra	I°	II°	III°
Spessore mm	0,512	0,456	0,22
Tensione di perforazione, salendo gradatamente	6350	2650	2420
Tempo impiegato in secondi	22	17	20
Volt/mm	12500	5900	11000
Tensione di perforazione salendo a gradini e permanendo per ogni gradino 60 secondi	5800	2910	2600
Variazione per ogni gradino, volt	500	300	300
Tensione iniziale, volt	2000	800	800
Tempo totale impiegato	$8^m\ 9^s$	$7^m\ 30^s$	$6^m\ 6^s$
Volt/mm	11400	6500	11800

Il paragone tra la fibra tipo I° e II° porta a concludere:

1°) Il tipo I° ha peso specifico maggiore del II° ed è meno pergamenato. Le sue fibre sono più lunghe, più intatte e meno intaccate dal reagente. Il II°, pure a base di cotone, ha fibre più corte, corrose, meno conservate e più cementate fra loro.

I due campioni hanno subito differente processo di pergamenazione e forse il materiale base aveva caratteristiche diverse.

2°) A queste differenze oltre a parecchie altre diversità nelle caratteristiche fisiche corrisponde per il I° una notevole maggiore rigidità dielettrica.

3°) Il tipo III° si è rivelato alle prove elettriche simile al I°.

3. - Cartoni cilindrati (presspan).

Con I° e II° distinguo i due cartoni provati, della classe denominata « presspan » di colore giallo-arancio, cilindrati, lucidi.

Il I° corrisponde ad un tipo corrente, ordinario; il II° ad una qualità ottima, assai compatta a macchie chiaro-scure.

In tabella 3 si trovano i risultati.

Tabella 3.
CARTONI CILINDRATI. — *Prove elettriche.*

Campione cartone cilindrato	I° (ordinario)	II° (ottimo)
Spessore medio	0,52	0,2
Peso specifico	1,18	1,22
Tensione di perforazione salendo gradatamente	3326	1470
Tempo impiegato in secondi	8	10
Volt/mm	6400	7350
Tensione di perforazione, volt. Salendo a gradini e permanendo per ogni gradino 60 secondi	2700	2350
Variazione per ogni gradino, volt	300	250
Tensione iniziale in volt	1200	500
Tempo totale impiegato	$5^m\ 8^s$	$7^m\ 30^s$
Volt/mm	5200	11700

Il cartone cilindrato II° ha rivelato le sue buone qualità dielettriche.

Conclusione.

Ritengo che i risultati ottenuti possano servire di orientamento e di guida ai fabbricanti di fibra e di cartoni cilindrati per dotare il loro materiale delle qualità richieste dai consumatori elettrotecnici.

MISURA DIRETTA DELLA CONDUTTANZA DI PERDITA NEI CONDENSATORI CON ALTE FREQUENZE

M. BOELLA

Si descrive un metodo di sostituzione per la misura della conduttanza di perdita dei condensatori usati nei circuiti a radiofrequenza. Il metodo è stato studiato per evitare un grave inconveniente a cui è soggetto il metodo di sostituzione ordinario nel caso delle frequenze più alte e che consiste nella necessità di conoscere le perdite nel condensatore variabile in aria adoperato quale riferimento. Queste perdite diventano infatti, in tal caso, variabili in funzione della capacità. Si espongono le difficoltà incontrate nell'attuazione del metodo e gli accorgimenti usati per superarle. Si riportano i risultati di alcune misure di perdite su tre diversi condensatori variabili in aria, ponendo in rilievo quale sia, anche per frequenze relativamente basse (2 · 10⁶ Hz), l'importanza delle perdite variabili, dovute alla resistenza ohmica delle parti metalliche percorse da corrente, rispetto a quelle costanti, dovute ai materiali isolanti di sostegno.

1. - Scopo della ricerca.

Per la misura dell'angolo di perdita dei condensatori, con i normali metodi di sostituzione, è necessario disporre di un condensatore di paragone con perdite nulle, o almeno note. Quando si opera su radiofrequenze relativamente basse e su condensatori con angolo di perdita non molto piccolo, è ammissibile supporre che un condensatore variabile in aria non presenti altre perdite, oltre quelle che si hanno nei sostegni isolanti delle armature; si può immaginare quindi un condensatore in aria costituito da una capacità pura variabile sulla quale è derivata una resistenza, che è funzione della frequenza e non della capacità. Per contro, su frequenze più alte e per la misura di angoli di perdita piccoli, non si possono trascurare le perdite nelle parti metalliche dei condensatori variabili in aria, le quali possono convenientemente essere rappresentate da una resistenza posta in serie col condensatore e generalmente variabile con la capacità, poichè varia con questa la superficie affac-

ciata delle armature. Con lo scopo, inizialmente, di determinare la entità di tali perdite e di stabilire entro quali limiti sia lecito trascurarle nelle misure normali di angolo di perdita, si è studiata una variante del metodo classico di sostituzione, con la quale non occorre tener conto della resistenza in serie che rappresenta le perdite metalliche nel condensatore di paragone, analogamente come non occorre, col metodo ordinario, conoscere la resistenza in parallelo che rappresenta le perdite nei sostegni delle armature.

2. - Principio del metodo di misura.

Lo schema di principio del metodo è indicato in fig. 1. Il condensatore in esame C_x e il condensatore di paragone C_0 sono posti in serie e derivati su un circuito oscillatorio LC, alimentato

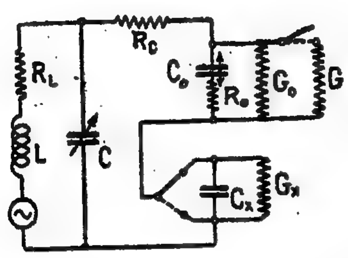


Fig. 1. — Schema di principio del metodo di misura.

da un generatore a radiofrequenza. Il condensatore C_0 è costituito di due dischi paralleli e affacciati, e se ne varia la capacità variando la distanza di questi; in tal modo la R_c, resistenza delle armature per le correnti di alta frequenza, si può ritenere costante al variare della capacità, poichè non cambia con la distanza la distribuzione della corrente nelle piastre. La R_c è la resistenza delle connessioni e la conduttanza G_0 rappresenta le perdite nei pezzi isolanti di sostegno, che si trovano nel campo elettrico del condensatore.

Per la misura, accordato mediante il condensatore C il circuito in corrispondenza di un valore C_{01} del condensatore C_0, si esclude il condensatore in prova C_x, si ripristina la sintonia portando C_0 a un nuovo valore C_{02} e infine si riporta al primitivo valore la tensione ai capi del circuito oscillatorio, derivando sul condensatore C_0 una conduttanza G di opportuno valore. Si ha allora:

$$[1] \qquad \frac{1}{C_{02}} = \frac{1}{C_{01}} + \frac{1}{C_x} \;;$$

$$[2] \qquad G + G_0 = G_0 \left(\frac{C_{02}}{C_{01}}\right)^2 + G_x \left(\frac{C_{02}}{C_x}\right).$$

La seconda relazione è ottenuta eguagliando la potenza perduta nel circuito nelle due condizioni (posto $G_x \ll \omega C_x$, $G \ll \omega C_{02}$) e considerando che non si deve tener conto nè di R_L, nè di R_c ed R_0, poichè le correnti che le attraversano sono rimaste identiche nei due casi.

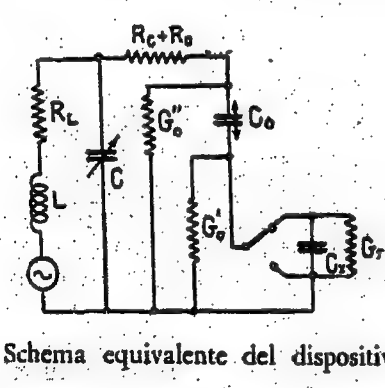


Fig. 2. — Schema equivalente del dispositivo di misura.

Dalla [2] si ottiene:

$$G_x = G \left(\frac{C_x}{C_{02}}\right)^2 + G_0 C_x^2 \left(\frac{1}{C_{02}} + \frac{1}{C_{01}}\right)\left(\frac{1}{C_{02}} - \frac{1}{C_{01}}\right);$$

da cui, in virtù della [1]:

$$G_x = G \left(\frac{C_x}{C_{02}}\right)^2 + G_0 C_x \left(\frac{1}{C_{02}} + \frac{1}{C_{01}}\right) \;;$$

ed ancora, per la stessa [1]:

$$[3] \qquad G_x = G \left(\frac{C_x}{C_{02}}\right)^2 + G_0 \left(1 + 2\frac{C_x}{C_{01}}\right).$$

Il termine correttivo in G_0 può assumere importanza notevole per valori un po' alti del rapporto C_x/C_{01}; ciò è inconveniente non lieve, dato che l'effettivo valore di G_0 è determinabile solo in modo alquanto incerto. Vi si è posto rimedio col tipo di costruzione successivamente adottato per il condensatore C_0, cioè sostenendo le due piastre mediante supporti isolanti distinti, fissati su un telaio metallico posto a terra. In tal modo si può evitare che vi siano pezzi di materiale isolante nel campo elettrico direttamente interposto tra le piastre del condensatore; lo schema equivalente del circuito diviene quello disegnato in fig. 2, in cui le conduttanze G_0' e G_0'' rappresentano rispettivamente le perdite nei sostegni isolanti delle due armature: la G_0'' non entra in considerazione del calcolo, poichè si congloba con le perdite costanti del circuito, mentre la G_0' compare soltanto nella prima fase della misura in parallelo alla G_x; sì che la relazione [3] deve essere modificata come segue:

$$[3'] \qquad G_x = G \left(\frac{C_x}{C_{02}}\right)^2 - G_0'$$

Non essendovi più il termine moltiplicativo $(1 + 2\, C_x/C_{01})$, che poteva assumere valori assai maggiori di 1, G_0' rappresenta una correzione generalmente trascurabile e, in ogni caso, costante, di modo che incide solamente sul valore residuo delle perdite del condensatore in esame, quando questo sia del tipo variabile in aria [1].

3. - Condensatore di confronto.

In fig. 3 si vede come è costruito il condensatore di confronto C_0. Le due armature, del diametro di 10 cm, sono in ottone, accuratamente spianate mediante raschinatura e dorate elettroliticamente; quella inferiore (1) è sostenuta da tre colonnini in ebanite (2) che appoggiano su tre viti di livello portate dalla piastra

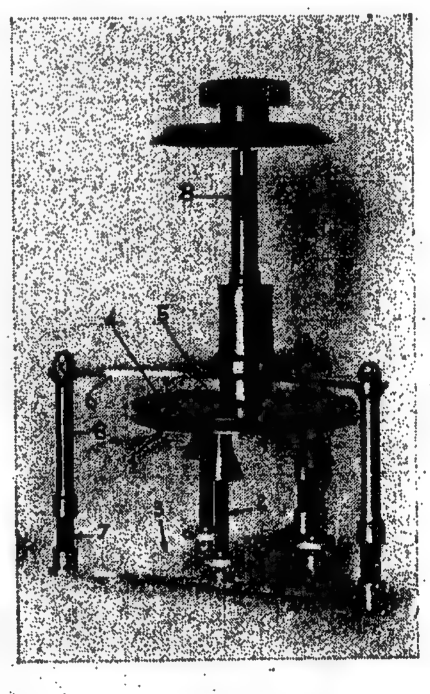


Fig. 3. — Condensatore di confronto.

metallica di base (3); quella superiore (4) è invece mobile (4,5 mm di corsa) per mezzo di un meccanismo a vite portato dalla piastra metallica (5), la quale è rigidamente unita alla piastra di base mediante i tre colonnini metallici (6) e i cilindretti isolanti (7) in ebanite. L'armatura fissa è quella che deve essere connessa al condensatore in prova C_x (fig. 2), mentre l'armatura mobile sarà collegata al circuito oscillatorio: in tal modo G_0'' rappresenta le perdite negli isolatori in ebanite (7), e G_0' quelle nei tre colonnini (2), i quali appunto sono costruiti lunghi e sottili, perchè diano luogo a perdite minime.

Fra l'alberello di manovra dell'armatura mobile e la manopola deve essere interposto un pezzo isolante (8) ed è opportuno che questo termini, dalla parte della manopola, con un cappuccio metallico che, messo a terra mediante una spazzola, evita che il circuito risenta l'avvicinarsi della mano. Le tre viti di livello permettono di rendere l'armatura fissa perfettamente parallela a quella

(1) L'ipotesi, implicitamente ammessa nella precedente trattazione, che l'aria possa considerarsi un dielettrico esente da perdite, sembra generalmente accettata e qualche prova eseguita per verificarla, la ha, nei limiti di approssimazione delle misure, confermata, nel caso di aria secca. Nel corso delle prove si è per contro rilevato, che l'aria umida sembra dar luogo a perdite sensibili. Ci si ripromette di tornare in avvenire su tale questione.

mobile e tale regolazione si fa, agevolmente e in modo assai accurato, traguardando i piatti dopo averli portati quasi a combaciare. Le tre campane metalliche poste sulla testa dei tre colonnini di ebanite, sotto l'armatura fissa, erano state poste allo scopo di sottrarre più completamente i colonnini al campo elettrico direttamente interposto tra le due armature; sembra però che tale precauzione sia superflua.

La determinazione della capacità del condensatore è stata effettuata, per diversi valori della distanza tra le piastre, col classico metodo usato per la misura delle capacità interelettrodiche dei triodi; anche in questo caso si ha infatti un sistema di tre capacità (fig. 4): C_0 capacità diretta fra le armature, C_0' e C_0'' capacità delle armature fisse e mobile rispetto allo schermo. Con tre misure per sostituzione diretta (od eventualmente mediante ponte), ponendo a turno in corto circuito una delle capacità, si determinano i tre valori delle somme a due a due delle incognite; risultano così tre equazioni, dalle quali si ricavano le tre capacità.

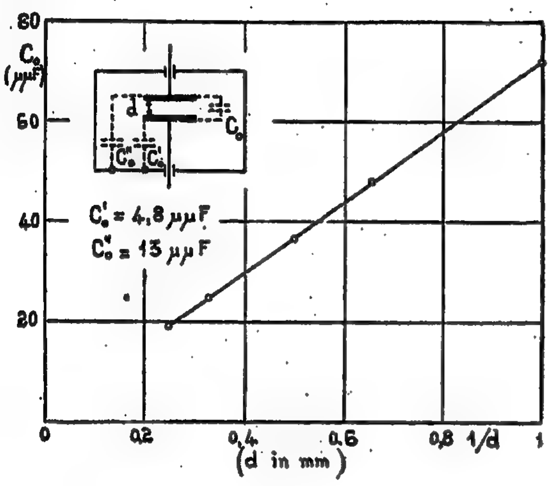


Fig. 4. — Taratura del condensatore di confronto.

Nella fig. 4 sono riportati i risultati della misura, in funzione dell'inverso della distanza tra i piatti. Il diagramma è risultato, per valori di d compresi fra 1 e 4 mm circa, praticamente rettilineo, con notevole vantaggio per il tracciamento e per l'interpolazione.

La capacità C_0'' non ha alcun interesse poichè risulta sempre in parallelo con quella del circuito oscillatorio, mentre la C_0' deve essere sommata nella [3'] alla capacità C_x del condensatore in prova. È da notare che C_0'' rimane praticamente costante, nonostante lo spostamento dell'armatura superiore, data la piccolezza della corsa e dato che, tra quella e l'involucro, è interposta la piastra (5) che ha una parziale azione schermante.

4. - Circuito di misura: schemi e particolari dell'impianto.

In fig. 5 è disegnato lo schema di principio del circuito di misura: il generatore a radiofrequenza induce nel circuito oscillatorio una forza elettromotrice costante, e l'uguaglianza delle perdite del circuito nelle due fasi della misura, col condensatore in esame C_x

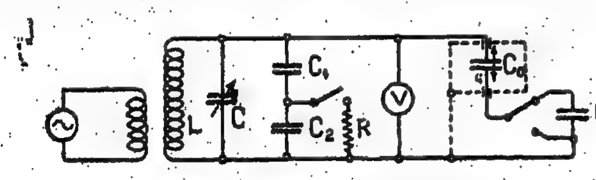


Fig. 5. — Schema semplificato del circuito di misura.

incluso o con C_x escluso e inclusa la resistenza di paragone R di opportuno valore, è verificata dall'uguaglianza della tensione ai capi del circuito oscillatorio, misurata col voltmetro elettronico V. La resistenza R è derivata sul divisore di tensione a capacità C_1 C_2 allo scopo di usare resistenze abbastanza basse, perchè il loro valore per corrente ad alta frequenza sia uguale a quello per corrente conti-

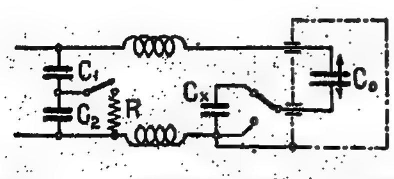


Fig. 6. — Induttanza delle connessioni.

nua (²); con i due valori di capacità (circa 50 $\mu\mu$F e 500 $\mu\mu$F rispettivamente; $[1 + C_2/C_1]^2 = 122,5$) adoperati nelle attuali misure, si sono usate resistenze Siemens « Karbowid 3 a » di valori tra 20.000 e 150.000 ohm. Il confronto è effettuato con metodo di interpolazione, operazione agevolata dalla linearità della curva di taratura del dispositivo quando si portino in ascisse le deviazioni del voltmetro e in ordinate i corrispondenti valori di conduttanza.

Il divisore di tensione deve essere derivato il più vicino possibile alla serie delle capacità C_0 e C_x, per evitare che, a causa della reattanza induttiva delle connessioni (fig. 6), la somma delle tensioni che si localizzano sulle due capacità C_0 e C_x sia superiore a quella che risulta applicata al divisore C_1 C_2, con conseguente errore in eccesso nella misura delle perdite; non ha viceversa importanza il punto in cui è derivato il voltmetro elettronico.

Quest'ultimo misura il valore massimo della tensione ed è del tipo a diodo polarizzato, con successivo amplificatore a triodo, come

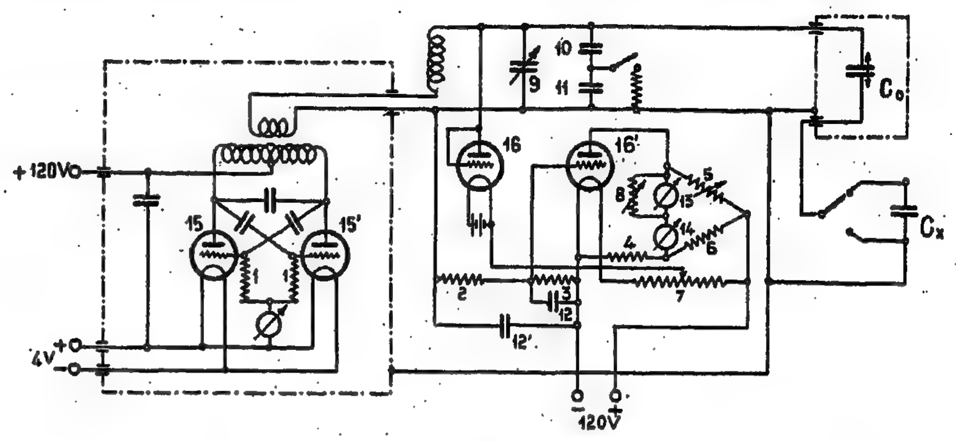


Fig. 7. — Schema particolareggiato del circuito di misura.

1 - Resistenza da 10.000 Ω, 1 W.
2 - Resistenza da 100.000 Ω, 0,5 W
3 - Resistenza da 10 MΩ, 0,5 W.
4 - Resistenza da 20.000 Ω, 1 W.
5 - Reostato a filo da 200 Ω.
6 - Resistenza da 200 Ω.
7 - Potenziometro da 1500 Ω, 80 mA.
8 - Reostato a filo da 20 Ω.
9 - Condensatore variabile da 250 $\mu\mu$F.
10 - Condensatore a mica SSR 101,1, da 50 $\mu\mu$F.
11 - Condensatore a mica SSR 101,7, da 500 $\mu\mu$F.
12-12' - Condensatori a mica da 10 mμF.
13 - Microamperometro da 200 μA.
14 - Milliamperometro da 3 mA, con zero centrale.
15-15' - Triodi Philips C 405.
16-16' - Triodi Philips A 415.

si vede in fig. 7, nella quale è riportato lo schema elettrico particolareggiato del circuito completo.

Il generatore a radiofrequenza è un oscillatore simmetrico (controfase) a triodi, schermato, ed è risultato opportuno non collegare alcun punto di esso allo schermo, per limitare le variazioni di tensione del circuito di misura, quando si avvicina la mano agli organi di manovra. Tale effetto è dovuto ad accoppiamento capacitivo tra il circuito del generatore e la piccola bobina posta in serie col circuito oscillatorio di misura; si ritiene perciò che uno schermo elettrostatico tra i due avvolgimenti sarebbe vantaggioso; la sua attuazione presenta qualche difficoltà costruttiva, se si vuole che sia facile scambiare le bobine per coprire una estesa gamma di frequenze.

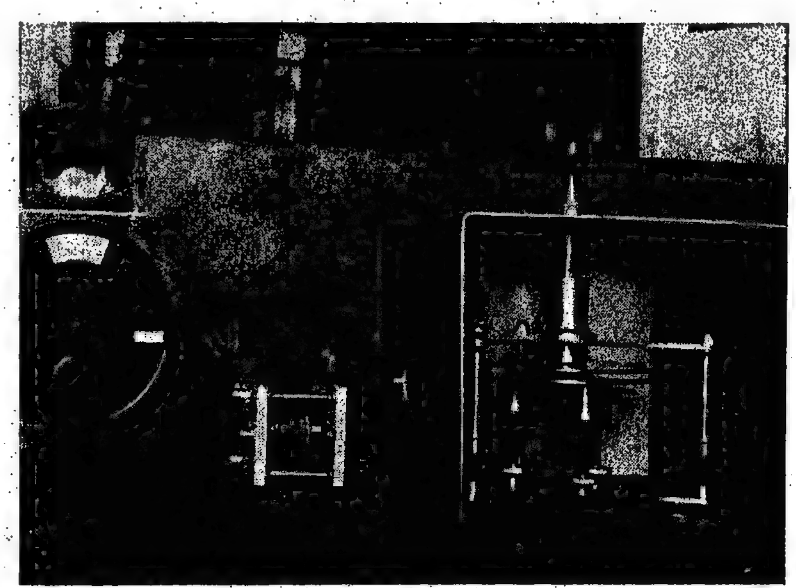


Fig. 8. — Disposizione dell'apparecchiatura di misura.

In fig. 8 si vede la disposizione pratica della installazione, da cui si rilevano i particolari che sono appresso descritti.

Il condensatore di confronto C_0 deve essere completamente schermato, poichè sembra che anche una parziale deficienza possa essere causa di errori di misura notevoli; i quali si manifestano con

(²) M. Boella: A. F., 1932, I, p. 224.
M. Boella: A. F., 1934, III, p. 132.

differenze dei risultati per diversi valori della distanza iniziale tra i piatti del condensatore di confronto, cioè per diversi valori di C_{01}.

Lo schermo usato nell'attuale installazione è costituito da una cassetta cubica di alluminio di 19 cm di lato con due fori nelle facce laterali per il passaggio delle connessioni e un terzo al centro della faccia superiore per l'alberello di comando. Si ritiene che si potrebbe ridurne le dimensioni e modificarne la forma in modo da diminuire la lunghezza delle connessioni, la cui induttanza è fonte, come si è detto, di inconvenienti e costituisce una limitazione al campo di frequenza utilizzabile per la misura.

Per il passaggio del conduttore che collega l'armatura fissa inferiore al condensatore C_x in esame, occorre usare materiale isolante di ottima qualità e ridurre al minimo la capacità verso lo schermo e le relative perdite. Queste ultime si sommano a quelle dovute ai tre colonnini di sostegno dell'armatura fissa, di cui si è discussa l'influenza (§ 2). Nella installazione di prova la connessione non è portata da alcun sostegno isolante, perchè è abbastanza rigida per sostenersi da sè.

L'esecuzione del secondo passante, per la connessione che dall'armatura mobile va al circuito oscillatorio, non ha per contro importanza, poichè le perdite ad esso dovute non influenzano il risultato della misura, ma solamente si sommano a quelle costanti del circuito.

Si deve curare, che le varie facce dello schermo presentino tra loro ottimo contatto, altrimenti, per effetto di variazioni nelle perdite nello schermo, si ha un'istabilità delle indicazioni del voltmetro, che rende impossibili le misure; è perciò raccomandabile l'uso di una cassetta schermo in lamiera di rame saldata.

Mediante la schermatura del condensatore C_0 si è riusciti ad ottenere una sufficiente costanza dei risultati, comunque si vari la distanza iniziale d fra i piatti, come appare dall'esempio riportato in fig. 9. Tuttavia, eseguendo diverse misure di perdite su alcuni

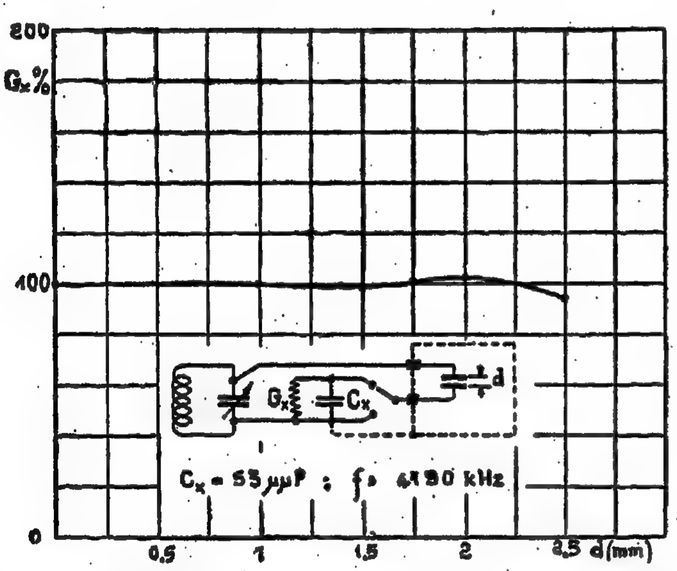


Fig. 9. — Influenza della distanza iniziale tra i piatti del condensatore di confronto, sui risultati delle misure.

tipi di condensatori variabili ed operando sulla più alta fra le frequenze sperimentate (circa 4200 kHz) si osservavano di quando in quando risultati singolarmente anomali, che differivano fortemente (anche del 50 %) da quelli abbastanza concordanti, ottenuti con altri valori di d sulla stessa capacità in prova. Si notò, che sul fenomeno avevano notevole influenza leggere modifiche nelle connessioni del tratto di circuito comprendente C_0 e C_x, e si osservò che in corrispondenza dei punti anomali aumentava molto l'influenza dell'avvicinare la mano agli organi di regolazione, e non egualmente nelle due fasi della misura. Si pensò quindi, che gli errori derivassero dalla presenza di armoniche della oscillazione fondamentale del generatore, esaltate nel ramo di circuito comprendente le capacità C_0 e C_x, per particolari valori di queste ultime. Non era infatti ammissibile, che per la frequenza di 4200 kHz avesse importanza l'inclusione o no del condensatore C_x, dato che rimane inalterata la reattanza capacitiva totale di quel tratto del circuito; tanto meno poi piccole varianti nelle connessioni. Effettivamente si constatò che, in quelle particolari condizioni, avvicinando alle connessioni un ondametro a risonanza, il voltmetro elettronico del dispositivo accusava una diminuzione della tensione, cioè un assorbimento di energia, in corrispondenza di armoniche elevate, e precisamente della 6ª e dell'8ª, a seconda dei valori delle capacità. Sembra quindi accertata la validità dell'ipotesi fatta e, poichè si ritiene che queste armoniche nascano nel circuito per effetto dell'accoppiamento capacitivo tra il circuito dell'oscillatore e la piccola bobina ad esso accoppiata, si pensa che una schermatura elettrostatica tra le bobine possa eliminare gli inconvenienti. Di questo e di altri perfezionamenti si terrà conto nell'attuare una installazione stabile per le prove del genere; essa carà costruita in modo più compatto, così da estendere il campo di misura anche a frequenze più alte di 4200 kHz.

Per il commutatore che serve a includere o ad escludere il condensatore in prova C_x, la disposizione più pratica è risultata quella di due pozzetti di rame pieni di mercurio, collegati ai morsetti del condensatore mediante corte connessioni, o direttamente ad essi fissati, nei quali si immerge un cilindretto di rame

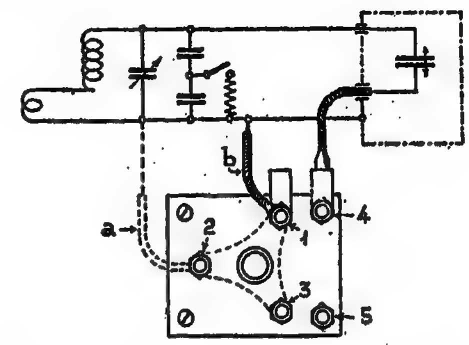


Fig. 10. — Disposizione delle connessioni per la misura delle perdite di un condensatore variabile in aria: *a*) connessione errata, *b*) connessione corretta.

saldato all'estremità di una connessione in trecciola flessibile, lunga alcuni centimetri; i pezzi furono ravvivati con acido nitrico perchè la superficie si amalgamasse bene, e ne è risultato un contatto sicuro, che non ha dato luogo ad alcun inconveniente. Ciascuno degli eventuali collegamenti tra un pozzetto e il corrispondente serrafili del condensatore deve essere identico all'altro, perchè la

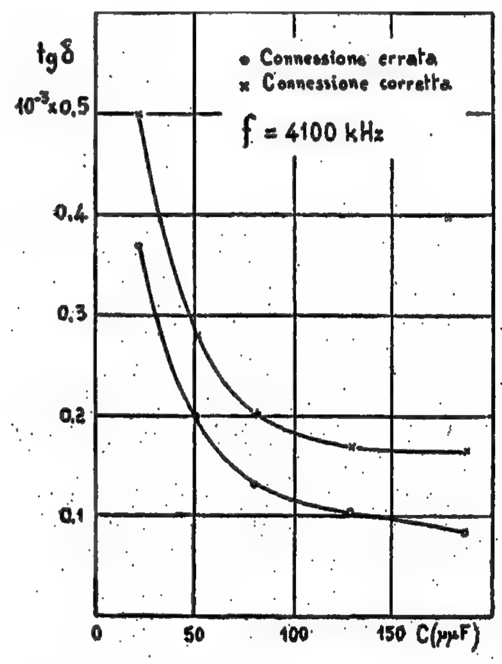


Fig. 11. — Influenza della disposizione delle connessioni sui risultati delle misure.

corrispondente impedenza resti immutata, quando si include o si esclude il condensatore in prova. È inoltre della massima importanza, che la connessione fra il condensatore in prova ed il circuito oscillatorio parta direttamente dallo stesso serrafili al quale è collegato il pozzetto. Per dare idea dell'influenza, che esercitano questi particolari di attuazione del circuito sul buon esito delle misure, si ritiene opportuno esporre in particolare alcune constata-

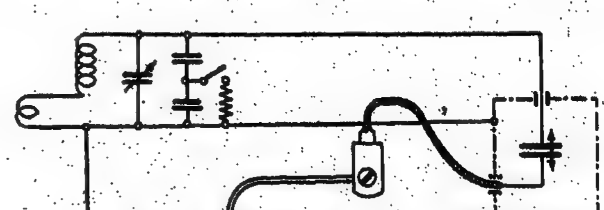


Fig. 12. — Disposizione delle connessioni per la misura delle perdite di un condensatore fisso.

zioni, relative ad uno dei condensatori variabili in aria esperimentati.

Le armature sono sorrette tra due piastre rettangolari di isolantite; al centro di una di esse è fissata, mediante tre viti 1, 2, 3 (fig. 10), una piastrina metallica triangolare, disegnata a tratteggio nella figura, sulla quale fa contatto, a frizione, l'asse del ro-

tore. I pozzetti a mercurio sono stati fissati rispettivamente a una di queste viti (1) e sotto uno dei dadi (4,5) che serrano i colonnini portanti le armature fisse (statore) del condensatore. La connessione che collega il rotore al circuito oscillatorio, anzichè come è indicato in figura, in un primo tempo era stata serrata sotto la vite 2: si ebbero, per la frequenza di 4200 kHz, valori di angolo di perdita notevolmente inferiori a quelli in seguito ottenuti con la disposizione corretta, e precisamente circa la metà per il valore massimo della capacità del condensatore (fig. 11). L'errore è do-

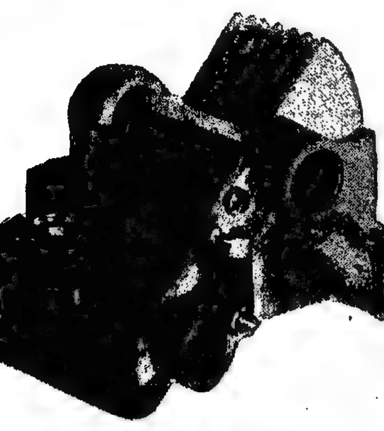


Fig. 13. — Condensatore variabile in aria N° 1.

vuto alla resistenza tra i morsetti 1 e 2 della piastrina metallica, che rimane inserita in circuito quando il condensatore è escluso.

In fig. 12 si vede invece come è stato disposto, per la misura delle perdite, un condensatore in materiale ceramico con superficie metallizzate.

5. - Risultati di misure su alcuni condensatori variabili.

Col metodo descritto si sono eseguite misure di angolo di perdita, per le frequenze di 2000 e 4200 kHz, su tre tipi di condensatori variabili in aria (fig. 13, 14, 15). Di questi uno è quello precedentemente descritto (fig. 15); gli altri due sono del tipo con

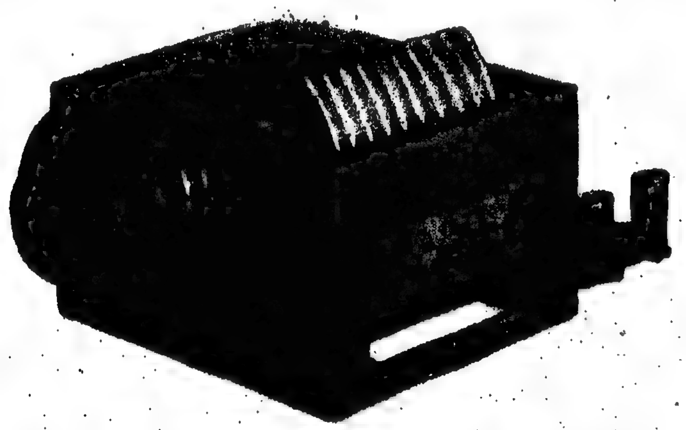


Fig. 14. — Condensatore variabile in aria N° 2.

telaio metallico ed isolamento in quarzo, con la differenza che il collegamento elettrico tra rotore e telaio è fatto nel primo (fig. 13) con una cordina di rame di circa 0,8 mm² di sezione e 50 mm di lunghezza, nel secondo (fig. 14) con un giunto a mercurio.



Fig. 15. — Condensatore variabile in aria N° 3.

Nella fig. 16 sono riportati i risultati delle misure. Dal loro confronto risulta immediatamente il comportamento assai peggiore del condensatore N° 1 in confronto con quello degli altri due, che sono press'a poco equivalenti; tale differenza, che si accentua al crescere così della frequenza, come della capacità (mentre è relativamente trascurabile per la capacità residua), è da attribuirsi alla resistenza della cordina di rame, collegante il rotore col telaio.

Si rileva che, anche per i condensatori N° 2 e 3, le perdite ohmiche nel metallo sono tutt'altro che trascurabili rispetto a quelle

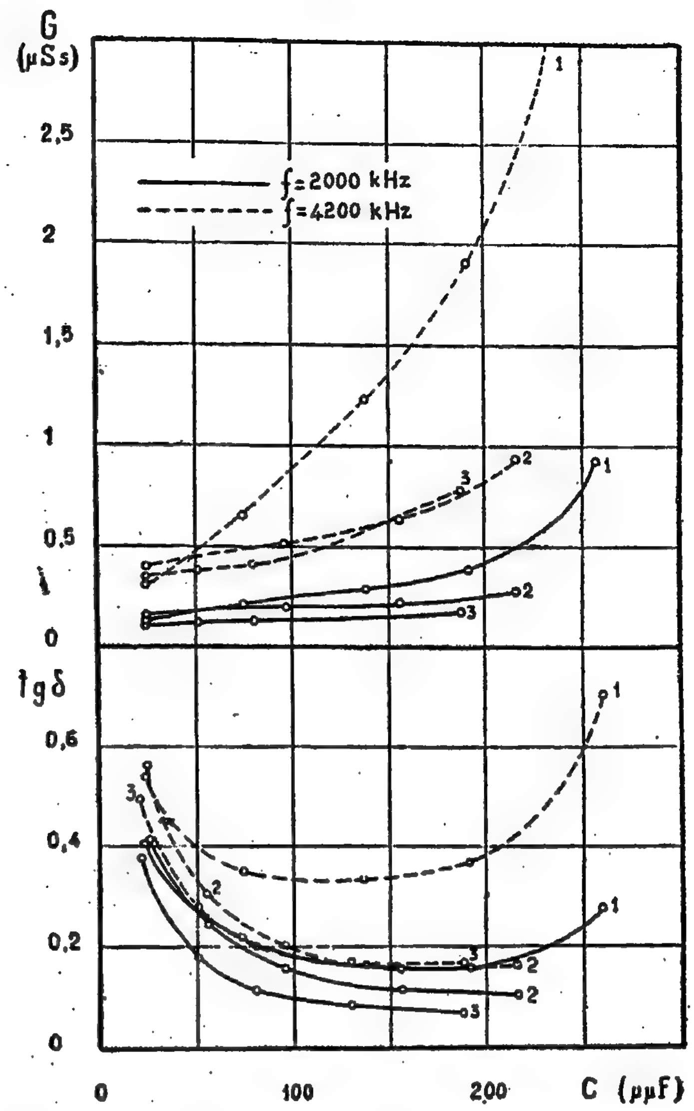


Fig. 16. — Risultati delle misure sui condensatori N° 1, 2, 3.

nei supporti isolanti; chè anzi, per i maggiori valori di capacità e per la frequenza di 4200 kHz, le superano. Nella fig. 17 si sono tracciati, per i condensatori N° 2 e 3 e per la frequenza di 4200 kHz, i diagrammi della tangente dell'angolo di perdita relativo alla parte variabile del condensatore. Tale angolo di perdita è stato

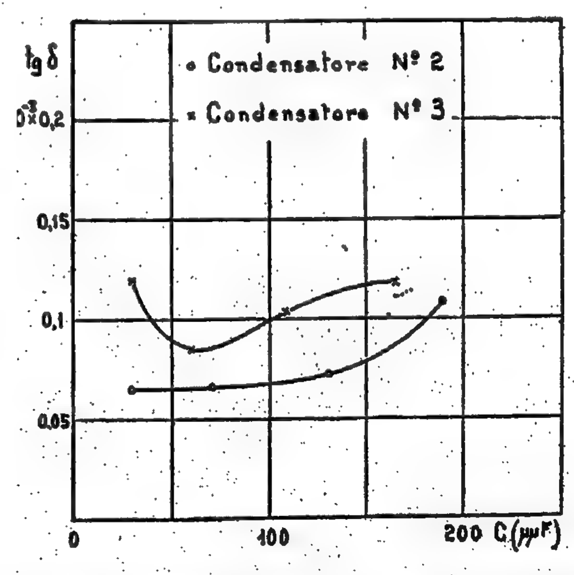


Fig. 17. — Angolo di perdita relativo alla parte variabile della capacità dei condensatori N° 2 e 3, per 4200 kHz.

calcolato in base alla differenza tra la capacità effettiva e quella minima o residua ed alla differenza tra i corrispondenti valori della conduttanza di perdita. Per il condensatore N° 1 il medesimo calcolo dà valori assai più elevati, che variano da 0,26 a $0,76 \times 10^{-3}$ per valori di capacità crescenti dal minimo al massimo.

6. - Variante del circuito di misura.

Per l'estensione del campo delle misure a frequenze notevolmente più alte, oltre alle accennate modifiche nell'attuazione del circuito, si ritiene che converrebbe trasformare completamente lo schema in un circuito in serie e usare, come elemento di confronto, resistenze di piccolo valore in serie, anzichè resistenze elevate in parallelo. Lo schema di principio diverrebbe allora quello tracciato

in fig. 18, nel quale C è un condensatore che permette di accordare il circuito per varî valori iniziali di C_0, e la cassetta di resistenze è disposta in modo da eliminare l'effetto della resistenza della caviglia di contatto e delle sbarre collettrici.

È interessante osservare che con questo schema si misura per confronto diretto il valore della resistenza in serie, equivalente alle perdite complessive del condensatore, senza necessità di taratura

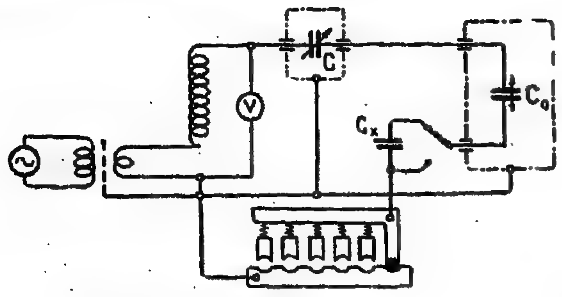


Fig. 18. — Variante del circuito di misura, per più alte frequenze.

della capacità C_0 di confronto, restando così eliminata un'eventuale causa di errore. La cassetta di resistenze dovrebbe essere costituita di valori compresi tra 0,01 e 0,2 ohm e dovrebbe essere opportunamente ed accuratamente studiata per superare le prevedibili difficoltà di attuazione.

7. - Conclusione.

Il metodo di sostituzione descritto permette di determinare con sufficiente approssimazione l'angolo di perdita dei condensatori usati nei circuiti ad alta frequenza, senza che occorra conoscere le perdite ohmiche nel condensatore ausiliario. Inoltre, nei confronti col metodo ordinario di sostituzione, esso consente di eliminare agevolmente gli effetti della resistenza delle connessioni tra il condensatore ed il circuito di misura, riuscendo così di particolare utilità quando occorra eseguire prove su condensatori o campioni di materiali isolanti in ambiente chiuso, come, ad esempio, quando si voglia ricercare l'effetto della temperatura o dell'umidità sull'angolo di perdita.

Livorno, ottobre 1934-XII.

R. Istituto Elettrotecnico e delle Comunicazioni della Marina.

APPARECCHI IDROELETTRODINAMOMETRICI (NUOVO PERMEAMETRO)

G. SOMAINI

Trattiamo di un nuovo tipo di permeametro idroelettrodinamometrico che rappresenta una nuova applicazione della teoria già enunciata in passato. Di questo apparecchio diamo inoltre gli elementi per l'uso.

Richiami teorici. — *Facciamo precedere alla descrizione dell'apparecchio le seguenti note teoriche estratte da una pubblicazione dell'Autore, comparsa sul giornale* L'Elettrotecnica *nell'aprile* 1923.

È perfettamente noto, come immediata deduzione della legge di Laplace, l'espressione vettoriale:

$$\delta F = \overline{B} \wedge \overline{U} \delta v$$

la quale fornisce il vettore forza a cui è soggetto l'elemento di volume δv sottoposto alla induzione B ed attraversato dalla densità di corrente U.

Il vettore $B \wedge U$ prodotto rappresenta dunque la forza unitaria, cioè quella che viene esercitata dall'incrociarsi delle linee magnetiche con la corrente su ogni unità di volume di conduttore.

Se si tratta, come nel nostro caso, di conduttore fluido, torna più acconcio parlare di pressioni anzichè di forze, e poichè il gradiente della pressione p nella direzione del vettore prodotto citato, coincide quantitativamente col vettore prodotto stesso, possiamo senz'altro scrivere:

$$\text{grad}\, p = \overline{B} \wedge \overline{U}$$

e per la componente p_z di p in una qualsiasi direzione δz scriveremo in generale:

$$\text{grad}\, p = \overline{B} \wedge \overline{U} \frac{dz}{ds}$$

espressione che mette subito in evidenza come il gradiente della pressione statica esercitata secondo una qualsiasi direzione sia affatto indipendente dalle dimensioni dell'elemento volumetrico e come esso dipenda esclusivamente dalla componente secondo la direzione considerata del vettore prodotto induzione per densità di corrente.

Tale vettore prodotto potrebbe dunque anche chiamarsi l'effetto ponderomotore specifico del flusso e della corrente da paragonarsi al peso specifico nel campo gravitazionale dal quale solo dipende l'incremento della pressione in una colonna fluida pesante.

Avremo dunque per l'incremento δp_z della pressione nella direzione δz

$$\delta p_z = \overline{B} \wedge \overline{U} \delta z$$

espressione che mette chiaramente in evidenza:

1°) che ai capi di una determinata massa fluida può ottenersi per via elettromagnetica un effetto statico (cioè una differenza di pressione) comunque elevato riducendo indefinitamente due delle tre dimensioni a vantaggio della terza, conferendo in altri termini alla massa stessa una forma filamentosa.

2°) che l'effetto statico in parola non dipenderà nè dalla corrente nè dal numero delle linee che attraversano il filamento, ma bensì dalla densità dell'una e delle altre.

3°) che a parità di densità di corrente e di linee l'effetto sarà massimo quando, coincidendo la direzione δz con quella dell'asse del filamento, corrente e flusso attraverseranno il filamento secondo due direzioni normali all'asse stesso e normali fra loro, percorreranno cioè il filamento secondo due direzioni trasversali ed ortogonali. Ne deriva che, mentre nel caso della colonna pesante la direzione da conferirsi all'asse del filamento è ben definita (la verticale), nel nostro caso tale direzione che dà il massimo effetto può variare da punto a punto poichè tutto dipende dalla conformazione del campo magnetico e dal percorso della corrente.

Superficie integratrice del flusso.

Premessi questi richiami di cose ben note e fondamentali, consideriamo ora un filamento fluido teorico (tale cioè che le sue dimensioni trasversali possano ritenersi di ordine inferiore rispetto alla sua lunghezza) ed avvolgiamolo a spirale su di una superficie qualsiasi.

Supponiamo inoltre che le diverse spire siano percorse in senso trasversale da corrente e che questa passi dall'una all'altra spira in guisa che il percorso della corrente e quindi la direzione del vettore u risulti tangenziale alla superficie su cui è avvolto il filamento stesso.

Senza togliere generalità al discorso possiamo subito dare una idea concreta di una tale disposizione (fig. 1).

Si avvolga sulla superficie esterna aa, $a'a'$ di un solido (per esempio di rivoluzione) costituito con materia isolante, un certo

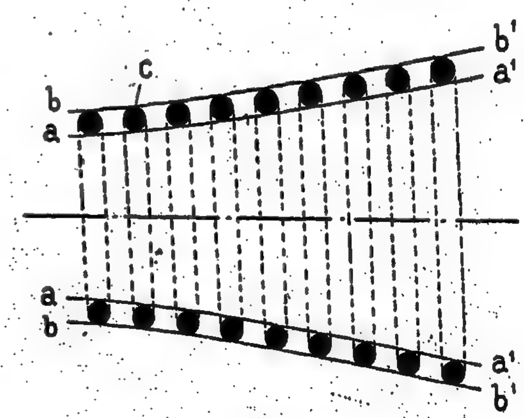


Fig. 1.

numero di spire c) di filo conduttore e si chiudano a perfetta tenuta i vani elicondali che vengono a formarsi fra spira e spira con rivestimento isolante bb, $b'b'$ esterno.

Detti vani elicoidali opportunamente riempiti di fluido conduttore (Hg) costituiranno il nostro filamento fluido avvolto a spirale.

Supponiamo che la chiusura ermetica alle due testate sia praticata a mezzo di due anelli conduttori.

Applicando fra questi due ultimi una certa d.d.p. si formerà lungo tutta la superficie del solido un flusso di corrente I che da ab sarà diretto verso $a'b'$ seguendo le generatrici della superficie considerata e che attraverserà alternativamente le diverse spire del filamento fluido e del filo conduttore interposto.

Si è dunque realizzato un flusso di corrente che è trasversale al

filamento fluido e che si mantiene in ogni punto tengenziale alla superficie su cui esso è avvolto secondo quento si è stabilito.

Ciò posto consideriamo un elemento superficiale a forma di parallelogrammo di cui sia δx il lato secondo la corrente, ds quello diretto secondo l'asse del filamento fluido.

Se in corrispondenza di tale elemento sia m il numero delle spire fluide contenute in un cm di lunghezza preso secondo la corrente cioè nella direzione δx, i tratti elementari di spirale (accostati l'uno all'altro) contenuti in detto elemento superficiale saranno $m\delta x$ e ciascuno di essi darà nella direzione δs dell'asse filamentoso un incremento di pressione δp_s; talchè l'incremento totale δp_{xs} della pressione assiale dovuto a tutti gli elementi filamentosi contenuti nell'elemento superficiale considerato sarà:

$$\delta p_{xs} = m \delta x \, \delta p_s$$

e per la (2) avremo:

$$\delta p_{xs} = m \delta x \, \overline{B} \wedge \overline{U} \, \overline{d s}$$

che, per essere $\overline{U}$ diretto secondo δx, può anche scriversi:

$$\delta p_{xs} = m u \overline{B} \wedge \overline{\delta x} \, \overline{\delta s}$$

Ma lo scalare $B \wedge \overline{\delta x} \, \overline{\delta s}$ rappresenta, com'è noto, il numero $\delta\phi$ delle linee che attraversano il nostro elemento superficiale; cosicchè possiamo senz'altro scrivere

$$\delta p_{xs} = m u \, \delta \phi$$

ed enunciare la seguente proposizione interessante:

In ogni elemento della superficie su cui è avvolta la spirale fluida si manifesta una variazione della pressione assiale eguale in valore assoluto al triplo prodotto; numero delle linee magnetiche attraversanti, densità di corrente nella spirale fluida, numero delle spire per cm di lunghezza, computato nella direzione della corrente stessa.

Indicando ora con $p_1 - p$ la differenza di pressione fra i due estremi della spirale, avremo passando ai termini finiti

$$p_1 - p_0 = \int m u \, d\phi$$

dove l'espressione integrale va estesa a tutto il flusso attraversante la superficie coperta dalla spirale fluida.

Il caso particolare che più ci interessa si verifica quando sia il prodotto mu costante in ogni punto. Avremo allora:

$$p_1 - p_0 = m u \phi \qquad (4)$$

In tale caso soltanto la differenza di pressione sarà semplicemente proporzionale al numero delle linee attraversanti la superficie con perfetta indipendenza del modo di distribuirsi delle dette linee.

La sola condizione teorica a cui deve soddisfare la nostra superficie integratrice di flusso è dunque semplicemente ridotta alla seguente:

« In ogni punto il prodotto del passo della spirale fluida contato nella direzione della corrente per la densità della corrente stessa deve essere costante ».

Nuova applicazione. (¹)

Ho creduto opportuno di richiamare la teoria generale già enunciata in passato (Vedi *L'Elettrotecnica*, n. 8, anno 1923: « Apparecchi integratori di flusso magnetico ») e perchè sono passati molti anni e perchè non si può escludere a priori che in avvenire di detta teoria si possa fare qualche nuova pratica applicazione.

Per ora, sempre restando nel campo delle misure magnetiche, mi devo limitare alla presentazione di un nuovo tipo di permeametro (¹) che offre, su quello già descritto nel citato articolo, diversi vantaggi pratici come costruzione più sicura, più facile e più economica, dimensioni ridotte, assoluta invariabilità col tempo, possibilità di smontaggio, ecc.

In detto permeametro la superficie su cui giace la spirale mercurica non è più un cilindro ma bensì un piano. Tale spirale non è dunque più un'elica cilindrica ma bensì un'elica piana.

Le linee di induzione non attraversano più la superficie mercurica con percorso radiale dal centro alla periferia, ma camminano normalmente al piano della spirale. Infine la corrente non segue più le generatrici del cilindro, ma segue invece un percorso radiale dall'anello elettrodo che limita internamente la spirale, all'anello elettrodo che la limita esternamente.

Deriva da questo ultimo fatto che la densità u di corrente va aumentando dalla periferia al centro in ragione inversa del raggio. Perchè il prodotto mu resti costante dovrà crescere m secondo il raggio. L'equazione della spirale espressa in coordinare polari dovrebbe allora essere:

$$\alpha - k\,(r^2 = r_0^2)$$

Riesce però più pratico mantenere costante tanto il numero delle spire per cm quanto la densità u compensando dall'interno verso l'esterno il crescente perimetro colla riduzione dello spessore del mercurio. Ciò è ottenuto conferendo un'adeguata conicità alle pareti isolanti che limitano superiormente ed inferiormente la spirale mercurica.

Dalla (4) deduciamo infine una relazione che permette di misurare in funzione dell'altezza δ della colonna piezometrica l'intensità di campo h nel traferro occupato dalla spirale mercurica essendo note la corrente I_g che l'attraversa e le dimensioni dell'apparecchio.

Abbiamo infatti:

$$u = \frac{I_g}{q}$$

dove q è la sezione costante presentata alla corrente I_g nel suo percorso radiale attraverso la spirale.

Abbiamo inoltre:

$$p_1 - p_0 = 981 \gamma \delta$$

dove γ è la densità del fluido che occupa la colonna.

Infine per la (4) sarà:

$$\phi = \frac{981 \gamma}{m u} \delta = h \omega$$

dove ω è la sezione presentata al flusso dalla spirale.

Risulta dunque:

$$h = \frac{981 \gamma}{m u \omega} \delta \qquad (5)$$

Questa espressione ci servirà per determinare la caduta di potenziale magnetica nel traferro mercurico, caduta che deve essere conosciuta almeno in via approssimativa.

PERMEAMETRO A MERCURIO

Generalità.

Esso è del tipo statico, cioè fondato sulla semplice valutazione di un flusso, ottenuta leggendo l'altezza di una colonna piezometrica, altezza che varia proporzionalmente al flusso stesso.

Il dislivello piezometrico 2δ è prodotto dalla azione elettrodinamica del flusso su di una corrente costante I_g. Detta azione elettrodinamica varia dunque proporzionalmente al flusso.

L'azione direttrice è data dal peso di una colonna liquida (alcool) a sezione costante la cui altezza (δ) cresce pertanto proporzionalmente alla forza deviatrice cioè al flusso.

La lettura è fatta leggendo la differenza (2δ) fra le due altezze di colonna che si hanno con due valori eguali ed opposti della corrente I_g.

Il coefficiente di proporzinalità fra flusso e 2δ dipende dunque dal valore di I_g (mantenuto costante per tutta la durata della misura) e dalla densità del liquido che, chiuso in ambiente stagno, non può subire variazioni col tempo.

La taratura dell'apparecchio offre pertanto le migliori garanzie di invariabilità.

La spirale mercurica è piana e giace in un traferro attraversato da parte ($v\phi$) delle ϕ linee emananti dal solenoide induttore.

Le due staffe ferromagnetiche che partono dai due capi del solenoide e racchiudono il traferro in cui sta la spirale mercurica, sono di sezione tale che il coefficiente di dispersione γ resti praticamente invariabile col variare del flusso.

Esse sono inoltre fatte con materiale speciale (permalloy) che presenta alta permeabilità alle minime induzioni in modo che sia lecito, senza errore sensibile, di trascurarne le amperespire assorbite (²).

Ciò posto, nel tratto di circuito magnetico che è esterno al so-

(¹) La Ditta Allocchio, Bacchini lo costruisce già da qualche anno.

(²) Se le staffe sono di ferro dolce anzichè di lega speciale, tale semplificazione non si può sempre fare, perchè indurrebbe in errori non trascurabili nelle misure alle basse induzioni.
In tal caso basterà dare alle amperespire assorbite dalle dette staffe un valore medio fisso da determinarsi sperimentalmente.

lenoide non esiste altro assorbimento di amperespire che quello dovuto al traferro entro il quale giace la spirale mercurica.

Di questo traferro è noto lo spessore ε e l'intensità di campo h data dalla (5).

Avremo dunque:

$$\Delta v = h\varepsilon = \frac{981\,\gamma\,\varepsilon}{m\,u\,\omega}\,\delta = \frac{981\,\gamma\,\varepsilon}{2\,m\,p\,\omega}\,2\delta = p\,2\delta$$

dove la costante p è fatta eguale a:

$$\frac{981\,\gamma\,\varepsilon}{2\,m\,p\,\omega}$$

Misura dell'intensità di campo $\mathcal{H}$ e del flusso ϕ_0 generato nell'aria interna al solenoide induttore.

Se l è la lunghezza del solenoide, n il numero delle sue spire ed i_0 la corrente che le attraversa, abbiamo:

$$0{,}4\,\pi\,n\,i_0 = \mathcal{H}_0\,l + p\,2\delta$$

da cui:

$$\mathcal{H}_0 = \frac{0{,}4\,\pi\,n}{l}\,i_0 - \frac{p}{l}\,2\delta \qquad (6)$$

Da $\mathcal{H}_0$ si passa a ϕ_0 moltiplicando semplicemente per la sezione magnetica S del solenoide che è ricavabile in modo esatto dalle sue dimensioni colle note formule. Avremo poi:

$$\phi_0 = \mathcal{H}_0\,S \qquad (7)$$

Leggendo ora 2δ sull'apparecchio in corrispondenza di diversi valori di i_0, noi possiamo descrivere il diagramma di taratura $i_0 = f\,(2\delta)$ diagramma che riesce perfettamente lineare a prova della costanza del coefficiente di dispersione γ.

Inutile aggiungere che colla scorta delle (6) e (7) si possono ricavare in funzione di 2δ tanto $\mathcal{H}_0$ quanto ϕ_0 che sono perfettamente noti quanto lo sia 2δ.

Misura di $\mathcal{H}$ e di B nel provino.

Se noi ora introduciamo al centro del solenoide fra le due staffe un provino di sezione costante lungo quanto il solenoide stesso ed eccitiamo quest'ultimo con una corrente i_e, l'espressione (6) in cui i_0 è fatto eguale ad i_e ci darà l'intensità del campo circostante al provino ed al quale il provino stesso è soggetto.

Avremo cioè il primo parametro $\mathcal{H}$ della curva del magnetismo.

D'altra parte l'indicazione (2δ) dell'apparecchio darà ancora la misura del flusso complessivo emanante dal solenoide essendo 2δ indipendente dalla distribuzione delle linee nell'interno di questo.

Dalla retta di taratura $i_0 = f\,(2\delta)$ si potrà allora ricavare in corrispondenza del valore di 2δ detto, quello della corrente i_0 che produrrebbe nel solenoide tutto occupato da aria, lo stesso flusso che vi produce la corrente i_e colla presenza del provino.

Eguagliando allora le espressioni del flusso nei due casi ed indicando con B l'intensità dell'induzione nel provino e s la sua sezione, avremo:

$$\frac{0{,}4\,\pi\,n\,i_0 - p\,2\delta}{l}\,s = \frac{0{,}4\,\pi\,n\,i_e - p\,2\delta}{l}\,(S - s) + B\,s$$

da cui:

$$\mathcal{B} = \frac{0{,}4\,\pi\,n}{l}\,(i_0 - i_e) + \mathcal{H} \qquad (8)$$

espressione che fornisce il secondo parametro B della curva del magnetismo.

Costanti dell'apparecchio.

Nel tipo costruito dalla Ditta Allocchio e Bacchini le costanti che devono essere note per l'esecuzione delle misure hanno i seguenti valori:

Sezione magnetica del solenoide $S = 13{,}4\ \text{cm}^2$;

$$\frac{0{,}4\,\pi\,n}{l} = 100$$

$$\frac{p}{l} = 0{,}1$$

quando sia $I_g = 10$ ampere

Concludendo, se si traccia la retta di taratura per una corrente mercurica $I_g = 10$ e tale valore di corrente si mantiene costante durante la misura sul provino, ai valori di $\mathcal{H}$ dati da:

$$\mathcal{H} = 100\,i_e - 0{,}1\,(2\delta) \qquad (9)$$

corrisponderanno i valori di B ricavati da:

$$B = \frac{S}{s}\,100\,(i_0 - i_e) + \mathcal{H} \qquad (10)$$

Descrizione.

La figura 2 *a* dà la disposizione schematica dell'apparecchio e contiene inoltre la disposizione dei circuiti per le misure di permeabilità e d'isteresi. Fra i due anelli a e a_1 di materiale isolante viene stretta a perfetta tenuta la sottile spirale γ.

Il metallo da cui detta piattina è ricavato deve corrispondere alle seguenti condizioni:

a) non essere affatto ferro-magnetico;
b) non attaccabile dal mercurio;
c) presentare una resistenza specifica piuttosto elevata.

La perfetta tenuta è completata internamente dall'anello di rame r_i a mezzo delle due guarnizioni m ed m_1 ed esternamente dall'anello pure in rame r_e a mezzo delle guarnizioni n ed n_1.

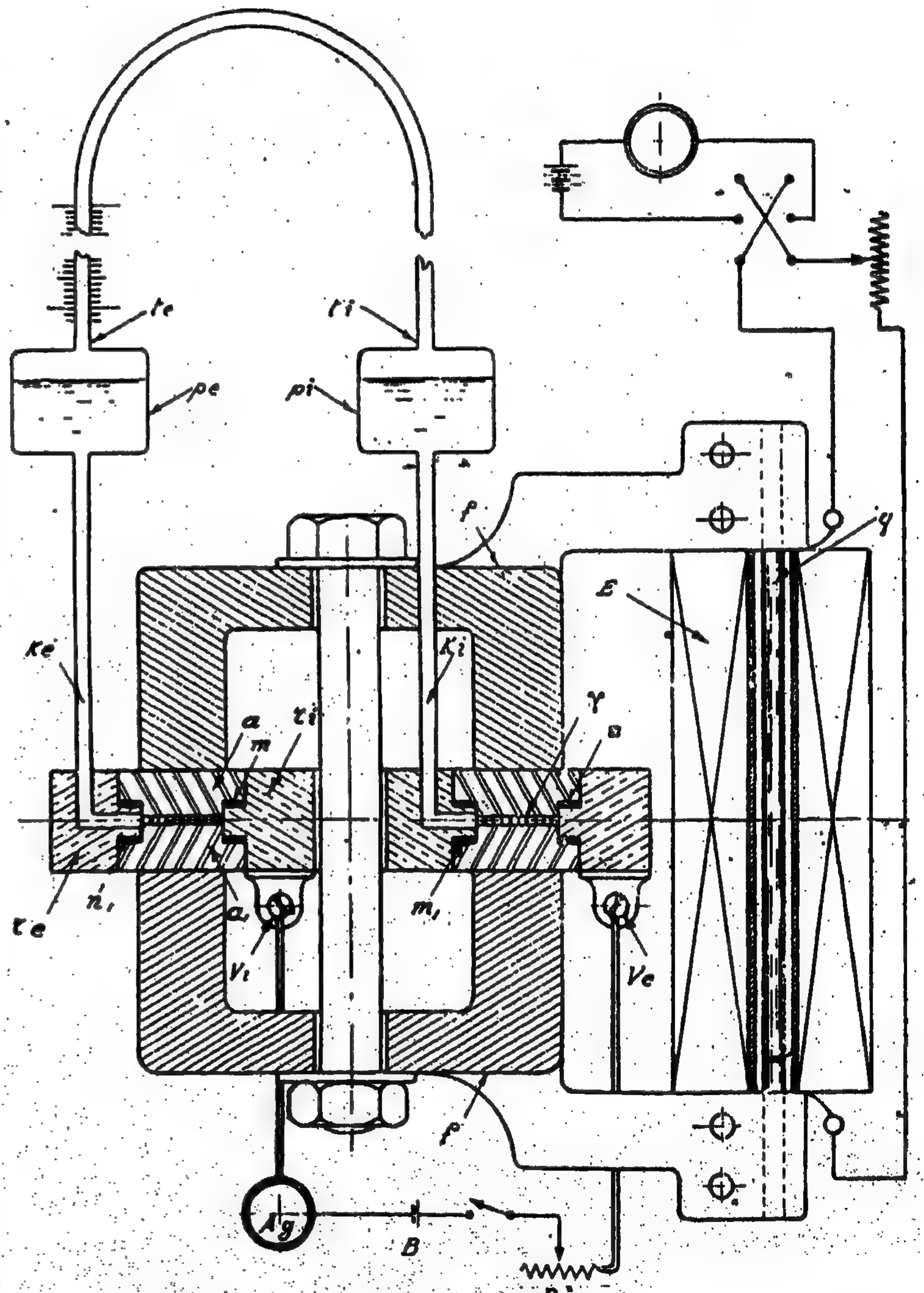


Fig. 2.

Nei due anelli di rame sono praticati i condotti K_e e K_i che nell'interno degli anelli arrivano fino alla spirale γ e che all'esterno si prolungano fino a portarsi in comunicazione coi serbatoi cilindrici p_e e p_i.

Questi serbatoi sono a perfetta tenuta, ma nella loro parte superiore sboccano i due tubi t_e e t_i comunicanti fra loro, di cui uno (per esempio t_e) è graduato. La sezione dei tubi t_e e t_i deve essere trascurabile rispetto a quella dei serbatoi p_e e p_i. Questi risultano così intercomunicanti per l'intermediario dei condotti K_e e K_i e della spirale mercurica γ. Se in p_e si introduce del mercurio, questo, attraversando K_e ed occupando tutti gli interspazi compresi fra le spire

della spirale metallica arriverà al condotto K_i ed al serbatoio p_i raggiungendo in questo lo stesso livello che aveva in p_e.

Sovrapponendo poi in p_e al mercurio un liquido di minore densità (per es. dell'alcool) fino ad occupare non solo tutto p_e ma anche t_e il mercurio si alzerà in p_i sopra il livello primitivo ed in p_e assumerà un nuovo livello un po' più basso del primitivo.

A partire dunque dal detto nuovo livello in p_e si formerà in p_i una colonna di mercurio che controbilancerà la colonna dell'alcool che si trova al disopra del mercurio in p_e.

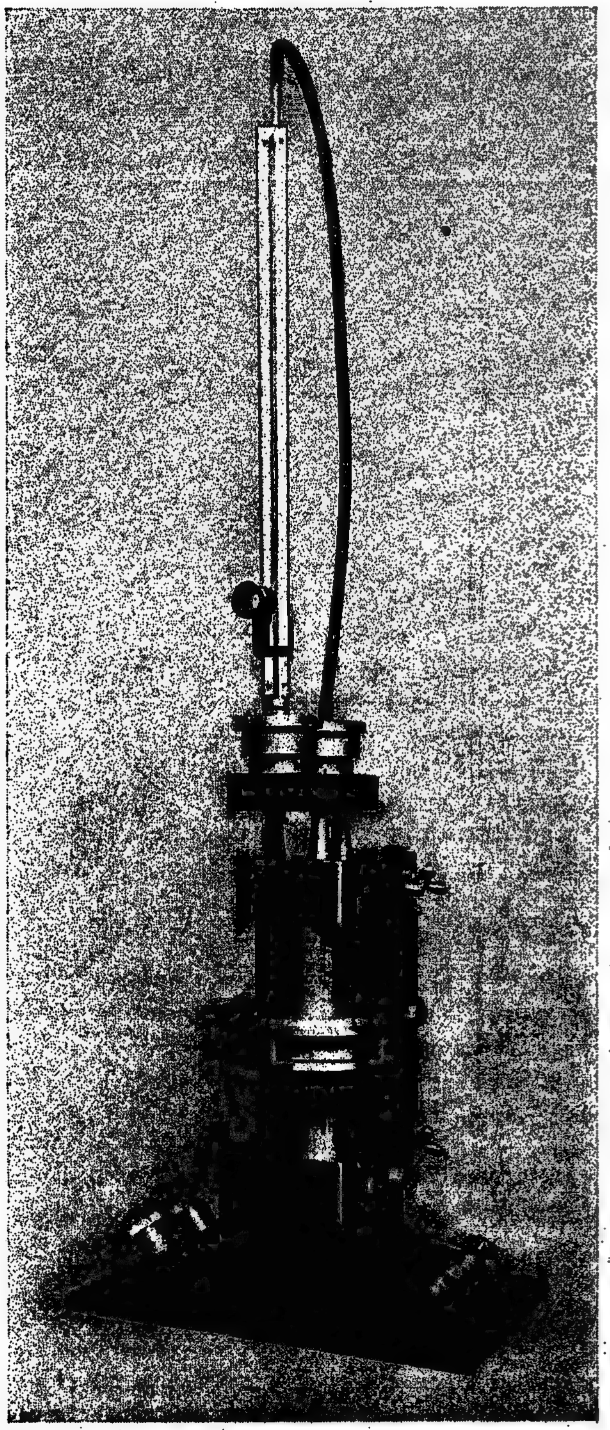


Fig. 3.

L'altezza delle due colonne sarà evidentemente in ragione inversa della densità dei due liquidi posto che come si è detto, la sezione in t_e è trascurabile rispetto a quella in p_e.

Nella colonna graduata l'alcool assumerà dunque un nuovo livello a cui corrisponde la posizione di riposo dell'apparecchio.

A partire da questo saranno letti i dislivelli quando intervengono le azioni elettromagnetiche, e questi dislivelli dipenderanno non più dalla densità del mercurio ma bensì da quella del liquido che occupa il tubo graduato.

I due anelli di rame portono poi i due morsetti v_i e v_e su cui si chiude la corrente I_g generata dalla batteria B, controllata dall'amperometro A_g e regolata dal reostato R_g.

Questa corrente I_g, raggiunto l'anello per l'intermediario di v_i uscirà uniformemente (a causa della grande sezione di r_i) da tutta la periferia esterna di r_i per attraversare con direzione radiale l'anello conduttore costituito dalla spirale s e dal mercurio interposto, raggiungere r_e e richiudersi per v_e sulla batteria B.

Il valore di I_g deve essere mantenuto costante durante l'esperienza ed a ogni valore di I_g corrisponde un particolare valore della densità di corrente u e quindi della sensibilità dell'apparecchio.

La spirale γ è a passo costante e mediante la conicità data alle faccie interne degli anelli isolanti (a) che la racchiudono, anche la densità di corrente si mantiene costante in ogni punto del percorso radiale (vedi Generalità).

Così stando le cose, ogni linea di flusso che attraversi comunque la spirale mercurica è segnata con uno spostamento di livello dell'alcool nel tubo t_e.

Il circuito magnetico del solenoide si chiude su due grosse staffe di ferro dolcissimo (preferibilmente permalloy) f ed f_1 le quali racchiudono il traferro in cui giace la spirale mercurica.

Le staffe f ed f_1 sono così conformate.

Dalla parte dell'apparecchio esse sono foggiate a campana ed aggiustate sugli anelli isolanti a ed a_1. Un bullone di bronzo comprime il tutto in guisa da assicurare la tenuta tanto delle guarnizioni $m\,m_1$ e $n\,n_1$ che delle diverse spire della spirale metallica γ contro a ed a.

Dalla parte esterna le staffe f ed f_1 portano due robusti bracci alla cui estremità sono le morse di presa del provino stesso.

Il flusso attraversante l'apparecchio è generato dalla bobina di campo E di cui sono esattamente note le dimensioni ed il numero (n) delle spire. La bobina E circonda il provino q per tutta la sua lunghezza.

Il flusso dal provino q per l'intermediario della staffa f arriva alla spirale mercurica che attraversa e si richiude poi sullo stesso provino q attraverso la staffa f_1.

Dimensioni del provino.

La sezione del provino deve essere compresa tra 0,25 e 0,30 mm² e la sua lunghezza è di 270 mm.

I provini massicci sono cilindrici del diametro compreso fra 0,65 e 0,70 mm.

Misure di permeabilità.

I due circuiti che alimentano rispettivamente la spirale mercurica e la bobina del solenoide si dispongono come in figura, muniti di amperometri e di reostati per la regolazione della corrente.

Nel circuito del solenoide occorre di introdurre un commutatore per l'inversione della corrente di eccitazione ad ogni lettura.

Il valore 2δ è ottenuto facendo in questo caso la differenza tra le due letture che corrispondono a due valori eguali ed opposti della corrente di eccitazione.

Cicli di isteresi.

Sono effettuati colle solite regole.

In questo caso è però necessario di inserire un commutatore anche nel circuito della corrente mercurica I_g, posto che non si può ad ogni lettura invertire la correne di eccitazione.

Influenza del termine $p\,2\delta$.

Il termine $p\,2\delta$ che compare solo nell'espressione (9) di $\mathcal{H}$ ha importanza praticamente trascurabile quando i valori dell'induzione superano le 13.000 linee per cm².

Alle basse induzioni ed alle alte permeabilità il trascurare detto termine induce in un errore su $\mathcal{H}$ che può raggiungere il 20 %. Occorre pertanto di tenerne conto come si è fatto, prederminando il valore del campo h nel traferro mercurico colla (5) e conseguentemente la caduta di potenziale magnetico $h\,\varepsilon$ nel traferro stesso.

Nel caso in cui il ferro di cui sono costituite le staffe f ed f_1 non risultasse sufficentemente permeabile si aggiungerà alla caduta $h\,\varepsilon$ la caduta nelle staffe anzidette corrispondente ad un valore medio della permeabilità delle dette staffe entro i limiti di impiego.

Ciò è più che sufficiente se si considera che nelle dette staffe l'induzione è sempre molto bassa e che pertanto la permeabilità varia assai lentamente.

Del resto per convincersi della limitata importanza che ha la correzione relativa alla caduta di potenziale lungo le staffe basta osservare che se anche detta caduta raggiunge il 30 % di quella che ha luogo nel traferro mercurico l'errore massimo nella valutazione di $\mathcal{H}$ alle basse induzioni non supera il 6 % mentre che resta praticamente nullo quello relativo alla induzione B.

Caratteristiche e vantaggi del sistema.

Ha in comune con gli altri sistemi statici il vantaggio di rilevare in ogni momento lo stato magnetico del ferro in prova, prerogativa questa assai apprezzata tanto nelle misure di permeabilità come in quelle d'isteresi. Comune cogli altri metodi statici è pure la caratteristica della grande semplicità e speditezza d'impiego, per cui si possono fare molte prove in poco tempo e senza esigere una lunga e costosa preparazione dei provini.

Vantaggi peculiari del metodo proposto stanno sopratutto nell'invariabilità dell'azione direttrice per cui la taratura dell'apparecchio si mantiene per tempo indeterminato e nella possibilità di eseguire detta taratura nell'aria in ogni momento, cioè in un mezzo di permeabilità invariabile ed unitaria.

XL RIUNIONE ANNUALE

SANTA MARGHERITA LIGURE - 23-28 Settembre 1935-XIII

Riassunti di Relazioni e Memorie presentate al Congresso

N. 8.

TERMINOLOGIA E METODI DI MISURA NELLA TRASMISSIONE TELEFONICA

S. TREVES.

Le misure telefoniche, che consentono di determinare quantitativamente, con la necessaria precisione, le caratteristiche di funzionamento degli impianti di trasmissione, ed in particolare dei circuiti urbani e interurbani, possono venire classificate, sia in relazione alla forma di alimentazione, distinguendosi così misure in corrente continua, in corrente alternata a frequenza vocale o musicale, alla voce e all'orecchio (umani o artificiali), sia in relazione al sistema di trasmissione in prova, avendosi così misure su circuiti omogenei, su circuiti eterogenei (che in generale vengono ragguagliati a quadripoli qualsiansi), su apparecchi d'abbonato.

Il quadro sinottico seguente fornisce in modo schematico una classificazione generale delle misure, che interessano la pratica dell'esercizio telefonico.

MISURE TELEFONICHE: CLASSIFICAZIONE

- **Misure in corrente continua**
  - su circuiti telefonici
    - misure dei parametri primari, (resistenza, capacità, isolamento),
    - misure per la localizzazione dei guasti,
- **Misure in corrente alternata**
  - su circuiti telefonici
    - misure di frequenza,
    - misure di equivalente,
    - misure di livello,
    - misure di guadagno dei ripetitori,
    - misure d'impedenza,
    - misure di attenuazioni inerenti ai fenomeni di riflessione,
    - misure di punto fischiante e di stabilità,
    - misure di distorsione: di attenuazione, di fase, non lineare,
    - misure di diafonia: di paradiafonia, di telediafonia,
    - misure di f.e.m. psofometriche,
    - misure di gradi di dissimmetria rispetto alla terra e rispetto ai circuiti perturbatori,
    - misure di squilibri di capacità,
    - misure delle tensioni e correnti di alimentazione dei ripetitori,
    - misure speciali su circuiti funzionanti a correnti vettrici,
  - su quadripoli qualsiansi
    - misure di attenuazione composita (o guadagno composito),
    - misure di attenuazione (o guadagno) di inserzione,
    - misure di attenuazione (o guadagno) di trasduzione,
  - su apparecchi d'abbonato
    - misure di indici acusto-elettrici ed elettro-acustici,
    - misure di distorsione: di attenuazione, non lineare,
- **Misure alla voce e all'orecchio**
  - su circuiti telefonici
    - misure di volume,
    - misure di intelligibilità e di articolazione,
    - misure telefonometriche
      - di equivalente di riferimento e di equivalenti relativi,
      - di equivalente di riferimento dell'effetto locale,
      - dell'efficienza di impianti d'abbonato in esercizio,
      - di equivalente di trasmissione effettiva e di riduzione della qualità di trasmissione.

Di tali misure — dopo avere sommariamente ricordato la terminologia relativa ai principali parametri e grandezze della trasmissione telefonica — vengono nella memoria succintamente esposti i principî informatori ed i metodi più comunemente seguiti nella esecuzione delle prove, tenendo essenzialmente presenti le prescrizioni normalizzatrici indicate a tale riguardo dal Comitato Consultivo Internazionale Telefonico (C.C.I.F.).

Per ora tuttavia non tutte le anzidette misure sono entrate nella pratica dell'esercizio. In realtà, soltanto le misure in corrente continua e le principali misure in corrente alternata sui circuiti telefonici vengono oggidì effettuate sistematicamente, sia nel corso della costruzione degli impianti interurbani, sia per controllarne il funzionamento e per curarne la manutenzione; invece le misure sugli apparecchi di abbonato sono eseguite quasi esclusivamente nei laboratori delle Case costruttrici, e le misure alla voce e all'orecchio — le quali per essere fondate su apprezzamenti soggettivi richiedono la disponibilità di personale esercitato e l'applicazione di determinate precise modalità nella deduzione dei singoli valori, e sono perciò in genere piuttosto lunghe e laboriose — trovano per il momento applicazioni relativamente limitate, in confronto con le misure fondate su metodi oggettivi, con strumenti indicatori di zero o a lettura diretta, che, oltre ad eliminare completamente l'influenza soggettiva dell'operatore, riducono al minimo la durata delle prove.

N. 9.

RILIEVO DELLE CARATTERISTICHE DI TUBI TRASMITTENTI

G. GRAMAGLIA.

Per il progetto degli apparati radiotrasmittenti ha interesse la conoscenza di quella regione delle caratteristiche dei tubi elettronici, che non è possibile rilevare con procedimenti statici, cioè applicando agli elettrodi tensioni continue variabili, poichè si supererebbe la potenza massima che gli elettrodi, e particolarmente l'anodo, possono dissipare sotto forma di calore, senza che la loro temperatura oltrepassi il limite consentito dal materiale di cui sono costruiti. Invece nelle effettive condizioni di funzionamento dei tubi, in regime oscillatorio, durante una piccola parte del periodo i valori istantanei della potenza che si converte in calore sono notevolmente superiori alla massima dissipabile, non verificandosi tuttavia che il valore medio della potenza dissipata nell'intero periodo superi quello prescritto.

Questa considerazione suggerisce l'impiego di metodi, che si possono definire dinamici, per il rilievo delle caratteristiche statiche dei tubi elettronici, consistenti nell'applicare agli elettrodi del tubo tensioni variabili periodicamente, come si verifica nel funzionamento normale.

Su questo principio sono stati escogitati diversi metodi di misura; in questa memoria è descritta l'attuazione di un metodo particolarmente semplice, perchè richiede mezzi che possono essere alla portata di qualsiasi laboratorio.

Esso consiste nell'applicare agli elettrodi del tubo tensioni alternative in fase fra di loro e nel misurare i valori massimi di queste e delle relative correnti.

Per la misura delle tensioni si sono impiegati voltmetri elettronici a diodo, realizzati in modo tale da determinare il valore massimo della semionda positiva, che è quanto interessa, perchè in corrispondenza di esso si ha il massimo valore di corrente elettronica che si misura.

Le misure di valori massimi di corrente sono riportate a misure della caduta di tensione su una resistenza inserita nel circuito; per questa determinazione si è impiegato un voltmetro elettronico a diodo con misura balistica.

La verifica delle condizioni, a cui è vincolato questo metodo di misura, che sono la concordanza di fase dei valori massimi delle tensioni applicate ai vari elettrodi ed il contemporaneo verificarsi del valore massimo della tensione con il corrispondente valore massimo della corrente, è stata fatta con un oscillografo a raggi catodici.

La realizzazione di questo metodo richiede alcuni accorgimenti, osservati i quali si hanno risultati sufficientemente accurati che concordano con quelli ottenuti con il metodo statico.

N. 12.

SULLE MISURE DI SELETTIVITÀ

P. P. DI ROBERTO

Definita l'impedenza complessa di un circuito in funzione del grado di dissintonia rispetto ad una determinata frequenza, è mostrata l'identità delle curve di selettività sia per circuiti risonanti che per circuiti antirisonanti. Posta tale identità, è stata data la equazione della curva stessa, intesa come curva di risposta logaritmica; nello stesso modo è stata esaminata la risposta di un circuito rispetto ad un'onda modulata. L'esame è stato esteso a circuiti contenenti più stadi di amplificazione con tubi elettronici, ed a corredo della trattazione è mostrata una rapida applicazione del metodo dell'inversione che consente di tracciare la curva di risonanza di un circuito, noti i suoi parametri elettrici.

L'esame teorico e sperimentale di una moderna supereterodina

è stato condotto su un vasto campo di variazione della frequenza e della profondità di modulazione della portante.

Nell'esame di un amplificatore di media frequenza a due stadi, è stata rilevata una famiglia di curve di selettività, nelle quali viene mostrato l'effetto del disaccordo di uno stadio, e l'effetto del non perfetto allineamento dei circuiti accordati. Con i circuiti esattamente sintonizzati la curva di selettività varia al variare della percentuale di modulazione della portante; l'aumento di essa percentuale fa sì, che a parità di tutte le altre condizioni, la dissimmetria della curva dovuta ad imperfetto allineamento dei circuiti, aumenti notevolmente, ed in modo più marcato della parte ove il ramo della curva di selettività tende ad allontanarsi maggiormente dalla verticale corrispondente alla frequenza d'accordo.

Vengono confrontate le curve di selettività di un amplificatore a M. F., rilevate a monte ed a valle del detector: le ultime dopo amplificazione a B. F., e le prime rispettivamente con e senza modulazione della onda portante.

Rispetto alla curva rilevata a valle dell'amplificatore B. F., le curve rilevate a monte del rivelatore sono più o meno divergenti dalla verticale corrispondente alla frequenza d'accordo, a seconda che l'onda portante sia o non sia modulata.

A parità di rapporto di segnali modulati in entrata, la lunghezza di banda che compete alla curva rilevata a monte del detector aumenta con l'aumentare della percentuale di modulazione.

Le notevoli variazioni osservate in corrispondenza degli stessi gradi di dissintonia, sono in parte originate dal fenomeno della rettificazione, ed in parte dovute alla risposta dei circuiti di M. F. rispetto alle bande laterali della modulazione.

L'insieme è corredato inoltre da famiglie di curve relative alla modulazione incrociata (crosstalk), riguardanti il fenomeno rispetto ai livelli normalizzati delle entrate volute.

N. 11.

LA COSTANTE DI TEMPO DELLE RESISTENZE DA LABORATORIO

P. Piva

La costante di tempo delle resistenze può essere messa sotto la forma $L/R - C\,R$ dove L è l'induttanza propria del circuito formato dal conduttore e C è una capacità fittizia che posta in derivazione sulla resistenza dà lo stesso effetto del complesso delle capacità elementari tra i punti a diverso potenziale della resistenza. Nelle resistenze di piccolo valore sarà in generale prevalente il primo termine, in quelle elevate il secondo.

Le bobine con avvolgimento bifilare di valore compreso tra i 30 ed i 100 ohm hanno valori piccolissimi (dell'ordine di un centesimo di μ sec). Per valori più piccoli tendono ad essere induttive, al che si rimedia disponendo diverse sezioni di resistenza maggiore in parallelo oppure usando piattina anzichè filo cilindrico. Le resistenze maggiori che tenderebbero invece ad essere capacitive vengono opportunamente costruite con diverse sezioni in serie oppure con avvolgimenti unifilari (in cui quindi non si hanno vicini tratti di conduttore a notevole differenza di potenziale) di tipo speciale per rendere piccola l'induttanza (tipi Curtis, a tessuto ecc.). Il ridurre le dimensioni delle bobine è di regola favorevole ad una piccola costante di tempo.

Quando un complesso di bobine è riunito in una cassetta per formare determinati valori di resistenza, la costante di tempo dipende oltrechè dalla costante di tempo delle singole bobine, anche dall'induttanza delle connessioni e dalle mutue capacità delle bobine e delle connessioni. Le capacità poi verso gli oggetti circostanti — sensibili nelle resistenze elevate — consigliano, per rendere definite le costanti di tempo di schermare le resistenze e di vincolare il potenziale della schermo rispetto a quello dei morsetti.

Si sono determinate sperimentalmente le costanti di tempo di diversi tipi di cassette a decadi, confrontandole a mezzo di un ponte a corrente alternata con messa a terra di Wagner, con campioni di forma tale da renderne sufficientemente sicura la calcolazione della costante di tempo in base alle dimensioni geometriche.

Queste esperienze mettono in evidenza come l'effetto delle connessioni interne sia nettamente sensibile con le resistenze modeste (sotto i 100 ohm) e sia perciò da curare di ridurre al minimo l'induttanza di quelle. Per le resistenze più elevate sono sensibili invece le capacità mutue, per diminuire le quali si dimostrano raccomandabili gli schemi che permettono di realizzare le decadi con un numero ridotto di bobine. Ottimo sotto questo riguardo si è dimostrato lo schema in cui ogni valore di ciascuna decade è ottenuo con una unica resistenza; disposizione d'altronde assai costosa. Lo schermo oltre a definire le capacità laterali, può essere di vantaggio ma anche di grave danno all'ottenimento di una piccola costante di tempo, secondo il potenziale a cui è mantenuto.

In pratica per resistenze fino a 10.000 ohm usando buone cassette non induttive si hanno costanti di tempo inferiori ad 1/10 di μ sec, da cui si può quasi sempre prescindere nelle misure a frequenza industriale; solo in casi speciali ed alle frequenze elevate bisognerà tenerne conto.

Con le resistenze maggiori le cose peggiorano rapidamente; il fatto ha particolare importanza per i divisori di tensione a resistenza che possono raggiungere diverse centinaia di migliaia di ohm. È possibile stabilire il funzionamento di questi apparecchi in qualunque condizione di carico secondario, eseguendo in base alla teoria dei trasduttori, una prova di rapporto a vuoto alimentando dall'alta tensione ed una prova di corto circuito alimentando dalla bassa. Prove eseguite su divisori di precisione danno come costante di tempo del rapporto tra la tensione di alimentazione e quella derivata, valori dell'ordine di qualche decimo di microsecondo.

N. 13.

IL GALVANOMETRO BALISTICO E LA MISURA DEGLI IMPULSI ELETTRICI DI FORMA ESPONENZIALE

I. Lucchi

Una lacuna che si presenta sempre nella teoria del galvanometro balistico è la mancanza di dati esaurienti sul modo di variare della deviazione in relazione con la durata e la forma dell'impulso elettrico che percorre la bobina mobile. Si comprende a priori che due impulsi corrispondenti alla stessa quantità di elettricità debbano dare due deviazioni diverse e che sia maggiore quella prodotta dall'impulso più rapido, però non è facile stabilire numericamente l'errore che si commette trascurando la durata o la forma dell'impulso o insieme tutte due.

L'A. ha potuto rispondere a questi problemi ed è arrivato anche a definire un metodo pratico per distinguere quando un impulso non è istantaneo senza conoscerne la forma reale basandosi sul rilievo del tempo che l'indice impiega per passare dalla posizione di riposo alla deviazione massima prima con un impulso elettrico istantaneo (scarica di un condensatore campione) e poi con l'impulso in esame. L'esposizione di questo metodo rappresenta evidentemente la parte più utile della ricerca poichè la forma dell'impulso raramente è assimilabile ad uno dei tipi presi in esame così da rendere praticamente impossibile la previsione della eventuale correzione da applicare alla lettura balistica del galvanometro.

Gli impulsi presi in esame sono classificati secondo 3 forme tipiche: rettangolare, esponenziale col massimo all'origine del tempo (scarica di un condensatore su un circuito contenente solo resistenza) ed esponenziale col massimo spostato nel senso del tempo (scarica di un condensatore su un circuito contenente induttanza e resistenza). Per comodità di confronto tutti gli impulsi considerati corrispondono ad una quantità unitaria di elettricità. Tutta la teoria è basata sull'integrazione dell'equazione delle oscillazioni smorzate opportunamente modificata in modo da far apparire le 3 grandezze che definiscono il moto del galvanometro: la reazione d'inerzia della bobina, lo smorzamento e la reazione elastica del filo di sospensione nonchè la forma dell'impulso rappresentata con un'equazione. L'integrazione in termini finiti è possibile per i 3 tipi di impulsi considerati e di ciascuno sono riportate le formule generali esatte cioè senza alcuna limitazione di impiego; purtroppo però il calcolo numerico delle formule non è agevole, le variabili non sono infatti separabili e bisogna quindi procedere per tentativi. Per facilitare la discussione dei risultati ottenuti sono riportati i grafici calcolati con le formule ora dette dando ai parametri una serie di valori scelti con criteri pratici in modo da permettere il controllo rapido del galvanometro balistico.

Per confrontare fra di loro le deviazioni prodotte da impulsi di forma diversa conviene mettere in relazione la lettura balistica ottenuta con un impulso unitario (espressa in percento della costante balistica) col rapporto dei due tempi di deviazione corrispondenti all'impulso in esame ed all'impulso istantaneo a parità di smorzamento; il percento di deviazione balistica a parità del rapporto ora definito risulta massimo (e quindi l'errore minimo) per un impulso rettangolare e minimo (cioè errore massimo) per un impulso esponenziale col massimo all'origine.

Gli impulsi esponenziali col massimo spostato rispetto all'ori-

gine danno una deviazione intermedia, da ciò si può concludere che la presenza di un'induttanza nel circuito di scarica di un condensatore fa diminuire l'errore della lettura col galvanometro balistico; la diminuzione è sensibile solo per valori molto grandi della capacità e dell'induttanza.

Un ultimo gruppo di curve è stato disegnato portando sulle ascisse i valori dello smorzamento da o a 10 e sulle ordinate i rapporti dei tempi di deviazione per una serie di valori dell'errore compresi fra il 0,1 % ed il 25 % supposto che l'impulso provenga dalla scarica di un condensatore su una resistenza; per l'applicazione pratica di queste curve basta fissare l'errore massimo che si intende ammettere nella lettura balistica della quantità di elettricità e dedurre il massimo valore del rapporto dei tempi di deviazione che si deve concedere in relazione allo smorzamento adottato. Con l'ausilio di un contasecondi è allora possibile controllare se la lettura fatta è approssimata fino al grado prestabilito. Per quanto è stato detto sopra l'errore reale è in generale minore di quello calcolato perchè gli impulsi sono raramente di forma esattamente esponenziale.

Gli impulsi elettrici aventi una durata maggiore sono difficilmente misurabili col galvanometro balistico, conviene di più in questi casi il flussometro del Grassot finchè la durata non supera i 200 secondi e l'amperorametro per durate maggiori. Negli impianti per radiografie ad alta tensione si presenta il problema di misurare la quantità di elettricità o di energia contenuta nell'impulso elettrico nell'atto in cui viene introdotto nel tubo di Coolidge per produrre i raggi Röntgen; la durata dell'impulso è allora minore di 1 secondo e quindi le due misure ora dette potrebbero essere eseguite con un milliamperometro balistico (di grande inerzia) oppure con wattmetro balistico.

N. 15. SUL FASOMETRO A TRIODI

F. Bocci.

L'uso dei triodi può oggi essere esteso con il fasometro Vecchiacchi alla misura degli angoli di fase fra tensioni alternative. Quando però si vogliano determinare differenze di fase assai piccole, quali quelle che si riscontrano ad es. nei riduttori di tensione, occorre introdurre un conveniente sistema di compensazione la cui ricerca e pratica attuazione è stata di fine alla presente memoria.

Il fasometro è schematicamente così costruito: (fig. 1)

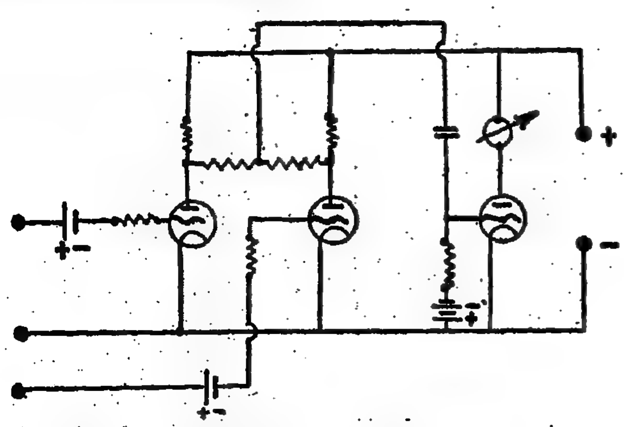


Fig. 1. — Schema del fasometro a triodi.

due triodi sono collegati con le griglie, convenientemente polarizzate, a due sorgenti di f.e.m. alternativa sinoidale, delle quali si vuol misurare la differenza di fase, di valore assai elevato sì da dare un diagamma di corrente anodica all'incirca trapezoidale. Dai circuiti di placca di questi due triodi è derivata opportunamente la griglia di un terzo tubo la cui corrente anodica risulta costituita da guizzi rettangolari di durata proporzionale allo sfasamento delle tensioni alternative applicate all'entrata del fasometro. Ne risulta così un diagramma di corrente anodica il cui zero corrisponde ad una differenza di fase di 180 gradi e con un massimo in corrispondenza di 0 e 360 gradi. Detta caratteristica presenta inoltre in prossimità delle condizioni di opposizione e concordanza una notevole curvatura mentre è rettilinea per valori intermedi. In conseguenza di tale curvatura, volendosi operare sul tratto rettilineo, occorre effettuare la completa compensazione della corrente anodica preesistente, di qualche milliampere, per poter misurare le variazioni di pochi microampere corrispondenti agli angoli che ci siamo proposti di determinare.

La compensazione è stata realizzata accoppiando al primo un altro fasometro di uguale caratteristica. Si è così potuto ottenere per un uguale sfasamento delle tensioni d'ingresso dei due fasometri lo zero del galvanometro a lungo periodo posto nella diagonale del ponte costituito dai due ultimi triodi e dalle due convenienti resistenze inserite nei circuiti di placca di detti triodi (fig. 2).

La compensazione così effettuata, con i particolari accorgimenti esposti nel lavoro, ha anche il vantaggio di ridurre al minimo le variazioni dell'angolo di fase fra le tensioni di entrata, variazioni dovute ai cambiamenti di frequenza e di tensione sulla rete stradale che alimenta il sistema.

Il fasometro compensato potendo usarsi sia come strumento ad indicazione diretta sia come strumento di zero, se ne è fatta in ambedue i casi un'applicazione alla misura dell'errore di fase dei riduttori di tensione confrontando poi i risultati con quelli dedotti da uno dei metodi assoluti. Si è inoltre prospettata l'applicazione del sistema studiato alla misura dell'errore di fase delle resistenze wattometriche.

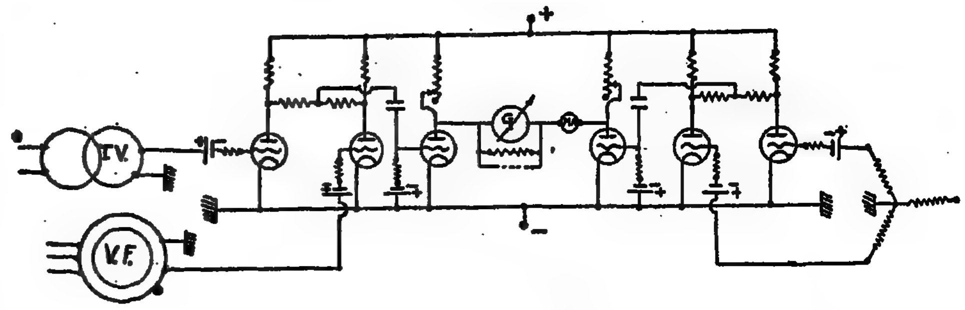


Fig. 2. — Schema del fasometro a triodi compensato per la misura dei piccoli angoli di fase.

I buoni risultati ottenuti mostrano come il fasometro a triodi adoperato con il sistema di compensazione adottato si presti assai bene alla misura di piccoli angoli di fase. Esso a differenza dell'elettrodinamometro permette, nei metodi di zero, di operare con differenze di fase comunque diverse da 90° e in particolare con differenze di fase quasi nulle.

N. 16. PROVE SU TUBI TRASMITTENTI E DI POTENZA

G. Rutelli

Quello dei tubi elettronici di potenza è rimasto, per dir così, un campo di indagine poco noto, sopratutto per ragioni di carattere industriale: mentre infatti le valvole riceventi, ed in genere quelle di limitata potenza, hanno potuto formare oggetto di ricerca nei laboratori universitari — dai quali è venuto, si può dire, l'apporto più cospicuo alle conoscenze sul funzionamento dei tubi a vuoto — i grandi modelli appartengono ad una zona di studi rimasta quasi di esclusivo dominio dell'industria: l'apprestamento di impianti adatti all'indagine sperimentale ed al collaudo dei tubi elettronici di potenza, infatti, è notevolmente più complesso ed oneroso di quanto possa essere il più completo banco di prova per quelli riceventi, e ciò per ovvie ragioni sopratutto risiedenti nei valori delle grandezze elettriche in giuoco.

Le prove, per questi tipi, sono ormai sufficientemente normalizzate ed hanno per gran parte il carattere di misure dirette, mentre così non può sempre dirsi per diodi e triodi di potenza; in questo caso, gravi ostacoli, ad esempio, risiedono nella impossibilità di fare lavorare le valvole alle condizioni che sarebbero richieste dal rilievo diretto di talune grandezze.

Un impianto di prova per tubi di potenza va concepito come una radiostazione, fatta eccezione per il sistema radiante, che in questo caso è costituito da un circuito oscillante chiuso o antenna muta capace di assorbire la potenza utile generata; occorrerà potere agire sui vari elementi elettrici dell'impianto di cui deve altresì essere agevole il controllo.

I tubi trasmettenti da qualche diecina ad alcune centinaia di kW di potenza telegrafica utile, richiedono naturalmente oscillatori di prova capaci di fornire ai tubi, e di potere assorbire, potenze di quest'ordine di grandezza, e ciò può essere consentito a poche grandi industrie di produzione od eccezionalmente a grandi istituti sperimentali.

Un non trascurabile compito di questi laboratori industriali è anche quello di studiare i cimenti subiti dal materiale ed il modo di sopportarli, nonchè di procedere, per così dire, alla diagnosi delle avarie meno palesi e delle loro possibili cause.

Quanto precede spiega altresì perchè la letteratura di questa branca non sia tutt'oggi così ricca come quella delle molte altre appartenenti alla scienza radioelettrica, e come parecchi ritrovati rimangano gelosamente custoditi, quali segreti di fabbricazione.

Il funzionamento di parecchie unità in parallelo, che — malgrado esista la possibilità e la convenienza di notevoli concentrazioni di potenza in unità singole — si pratica ancora oggi, nonchè la intercambiabilità dei tubi, richiedono notoriamente una grande uniformità e costanza nelle caratteristiche dei vari esemplari di uno stesso tipo.

Discende che, anche in considerazione dell'elevato costo dei tipi di potenza e della possibilità di arrecarvi danni nel trasporto, è necessario, prima ch'essi entrino in servizio, procedere ad una serie di prove per accertarne le proprietà elettriche e di vuoto, requisito quest'ultimo che i tubi dovranno conservare il più lungo tempo al giusto grado, essendo fra i più suscettibili di determinare invecchiamenti precoci.

Nella memoria vengono passate in rassegna le misure normali e speciali su i tubi trasmettenti e di potenza, corredate da risultati di prove, per la maggior parte eseguite dallo scrivente presso Laboratori specializzati.

Nella prima parte, dopo avere accennato all'attrezzatura di un moderno laboratorio per lo studio sperimentale di tubi di potenza, si descrivono i metodi per il rilievo di talune grandezze, come la tensione di sicurezza, la corrente a riposo il grado di ionizzazione nell'involucro, quello di occlusione degli elettrodi, e via dicendo: seguono i rilievi delle caratteristiche di emissione totale, quelli riguardanti le emissioni secondarie, le caratteristiche di filamento, le statiche, le dinamiche, quelle di prestazione, di amplificazione, modulazione, frequenza, ecc.

Viene anche discorso della misura delle capacità dirette interelettrodiche, del rilievo oscillografico dei principali diagrammi dei tubi e via dicendo.

Nella seconda parte sono riportate le misure normali su diodi raddrizzatori, e nell'ultima si tratta del riconoscimento dei difetti, e delle prove per accertare le cause che hanno condotto ad avaria i tubi.

N. 17.

IMPIEGHI DELL'OSCILLOGRAFO IN ALTA ED IN BASSA FREQUENZA

E. Severini

L'uso dell'oscillografo a raggi catodici come mezzo di indagine dei più svariati fenomeni elettrici, ed in sostituzione, se non sempre quantitativa, almeno qualitativa di altri mezzi di misura, si va sempre più diffondendo nella radiotecnica sperimentale, mentre sembra diventare indispensabile nell'industria, dove può sostituire con vantaggio altri mezzi di collaudo, in sede di produzione.

Nella presente trattazione si è diviso il campo di applicazione dell'oscillografo in due sezioni: impiego in bassa frequenza ed in alta frequenza. Per ognuna di esse vengono dati degli esempi di misure, con gli schemi relativi.

In bassa frequenza si è mostrato come si possono ricavare le caratteristiche statiche e dinamiche delle valvole, indicando un modo ingegnoso per venire a conoscenza del senso di rotazione del raggio luminoso nelle figure chiuse, quando si voglia sapere se il carico sulla valvola è induttivo o capacitivo. Seguono misure sugli altoparlanti ed un'applicazione per l'analisi dei suoni complessi. Si descrive infine lo schema che ha servito all'A. per la realizzazione di un asse lineare dei tempi, schema completato da diagrammi di funzionamento del tiratron, impiegato nel circuito cadenzatore.

Come applicazione dell'oscillografo in fenomeni che si svolgono in alta frequenza, si fa cenno dell'apparecchiatura disposta dall'A. presso una nota Ditta costruttrice di radio-riceventi e destinata a rendere visibile direttamente la curva di selettività delle medie frequenze delle supereterodine.

Nelle misure che si eseguono a radio frequenza, si ottengono generalmente figure chiuse, quando si applichino ad entrambe le coppie di placche la stessa frequenza o due frequenze dello stesso ordine di grandezza, o striscie luminescenti quando le due frequenze impresse sono molto diverse. Pertanto non rimane che o interpretare una curva di Lissajous, cosa non sempre agevole, o esaminare la curva inviluppo di una serie molto numerosa di oscillazioni. Nella relazione si dà notizia di un sistema facilmente realizzabile per fare apparire, con metodo stroboscopico, direttamente la forma della oscillazione in esame, e di un recente circuito per ottenere un asse lineare dei tempi ad alta frequenza. Si riporta inoltre uno schema per l'esame di fenomeni transitori, accompagnato da informazioni sui sistemi di ripresa fotografica e cinematografica.

N. 18.

SULLA MISURA DELLA SELETTIVITÀ DEI RADIORICEVITORI

G. Salom

Il metodo generalmente impiegato per la misura della selettività dei ricevitori radiofonici è quello basato sul rilievo della curva di risonanza, secondo le norme stabilite dall'Institute of Radio Engineers. Tale metodo non si presta a dare un giudizio anche relativo della reale selettività dei ricevitori, poichè non tiene conto di alcuni fenomeni che alterano nelle normali condizioni di impiego la loro effettiva selettività. Per effetto infatti della demodulazione, o apparente diminuzione della modulazione di un segnale debole applicato assieme ad uno assai più forte al tubo rivelatore, la selettività viene aumentata; ne risulta invece diminuita per il fenomeno della trasmodulazione o sovrapposizione di due segnali vicini (« cross modulation »).

In vista di eliminare tali inconvenienti e rendere quindi possibile l'esecuzione di misure della effettiva selettività dei radioricevitori, quale essi presentano nel loro reale funzionamento, si è da tempo e da varie parti avanzata la proposta di adottare un metodo di misura basato sull'impiego di due segnali, l'uno in risonanza sulla frequenza del ricevitore e l'altro, il disturbante, fuori risonanza.

Allo scopo pertanto di stabilire un confronto tra i due diversi metodi di misura, quello IRE e quello con doppio segnale, si sono svolte presso l'Istituto Elettrotecnico e delle Comunicazioni della R. Marina una serie di misure con entrambi tali metodi su diversi esemplari di ricevitori radiofonici.

Le misure effettuate hanno messo in evidenza coi loro risultati la sensibile differenza esistente tra i due metodi di misura per ciascuno dei ricevitori sperimentati, e dimostrato come le difficoltà incontrate nell'attuazione del metodo con due segnali sarebbero facilmente superabili ove l'industria potesse provvedere alla costruzione di adatte apparecchiature di misura; di queste si sono suggerite alcune particolarità costruttive, onde eliminare quei difetti e cause di errore rilevati nel corso delle misure eseguite.

N. 20.

LE PILE CAMPIONE DAL PUNTO DI VISTA ELETTROTECNICO

R. Piontelli

I requisiti di un elemento campione sono: 1°) il valore della f.e.m. deve essere noto con grande esattezza; 2°) esso non deve variare col tempo nè a riposo, nè durante o in seguito al passaggio di corrente; 3°) un elemento campione deve essere riproducibile con grande fedeltà; 4°) la sua f.e.m. deve dipendere il meno possibile dalle condizioni di ambiente; 5°) un elemento campione deve possedere una certa robustezza ed essere maneggevole.

Per studiare dal punto di vista teorico quali tipi di elementi rispondano a questi requisiti, è stata anzitutta tentata l'applicazione della regola delle fasi (Gibbs). Questa è in realtà inapplicabile ad un elemento completo, che non si può considerare un sistema eterogeneo di fasi che possano coesistere in equilibrio. L'applicazione ai sistemi: elettrodo-soluzione elettrolitica è complicata dal fatto che gli equilibri di ripartizione tra le diverse fasi, per le specie molecolari dotate di carica elettrica, sono retti anche dal potenziale elettrostatico, e che questi equilibri dipendono inoltre dalle proprietà superficiali delle singole fasi e dalla costituzione degli strati di passaggio. Un elettrodo, per poter essere impiegato in una pila campione, deve avere una f.e.m. che sia funzione univoca dei parametri che definiscono le proprietà chimiche e fisiche delle fasi e le condizioni ambiente. Per la riproducibilità, occorre che le sostanze costitutive si possano ottenere con proprietà chimiche e fisiche ben definite, mediante procedimenti determinati. Esse non devono inoltre presentare punti di trasformazione nell'intervallo di temperatura ordinario. Il sistema deve raggiungere rapidamente dopo la formazione un assetto chimico-fisico definitivo stabile. In seguito al passaggio della corrente, devono variare soltanto le masse assolute delle diverse fasi. Si possono quindi usare solo gli elettrodi invertibili rispetto ad un ione, ed in presenza di un sale solido dell'ione stesso, che funziona da depolarizzante, mantenendo costanti le concentrazioni. Siccome però l'equilibrio di saturazione si stabilisce lentamente, affinchè la f.e.m. non vari durante il passaggio di corrente, occorre che questa sia mantenuta assai piccola.

Il depolarizzante deve essere buon conduttore e poco solubile (per ridurre i fenomeni di diffusione verso l'altro elettrodo). Il mercurio si può ottenere assai puro in quantità sufficiente, e presenta proprietà superficiali assai uniformi e riproducibili. Analo-

gamente le amalgame. Questi elettrodi si fanno quindi preferire sia agli elettrodi a gas, sia agli elettrodi di metalli solidi. La necessità di usare due elettrodi diversi (per non cadere nelle pile di concentrazione) impone la scelta di combinazioni del tipo: elettrodo a mercurio-elettrodo ad amalgama (con opportuni corpi di fondo). Dovendo associare due elettrodi per formare un elemento completo, occorre sceglierli in modo che contengano gli stessi componenti indipendenti, per evitare che il processo elettrochimico alteri la costituzione del sistema (inevitabilmente perturbata dai fenomeni diffusivi). La pila Weston possiede i requisiti esposti. Essa presenta però alcune anomalie di comportamento: 1°) le pile di recente costruzione presentano f.e.m. eccezionalmente elevate; 2°) agitando il compartimento catodico, la f.e.m. assume pure valori superiori al normale; 3°) al variare della temperatura, e specialmente al diminuire di essa, la f.e.m. si stabilizza lentamente. Le cause di queste anomalie sono molteplici. Si possono ricordare le seguenti:

a) gli spostamenti (di origine diversa) dell'equilibrio tra Hg, Hg^{++} ed Hg_2^{++} al polo positivo,

b) l'idrolisi di Hg_2SO_4,

c) le impurezze, sia delle sostanze costituenti (metalli meno nobili del mercurio, $HgSO_4$), sia provenienti dalla solubilità del vetro, sia introdotte nell'elemento durante la preparazione (ossigeno occluso),

d) la diffusione al polo negativo di Hg_2SO_4 e H_2SO_4 (con azione locale che tende ad esaurire il cadmio dell'amalgama).

Le aggiunte di H_2SO_4 libero sembra attenuino questi inconvenienti. Sostituendo ai fili di platino fili di tungsteno, saldabili al Pyrex, si può usare, per la costruzione dei recipienti, questo tipo di vetro, di ottime proprietà chimiche.

Le pile non sature, usate nella pratica corrente delle misure di paragone, non contengono solfato di cadmio solido, e presentano quindi un piccolissimo coefficiente di temperatura. Però la concentrazione del solfato di cadmio in soluzione aumenta col tempo, in seguito a passaggio di corrente o a fenomeni di autoscarica. La f.e.m. non si ripristina completamente in seguito a corti circuiti. Queste pile vanno tenute, durante la misura, a temperatura uniforme (compresa tra 10° e 40° C) non devono erogare correnti superiori a 0,0001 ampere.

N. 21.

OSCILLOGRAFO A SPECCHIO CON MOTORE SINCRONO A FREQUENZA COMANDATA

P. BENUSSI.

Tracciate le possibilità di misura dei fenomeni oscillatori con l'oscilloscopio e l'oscillografo, collegati con vibrometri di più tipi, tanto direttamente, che a tramite di amplificatori intermedi, di caratteristiche adeguate; a seconda delle applicazioni vengono tracciate le generalità di tali strumenti.

Nella relazione è illustrato un oscillografo sperimentale monocellulare, capace di una gamma fissa di frequenze.

La differenza tra detto oscillografo ed i simili in commercio, sta nella fissità di visione per tutte le frequenze del campo esaminato.

Dopo una descrizione degli oscillografi normali e moderni, in relazione alle possibilità di impiego e caratteristiche costruttive, viene descritto l'oscillografo sperimentale.

A differenza degli altri, l'apparecchio in descrizione porta un dispositivo addizionale, capace di fissare la visione per ogni frequenza.

In detto apparecchio è reso possibile ciò, in quanto il motore sincrono di rotazione dello specchio rotante è alimentato da una corrente alternata, generata localmente, con un oscillatore di bassa frequenza a valvola, e di frequenza variabile a volontà.

Con tale dispositivo è reso possibile, per tutta la gamma di frequenza in esame, costituire sullo schermo la stazionaria, poichè l'escursione delle ascisse è variabile a volontà, sino a rendere possibile, che due faccie contigue dello specchio rotante, riproducano sul medesimo schermo, il medesimo intervallo di tempo; che essendo multiplo o sottomultiplo della frequenza in esame, fanno ricoprire su sè stessa tante volte la curva, per ogni giro dello specchio rotante, quante sono le faccie del medesimo.

Il generatore di oscillazioni a bassa frequenza è costituito da un trasformatore, alimentatore con più secondari, di cui uno, alimenta il catodo della valvola rettificatrice, un secondo secondario, alimenta gli anodi della medesima, mentre un terzo secondario il catodo del triodo oscillatore di potenza.

Dopo conveniente livellamento della corrente raddrizzata, a mezzo dei condensatori elettrolitici ed impedenza, la valvola oscillatrice viene alimentata all'anodo, oltre ad un trasformatore ad intraferro variabile, che porta al suo secondario (collegato alla griglia) un circuito oscillante, costituito da condensatori, dal secondario stesso e l'induttanza statorica del motore sincrono (alimentato nel suo rotor da corrente continua).

Il triodo oscillatore è collegato inoltre alla sua griglia con una resistenza limitatrice ed al catodo attraverso la resistenza di polarizzazione.

Il circuito secondario del trasformatore costituisce un circuito oscillante la cui frequenza generata è possibile variarla in due modi, o regolando la resistenza shunt d'un condensatore (del circuito oscillante), oppure variando direttamente il traferro nel nucleo del trasformatore con vite micrometrica.

Date le molto ampie variazioni della frequenza prodotta, si può con tutta facilità, ottenere variazioni continue nel numero di giri del motore sincrono dello specchio, e con ciò scegliere sperimentalmente quella frequenza, che dà sullo schermo la visione stazionaria del fenomeno oscillatorio, con scala nell'asse delle ascisse variabile a volontà.

Reso stazionario il fenomeno, riesce oltremodo facile pure la fotografia, sovrapponendo allo schermo stesso il film sensibile tagliato a zone.

Trieste, agosto 1935-XIII.

N. 22.

MISURE ELETTRO-ACUSTICHE SU ALTOPARLANTI NELLA RADIO INDUSTRIA

P. LECCHI.

Nell'articolo si esamina l'applicazione dei metodi di misura, propri alla scienza elettro-acustica, nell'industria degli altoparlanti: più particolarmente si considerano le due possibilità di applicazione richiedenti diverso grado di precisione, ossia la misura di laboratorio e quella di produzione. Le misure elettro-acustiche richiedono un ambiente adatto: viene accennato, prospettando alcune soluzioni adottate presso una nota fabbrica nazionale, al problema dell'isolamento dai rumori esterni, notevoli specie in una officina moderna, sia per radiazione diretta dalla sorgente sonora quanto per convogliamento attraverso le pareti del fabbricato (al quale si accoppia spesso anche una radiazione tutte le volte che lungo il percorso esistono pareti risonanti).

Le misure di produzione devono necessariamente essere effettuate soltanto su quelle parti le cui caratteristiche più influiscono sul risultato finale: perciò dopo la determinazione rapida dell'induzione nel traferro, si procede alle misure dell'impedenza alla risonanza fondamentale del cono, lasciando, come prova cruciale, il giudizio auditivo sulla buona riproduzione di toni puri e di pezzi di orchestrazione caratteristici. Invece nel laboratorio si debbono poter eseguire tutte le svariate misure, elettriche e acustiche, che permettono di seguire, passo a passo, tutti i perfezionamenti adottati e controllare le possibili cause di alterazione.

Per organicità l'articolo è stato diviso in due parti; la prima parte, dopo un'esposizione sull'analogia sui sistemi meccanici ed acustici rispetto al sistema elettrico, riassume brevemente le caratteristiche generali meccaniche ed acustiche del cono vibrante, nonchè le condizioni di eccitazioni (circuito elettromagnetico); la seconda parte invece tratta più specificatamente l'argomento.

La misura dell'impedenza dinamica di un cono vibrante rende possibile una vasta ricerca sull'influenza di fattori diversi concomitanti al buon risultato finale dell'altoparlante: parallelamente a tale misura è però importante anche la determinazione della potenza acustica irradiata e perciò è necessario disporre di un ambiente per misure acustiche le cui condizioni corrispondono alla minima riflessione.

La misura della potenza acustica irradiata e la determinazione della rispondenza richiedono soprattutto una buona apparecchiatura per il rilievo elettrico del suono; vengono perciò brevemente descritti il microfono a condensatore, per le misure di pressione nonchè le apparecchiature usate per l'amplificazione e la registrazione delle caratteristiche acustiche, tenuto conto specialmente della particolare caratteristica non-lineare degli organi auditivi nell'uomo.

Inoltre si esaminano dispositivi speciali atti a definire la composizione spettrografica del suono, specialmente in relazione al comportamento del trasduttore elettro-acustico sotto impulsi transitori.

N. 23.

UN DECENNIO DI PROGRESSI NEL CAMPO DELLE MISURE DI FREQUENZA

F. Vecchiacchi.

Tra gli innumerevoli progressi che nell'ultimo decennio si sono prodotti nel campo delle misure elettriche, particolarmente salienti appaiono quelli relativi ai metodi, campioni, apparecchi per la misura delle frequenze.

Ciò si deve essenzialmente all'introduzione della tecnica fondata sull'impiego dei tubi elettronici, dei quali, qui, più che altrove, sono state variamente ed ampiamente utilizzate, tutte le diverse possibilità di amplificazione, generazione di oscillazioni, modulazione, rivelazione, ecc.

I progressi si sono manifestati anzitutto nel senso della precisione, quindi in quelli della rapidità, semplicità praticità di misura; essi interessano l'intera gamma delle frequenze utilizzate nell'elettrotecnica e nella radio, ma assumono senza dubbio la loro maggiore importanza alle frequenze elevate, molto poco accessibili alla tecnica preesistente.

Anzitutto i tubi elettronici hanno permesso di attuare una serie di campioni di frequenza composti essenzialmente di risuonatori elettromeccanici associati a tubi elettronici generatori, con frequenze di oscillazione strettamente legate alle frequenze di risonanza meccanica. Si sono conseguite in tal modo, stabilità, ed esattezze di definizione, grandemente più elevate di quelle raggiungibili in altra maniera, e soddisfacenti largamente le moderne esigenze. Con gli oscillatori ad elettrodiapason, a magnetostrizione, a quarzo, a tormalina, si è arrivati a ricoprire una vastissima gamma di frequenza, a partire dalle basse frequenze del pendolo, sino alle frequenze più elevate, (circa $3 \cdot 10^8$ hertz), che i tubi elettronici consentono di ottenere con schemi normali di oscillazione.

A frequenze dell'ordine di 100.000 hertz, i campioni di frequenza a quarzo si sono dimostrati suscettibili di fornire precisioni dell'ordine di una unità su 10 milioni. E poichè si tratta di un risultato superiore a quello fornito dagli stessi pendoli astronomici, si è pensato di utilizzare i procedimenti di demoltiplicazione statica della frequenza, per azionare con questi oscillatori il meccanismo di rotismi e lancette di un usuale orologio, e realizzare cioè dei nuovi « orologi a quarzo », il cui impiego nei Laboratori ed Osservatori astronomici, sembra destinato a portare un aumento di precisione nella definizione del tempo.

Altro imponente contributo all'aumento della precisione nelle misure di frequenza è stato apportato dallo sviluppo dei metodi di conversione statica di frequenza, grazie ai quali è divenuta possibile la facile effettuazione, sulle frequenze, delle quattro operazioni dell'aritmetica, addizione, sottrazione, moltiplicazione, divisione. Degni del massimo rilievo appaiono i metodi di moltiplicazione, e sopratutto quelli di divisione, (demoltiplicazione), fondati sui fenomeni di sincronizzazione degli oscillatori a triodi. Essi consentono di passare agevolmente, in maniera del tutto statica, ed attraverso rapporti identificabili con assoluto rigore, da una data frequenza ad un'altra frequenza di altro ordine di grandezza. In tal modo tutta una tecnica di misura può essere agevolmente trasportata ad es. dal campo delle frequenze basse a quello delle alte, e viceversa; ed un determinato campione di frequenza può servire una gamma, teoricamente illimitata, e praticamente vastissima.

L'utilizzazione simultanea dei differenti procedimenti di conversione statica, ha permesso di realizzare apparecchiature atte a consentire la misura delle radiofrequenze con grande rapidità e sicurezza, ed insieme con precisione, altissima quasi unicamente limitata da quella con cui resta definito il campione di frequenza di riferimento.

Meno imponenti, e tuttavia ancor notevoli, si rivelano gli sviluppi subìti dalla tecnica delle misure di frequenza nel senso della rapidità e praticità di misura. Grazie ai tubi elettronici è risultata possibile l'introduzione di una nuova categoria di frequenziometri a deviazione, ad indicazione diretta, particolarmente adatti per misure entro la gamma acustica, nei quali la frequenza può essere letta in maniera continua alla stessa guisa ad es. di una corrente su di un amperometro. Essi sono caratterizzati da una sensibilità praticamente illimitata, da una altissima indipendenza dell'indicazione, dalla forma e dall'ampiezza dell'oscillazione applicata. Questi apparecchi debbono essere ritenuti insostituibili nel caso in cui, per l'essere ad es. la frequenza rapidamente variabile, il rilievo di ogni frequenza debba essere effettuato con particolare rapidità. In grazia dei procedimenti di conversione statica il loro impiego si estende con vantaggio anche alle frequenze molto alte; mediante dispositivi di differenziazione essi consentono di determinare con sensibilità elevatissime, piccole variazioni di frequenza intorno ad un valore determinato.

Altri progressi consistono nell'introduzione dei frequenziometri eterodina, realizzati, per le frequenze radio, mediante risuonatori elettrici a capacità variabile, messi in oscillazione mediante tubi elettronici, e per le frequenze acustiche, mediante combinazione di due generatori di frequenze radio delle quali si ricava ed utilizza il valore di differenza.

Da dieci anni ad oggi il risuonatore elettrico è stato fatto oggetto di perfezionamenti meccanici abbastanza importanti, che hanno condotto a stabilità superiori e che hanno permesso di poter suddividere molto finemente, una determinata gamma di frequenza.

Si debbono annoverare altresì miglioramenti nella tecnica di realizzazione di impiego dei ponti, perfezionamenti nel campo dei sistemi stroboscopici, dei cronografi, delle ruote foniche, nel metodo di rilievo dei passaggi delle stelle, nella trasmissione e registrazione dei segnali orari, ecc. Al servizio dei segnali orari si è infine aggiunto quello delle frequenze campioni e delle emissioni dai vari Laboratori radioelettrici allo scopo di confronti internazionali a grande distanza tra i campioni di frequenza.

N. 26.

LA MISURA MEDIANTE TUBI ELETTRONICI DELLE PICCOLE TENSIONI E CORRENTI COSTANTI

R. Sartori.

Gli strumenti elettrodinamici o elettromagnetici ordinari si manifestano insufficienti quando si vogliano misurare tensioni costanti dell'ordine di 10^{-4} volt in circuiti che presentino resistenze elevate, superiori a 10^{12} ohm. Si può allora ricorrere agli elettrometri; essi però presentano l'inconveniente di introdurre in circuito capacità non trascurabili e di essere poco maneggevoli. I tubi elettronici offrono invece la possibilità di realizzare voltmetri che uniscono a un'elevata sensibilità un consumo ridottissimo.

La sensibilità di tali apparati è limitata dalle varie cause di instabilità che essi presentano. Queste si possono distinguere in instabilità a corto periodo e instabilità a lungo periodo. Le prime sono dovute all'effetto Schottky, all'effetto di scintillamento, all'agitazione termica delle cariche nei conduttori e alle fluttuazioni di tensione delle batterie di alimentazione; le seconde sono dovute alle variazioni nel tempo delle caratteristiche dei tubi elettronici e alla scarica delle batterie.

L'effetto Schottky, che si manifesta in causa della discontinuità di emissione di elettroni dal catodo, produce fluttuazioni di frequenza elevata nello strumento indicatore; il loro effetto è del second'ordine, se si usa uno strumento avente periodo proprio sufficientemente lungo. Invece tanto l'effetto di scintillamento, dovuto a variazione del potere emissivo del filamento per la presenza di atomi estranei, quanto l'agitazione termica delle cariche, conducono a fluttuazioni di frequenza sufficientemente bassa per essere visibile con gli ordinari galvanometri. Calcoli ed esperienze, istituiti a questo proposito, concordano nella conclusione che le fluttuazioni equivalgono a variazioni nella tensione di griglia dell'ordine di 10^{-5} volt; di conseguenza questo valore è praticamente il limite inferiore attualmente raggiungibile in tali misure.

Le instabilità dovute a variazione delle caratteristiche delle valvole si riducono evitando quanto più possibile riscaldamenti eccessivi, cioè mantenendo inferiori ai valori normali tutte le tensioni di alimentazione. Inoltre tanto queste instabilità, quanto quelle a lungo periodo dovute alla scarica delle batterie, si possono neutralizzare mediante opportuni montaggi bilanciati, i quali possono consentire di ridurre a valori praticamente inapprezzabili la deriva continua della strumento da esse prodotta.

Fissato, come precedentemente si è detto, il limite inferiore di sensibilità, con l'aiuto di uno o più stadi amplificatori è possibile sostituire a galvanometri delicati e non troppo maneggevoli strumenti meno sensibili, ma più robusti; e ciò senza che il metodo di misura perda nulla della sensibilità primitiva.

Quando si vuol spingere al minimo il consumo dei voltmetri elettronici, o quando lo scopo della misura è quello di rivelare correnti estremamente piccole, dell'ordine di 10^{-15} — 10^{-17} ampere, non può venire trascurata la corrente di griglia. Un accurato studio delle caratteristiche di griglia dei tubi ordinari conduce alla scelta della più favorevole tensione di polarizzazione e consente di eseguire mi-

sure di corrente di 10^{-12} ampere con resistenze di griglia dell'ordine di 10^9 — 10^{11} ohm. Ulteriori progressi si possono realizzare usando tubi speciali, che per l'elevato isolamento tra griglia e catodo vengono detti elettrometrici. Le resistenze di griglia di questi tubi sono dell'ordine di 10^{15} ohm; i circuiti con essi realizzabili consentono perciò la misura delle più piccole correnti (10^{-19} ampere?).

Gli usi più comuni degli schemi descritti e discussi nella memoria sono la misura di correnti e tensioni fotoelettriche, di correnti di ionizzazione e dovute a fenomeni radioattivi, di correnti di disintegrazione atomica, e di altissime resistenze.

N. 27.

LA MISURA DEL FATTORE DI DISTORSIONE

G. BOZZI.

Data una grandezza alternativa:

$$A = A_1 \text{ sen } (\omega t + \varphi_1) + A_2 \text{ sen } (2 \omega t + \varphi_2) + \\ + A_3 \text{ sen } (3 \omega t + \varphi_3) + \ldots$$

si definisce fattore di distorsione il rapporto:

$$d = \frac{\sqrt{A_2^2 + A_3^2 + A_4^2 + \ldots}}{A_1}$$

Tale coefficiente di forma riceve notevoli applicazioni sopratutto nella tecnica delle correnti deboli, avendo il pregio di definire l'allontanamento di una grandezza alternativa dalla sinusoide in un modo abbastanza rispondente all'effetto reale; ed, unito a qualche notizia descrittiva sugli elementi del circuito, costituisce un comodo criterio per valutazioni e confronti. Sopratutto esso ha il pregio di essere misurabile con facilità e precisione con strumenti a lettura diretta. In tutti i diversi dispositivi la determinazione è ottenuta eliminando la fondamentale dalla grandezza in esame e misurando il residuo mediante uno strumento a valore efficace. I vari metodi vengono esaminati anche dal punto di vista di un loro impiego alle frequenze industriali e classificati a seconda del criterio seguito per la eliminazione della fondamentale.

1°) *Metodo di opposizione.* — Con la fondamentale della grandezza data si compone in esatta opposizione di fase una grandezza sinoidale di eguale ampiezza e frequenza: come risultante si ottiene il residuo. Questo metodo è relativamente semplice, si presta forse meglio di ogni altro al ricoprimento di una vasta gamma di frequenza; per contro esso ha lo svantaggio di dare misure meno stabili e meno precise.

2°) *Metodo a ponte.* — Un ponte, di cui tre lati sono costituiti da resistenze ed il quarto da un circuito accordato alla frequenza fondamentale, viene esattamente equilibrato per tale frequenza; la tensione complessivamente risultante alla diagonale, se il ponte è stato convenientemente realizzato, è poco dissimile dal residuo della tensione applicata al ponte. A questa seconda classe appartiene il ponte filtrante di Belfis-Chiodi di cui sono considerate talune varianti che permettono di eseguire la misura in migliori condizioni ed in particolare con un minore consumo; qualità quest'ultima di non trascurabile importanza per misure nel campo acustico.

Anche il sistema del ponte permette di ricoprire in modo relativamente facile una gamma estesa di frequenze. La precisione e sensibilità da esso fornite possono arrivare a valori assai elevati. Male si presta il metodo nel caso in cui la oscillazione esaminata non sia molto stabile in frequenza.

3°) *Metodo a filtro.* — Un filtro di tipo passa alto attenua fortemente la zona di frequenze in cui cade la fondamentale e dà facile passaggio alle armoniche; alla uscita del filtro si dispone lo strumento indicatore del residuo.

Tale metodo ha l'inconveniente di prestarsi male all'uso entro un campo di frequenza esteso; ad una frequenza fissa per contro è tra i vari metodi quello che permette di meglio conciliare la precisione con la facilità di misura.

Dei dispositivi che si possono realizzare con gli esposti criteri viene discusso il comportamento elettrico, vengono dedotte le precisioni di misura e viene considerata la realizzazione pratica sopratutto in riguardo dell'ottenimento della lettura diretta.

N. 29.

LA TECNICA MODERNA DEGLI OSCILLOGRAFI CATODICI

E. PONTREMOLI

In questi ultimi anni l'oscillografo a raggi catodici è stato oggetto di progressi notevolissimi, consistenti sia in miglioramenti di vario genere dei risultati forniti, sia in un aumento notevole della praticità e semplicità d'impiego, per i quali l'oscillografo è ormai divenuto un apparecchio che accomuna la qualità di grande utilità ad una facilità d'impiego paragonabile a quella di un comune strumento di misura.

Notoriamente l'oscillografo catodico interessa un campo sempre più vasto di applicazioni, quali la misura di tensioni continue ed alternate, il rilievo delle caratteristiche dinamiche dei tubi, dei cicli di isteresi, delle curve di risonanza, le misure di frequenza, di fase, di forma; l'impiego tipico di questo apparecchio consiste sempre per altro nell'esame della forma d'onda delle grandezze variabili col tempo, ed in particolare nella produzione di un diagramma chiaramente visibile e fotografabile della forma d'onda delle oscillazioni periodiche. È particolarmente quest'ultima applicazione che viene tenuta presente nella memoria.

I perfezionamenti di cui l'oscillografo catodico ha beneficiato riguardano tutte le parti che costituiscono il complesso, e si possono distinguere in tre categorie a seconda che si riferiscono direttamente al tubo oscillografico, ai sistemi per ottenere un'asse lineare di tempo, ai dispositivi di alimentazione, amplificazione e in genere a tutti i dispositivi ausiliari escogitati per un più comodo impiego dell'apparecchio.

I perfezionamenti introdotti nel tubo oscillografico (in ambedue i tipi fondamentali verso i quali si sono orientati i costruttori, e cioè quello in alto vuoto ad alta tensione anodica, e quello in gas a bassa tensione anodica), consistono anzitutto in un aumento del numero degli elettroni e nell'uso di disposizioni e conformazioni più razionali degli elettrodi stessi, con il risultato di stabilire la possibilità di regolare finemente il flusso e la velocità degli elettroni e di raggiungere un'elevata nitidezza e finezza dell'immagine sullo schermo. Come immediata conseguenza ne è derivata la possibilità di una notevole diminuzione delle dimensioni dello schermo stesso e quindi di tutto l'apparecchio, senza nuocere alla chiara visione della figura. L'uso di vernici adatte per lo schermo ha contribuito ad ottenere immagini particolarmente brillanti e chiaramente visibili e fotografabili.

Riguardo ai sistemi per la produzione di un asse lineare di tempo, si accenna ai vari dispositivi escogitati, con particolare riferimento a quelli utilizzanti il processo di carica e scarica di un condensatore in serie con una resistenza, in unione con un tubo a gas, e in particolare ai miglioramenti ottenuti con l'adozione del thyratron e coll'impiego di un dispositivo di carica a corrente costante (diodo saturato o pentodo). Si esaminano le caratteristiche dei vari sistemi specialmente in relazione alla facilità di esecuzione e di impiego, alla facilità di sincronizzazione, alla possibilità di variare agevolmente l'ampiezza e la frequenza dell'oscillazione entro una vasta gamma di frequenza, ecc. Brevemente si accenna a sistemi speciali adatti per il funzionamento ad altissime frequenze.

Si descrivono infine i circuiti di alimentazione e di amplificazione di un moderno oscillografo e altri dispositivi accessori, corredando la descrizione con schemi e fotografie per fornire una più chiara visione dei risultati attualmente raggiunti.

N. 35.

LA MISURA DELLE CORRENTI CONTINUE DI GRANDE INTENSITÀ

G. SOMEDA.

Per la misura di una corrente continua di grandissima intensità si presentano varie soluzioni e cioè:

a) l'impiego di un unico shunt di adeguate caratteristiche;
b) l'uso di più shunt in parallelo;
c) l'impiego delle sbarre stesse come shunt;
d) l'inserzione diretta degli strumenti sulle sbarre;
e) l'impiego di metodi indiretti.

Ciascuna di queste soluzioni presenta vantaggi e svantaggi rispetto alle altre, cosicchè non si può dire a priori quale sia da preferirsi in tesi generale.

La soluzione *a*) comporta una perdita rilevante di energia, particolarmente temibile per le conseguenze termiche. Essa è riducibile abbassando la caduta di tensione ma in ciò vi sono limitazioni imposte da un lato dalle caratteristiche degli strumenti collegati e dall'altro dal crescere degli errori per disuniforme distribuzione della corrente entro lo shunt.

Con l'impiego di più shunt di limitata intensità, in parallelo fra loro, è possibile soddisfare, quando essi siano costruiti con particolari criteri, alle esigenze di una misura corretta, anche se la di-

stribuzione della corrente non è uniforme; si unisce a ciò il vantaggio di una più facile dispersione del calore.

Permane per tutte le soluzioni l'inconveniente di dover creare dei giunti nelle sbarre e conseguentemente la possibilità di riscaldamenti localizzati e di ulteriori perdite.

La soluzione *c*) consente di disporre di cadute di tensione elevate, ciò che può essere utile per certi apparecchi (contatori a motore), ma esige dispositivi di compensazione della temperatura che possono lasciar adito a dubbi sulla esattezza della misura.

L'inserzione diretta di strumenti sulle sbarre ha trovato finora solo scarse applicazioni (contatori a bobina oscillante).

I metodi indiretti, cioè fondati sullo sfruttamento delle azioni magnetiche della corrente da misurare in unione all'impiego di correnti ausiliarie e di compensazione, hanno avuto, in alcune realizzazioni, buon successo come apparecchi per la taratura di shunt, non richiedendo essi il sezionamento delle sbarre.

Alcuni apparecchi di questo tipo sono suscettibili di assumere forme e caratteristiche che consentono il loro paragone con i trasformatori di misura per corrente alternata e, come questi, realizzano l'isolamento dello strumento dalle sbarre.

La loro applicazione appare pertanto idonea a risolvere anche il problema della misura di correnti di limitata intensità con tensioni elevate.

Essi presentano però tutti il grave inconveniente di richiedere delle correnti ausiliarie e ciò può lasciare dei dubbi sulle possibilità di futuro sviluppo di tali metodi.

Una interessante e recente applicazione pratica di essi, alla misura delle correnti vaganti nei cavi, è descritta nella nota.

NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE

Movimento delle Società Elettriche

BILANCI E DIVIDENDI.

Soc. Nazionale per lo sviluppo delle Imprese Elettriche. — Milano — Capitale L. 30.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L.4.647.515 col dividendo di L. 10 per azione da L. 200.

Soc. An. Giovanni Hensemberger - Accumulatori Elettrici. — Milano — Capitale L. 4.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 225.245 col dividendo di L. 25 per azione da L. 500.

Soc. Romana d'Elettricità — Roma — Capitale L. 300.000.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 21.809.414 col dividendo di L. 21 per azione da L. 300.

Imprese Elettriche ed Immobiliari Ing. E. Bormida. — Milano — Capitale L. 3.200.000.

Chiude il bilancio con l'utile netto di L. 18.148 mandato a conto nuovo in aumento agli utili precedenti di L. 174.671.

Soc. An. « Adda » - Officine Elettrotecniche e Meccaniche — Lodi — Capitale L. 5.000.000.

Chiude il bilancio con la perdita di L. 18.058.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. Molisana per Imprese Elettriche — Napoli.

Aumenta il capitale da L. 10.000.000 a L. 16.000.000 con emissione di 60.000 azioni da L. 100 ciascuna.

COSTITUZIONE E SCIOGLIMENTO DI SOCIETÀ.

Consorzio Idroelettrico italiano - Soc. An. - Genova — *Compagnia Imprese Elettriche Liguri « Cieli »* - Genova.

Venne deliberata la fusione delle due società mediante assorbimento della prima nella seconda.

Società An. Impianti Reti Telefoniche Elettriche — Milano.

È stato deliberato lo scioglimento della Società e la sua messa in liquidazione.

Soc. An. Applicazioni Speciali Termo Elettriche. — Torino.

È stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società.

* *

Rassegna economica del mese di luglio.

La situazione politica europea è sempre arruffata ed incerta.

Le trattative per l'ormai famoso Patto danubiano che, se ben congegnato, potrebbe avere ripercussioni così felici per la pacificazione europea, sono sempre in alto mare. Pareva anzi che esse fossero state abbandonate ma di recente invece esse sono state riprese e un certo ottimismo, non si sa quanto giustificato, si è andato diffondendo.

Un elemento di incertezza, oltre a quello fondamentale del comportamento della Germania, è dato dall'atteggiamento della Piccola Intesa in seno alla quale non pare che regni piena concordia. L'abolizione delle leggi antiasburgiche da parte dell'Austria ha un poco allarmato i suoi vicini danubiani mentre le tendenze germanofile della Jugoslavia e quelle russofile della Cecoslovacchia costituiscono un germe latente ma importante di discordia. Si parla, fra l'altro, di un prossimo viaggio a Praga di Litvinoff.

La Germania ha intanto iniziato con grande energia la realizzazione della propria flotta militare sulla base degli accordi di Londra. La celerità delle costruzioni, in parte già preparate segretamente prima degli accordi, pare abbia amaramente sorpreso anche gli inglesi che cominciano a comprendere di essere stati alquanto precipitosi nell'impegnarsi colla Germania. Entro l'anno 1935 il Reich inizierà la costruzione di 100.000 tonnellate di navi da guerra, sulle 420.000 contemplate dall'accordo anglo-tedesco. Tutto ciò ha allarmato, come si comprende tutti gli altri Paesi baltici e scandinavi che si trovano costretti ad abbandonare le teorie di disarmo finora ottimisticamente ed ingenuamente seguite.

La Germania ha anche cominciato a realizzare il piano di « dumping » tracciato dal ministro Schacht. Gli esportatori tedeschi riceveranno sulle loro vendite all'estero un compenso proporzionale alle perdite subite. Il compenso arriva al 50 % del prezzo interno per le esportazioni rivolte all'Italia, agli Stati Uniti, alla Scandinavia, alla Finlandia, all'Inghilterra, all'Austria, al Belgio e al Lussemburgo; per quelle dirette ad altri Paesi vengono applicate altre percentuali variabili dal 40 al 20 %. I fondi necessari saranno ottenuti mediante un contributo di un miliardo di marchi che dovrà essere versato dall'industria che lavora per l'esportazione. È prevedibile che questi provvedimenti susciteranno da parte degli altri Paesi misure di ritorsione e di protezione.

La situazione interna germanica non sembra molto tranquilla. La lotta antiebraica e antireligiosa ha causato larghissime correnti di malcontento nel Paese ed ha avuto anche ripercussioni all'estero specialmente negli Stati Uniti dove l'irritazione contro la politica razzista del nazismo ha dato luogo anche a gravi episodi di violenza. Un'altra causa di malcontento che potrà avere conseguenze è quella dello scioglimento degli Elmetti d'acciaio che offende l'organizzazione degli ex-combattenti e non può certo essere favorevolmente vista dall'esercito.

In Francia il Ministro Laval sta conducendo una energica azione contro tutte le opposizioni per il risanamento del bilancio. Laval è riuscito a far approvare dai colleghi del Ministero un complesso di decreti che realizzano una economia di oltre dieci miliardi di franchi nelle spese pubbliche il che permetterebbe di fronteggiare il deficit di bilancio che è di circa 11 miliardi di franchi. I provvedimenti hanno suscitato naturalmente negli interessati un vivo malcontento ma pare che nel complesso l'opinione pubblica si renda conto della necessità di una energica azione di risanamento delle finanze pubbliche.

Il conflitto italo-etiopico continua a tenere in agitazione le Cancellerie europee dopo che l'errata impostazione dell'intervento inglese ha fatto di questa questione squisitamente coloniale un problema quasi europeo.

L'Italia segue con calma ma con assoluta fermezza la bufera verbale che si è scatenata contro di lei e nella quale curiosamente si affratellano inglesi, giapponesi e abissini. La fermezza delle direttive del nostro Paese è stata affermata in modo così preciso in forma ufficiale che tutte queste manovre formali non possono turbare il nostro Paese conscio del suo diritto e del suo destino.

L'episodio ha valso se non altro a farci discriminare fra i veri e i finti amici. L'Italia non dimenticherà l'appoggio cordiale datole in questa occasione dalla Francia, mentre rileva senza iattanza ma con vigile attenzione l'aperta ostilità inglese. Londra ha evidentemente fatto getto dell'amicizia italiana; eppure un semplice sguardo alla carta geografica dovrebbe farle ricordare quanto preziosa possa anche per essa divenire, in future tragiche contingenze, un amichevole atteggiamento italiano nel Mediterraneo.

*

Nel mese di giugno l'azione vigile dalla Sovraintendenza agli scambi, di recente costituzione, ha cominciato a far sentire efficacemente la sua influenza la quale non potrà che incrementare ulteriormente col progressivo sistemarsi dei diversi organi periferici e col perfezionarsi della coordinazione e collaborazione delle funzioni e dei servizi.

Le statistiche del nostro commercio estero segnalano infatti, per il mese di giugno una massa di importazioni corrispondenti a un valore di 681 milioni di lire, realizzando una economia di 131 milioni di lire rispetto al valore raggiunto nel mese di giugno dello scorso anno (812 milioni di lire). Non va dimenticato che le esigenze dei preparativi militari per la difesa delle colonie obbliga necessariamente ad un incremento di certe voci di importazioni dall'estero, non sostituibili con produzione nazionale; ciò che rende più

notevole l'azione di contenimento e di sorveglianza che risulta dal confronto dei numeri esposti.

Anche le esportazioni si sono contratte, come è purtroppo inevitabile in queste critiche circostanze generali del commercio mondiale; è superfluo ritornare sulle cause che influiscono su tale fenomeno e che, come abbiamo più volte osservato, sfuggono all'azione diretta di ogni nostro controllo o di ogni nostro intervento.

Tuttavia è da notare che la contrazione delle esportazioni, in valore, è assai minore di quella subita dalle importazioni. Infatti mentre nell'anno scorso durante il mese di giugno si erano esportate merci per complessivi 535 milioni di lire, quest'anno si è arrivati a 468 milioni di lire, con una diminuzione di 67 milioni di lire.

In conseguenza di quanto esposto, lo sbilancio commerciale del mese di giugno riesce quest'anno sensibilmente minore di quello del giugno 1934 e precisamente di 213 milioni di lire anzichè di 277 milioni, con un alleggerimento di 64 milioni di lire.

Durante lo scorso mese di luglio sono arrivate a conclusione le trattative per nuovi accordi colla Lituania, intese a promuovere un maggior incremento degli scambi fra i due Paesi. Finora essi sono stati assai limitati coinvolgendo un movimento annuo complessivo di cinque o sei milioni di lire.

Anche colla Cecoslovacchia si è arrivati alla conclusione di un accordo che oltre ai limiti di contingentamento contempla anche le modalità per gli scambi e la questione delle tariffe.

Un provvedimento di grande importanza è stato emanato in data 28 luglio 1935 e contempla le istituzione di un monopolio di Stato per gli acquisti all'estero di alcune materie prime di grande importanza e precisamente: carbone fossile, agglomerati e coke; rame e sue leghe in forme gregge o in rottami; stagno in pani, in verghe o in rottami; nichelio e sue leghe in pani o rottami.

Il monopolio è affidato alla Amministrazione delle Ferrovie dello Stato che lo eserciterà attraverso il proprio Servizio approvvigionamenti. Norme speciali sono state emanate per quanto riguarda i contratti in corso.

Si tratta evidentemente di una ulteriore azione nel quadro della politica di severo controllo delle importazioni energicamente iniziata dal nostro Governo. Il nuovo Ente ha il compito di regolare la organizzazione degli acquisti di dette materie in relazione alla possibilità di sviluppo delle nostre esportazioni. Quando si pensi all'ingente valore rappresentato dalle importazioni dei materiali suddetti, si comprende quale efficace arma di negoziazione possa essere pel nostro Governo il nuovo Ente nei riguardi delle trattative commerciali con certi Paesi dell'estero. L'ottima e vasta organizzazione già predisposta dalle Ferrovie dello Stato permette di raggiungere lo scopo senza troppe soprastrutture buracratiche ed evitando le creazioni di nuovi Enti speciali; inoltre rende possibile la immediata entrata in vigore del monopolio.

Il provvedimento non ha cagionato nessun allarme all'estero non ritenendosi che esso abbia ad avere per conseguenza una riduzione del volume totale delle importazioni di quelle materie prime.

*

Importanti provvedimenti di ordine finanziario sono stati deliberati durante il mese di luglio.

Il principale di essi sia per la importanza intrinseca sia per le ripercussioni anche nei riguardi dell'estero è stata indubbiamente quello della riduzione del limite legale della copertura aurea della valuta.

Il periodo di inevitabile disordine intervenuto nel movimento degli scambi di denaro coll'estero nei primi tempi di applicazione dei noti provvedimenti sulla limitazione delle importazioni e sull'adozione della politica degli scambi bilanciati e il conseguente spostamento nel tempo dei pagamenti, da parte dei nostri importatori, di merci precedentemente acquistate, avevano portato ad un accumularsi di posizioni di debito rimaste insoddisfatte per circa mezzo miliardo.

Davanti ad una simile posizione il nostro Governo avrebbe potuto ricorrere ad una di quelle misure così dette di congelamento dei debiti che sono state adottate su così larga scala da tanti Paesi dell'estero. È noto però quanto questo sistema nuoccia alla ripresa delle correnti dei traffici e come esso diffonda inevitabilmente una impressione di diffidenza nei riguardi del Paese che li adotta.

Queste direttive non erano consone alla chiarezza e linearità della politica finanziaria e monetaria italiana. Si è quindi preferito affrontare decisamente la situazione e liquidare con una mossa ragionata e coraggiosa le vecchie pendenze.

Si è allora fatto ricorso ad un provvedimento risolutivo che è stato reso possibile dalla saldissima posizione della lira sui mercati esteri. Si è cioè autorizzata con legge apposita la Banca d'Italia ad abbassare il livello di copertura della massa circolante al di sotto del limite del 40 % che era stato stabilito nel dicembre 1927 all'atto della stabilizzazione della lira.

A tagliare corto ad ogni manovra tendenziosa sull'interpretazione del provvedimento, il Ministro Thaon Di Revel ha nettamente precisato trattarsi di un provvedimento temporaneo che non doveva in nessun modo interpretarsi come un cambiamento di direttive del Governo nei riguardi della politica monetaria finora seguita. La lira continuerà cioè ad essere stabilizzata nel suo valore presente e sarà energicamente difesa non avendo il provvedimento altro scopo che quello di salvaguardare il credito del Paese nei confronti dell'estero col metterlo in grado di far fronte puntualmente agli impegni assunti.

E per vero la copertura del 40 % stabilita in epoca in cui non vi era ancora idea della gravissima crisi finanziaria e commerciale che il mondo avrebbe attraversato, poteva ritenersi un livello assai elevato e certamente esuberante. Tanto è vero che molti sono i Paesi a moneta stabilizzata che hanno copertura notevolmente inferiore a tale limite.

Del resto la vera portata del provvedimento è stata largamente compresa e giustamente apprezzata all'estero. Le reazioni dei mercati monetari esteri è stata infatti limitatissima e di assai breve durata. I pochi tentativi di speculazione al ribasso sono stati subito nettamente troncati. Così la lira dopo una breve oscillazione di assai limitata ampiezza si è subito energicamente ripresa proprio mentre si verificava una rapida caduta di altre valute come il franco francese e il fiorino olandese.

Anche la reazione sul mercato interno è stata di breve durata. Al primo annuncio della misura decretata dal Governo si è verificata una caduta delle quotazioni dei titoli di Stato i quali tuttavia si sono subito ripresi confermando le loro doti di resistenza.

Di tutt'altra portata è il provvedimento relativo alle monete divisionali. Si tratta della sostituzione delle attuali monete di argento da 10 e da 20 lire. Tali monete rappresentano complessivamente un valore di 1850 milioni di lire; esse continueranno ad avere corso legale fino al 31 dicembre del 1936 per il quale termine saranno sostituite gradatamente con biglietti di Stato, di nuova emissione.

Il provvedimento è stato provocato specialmente dal disagio in cui sono venuti a trovarsi da un certo tempo gli uffici di cassa dello Stato, gli Istituti di credito, ecc., per l'eccessiva affluenza presso di essi di spezzati di argento che riuscivano in generale poco accetti alla clientela perchè ingombranti. D'altra parte non vi è dubbio che il provvedimento presenti anche un lato utilitario mettendo a disposizione dello Stato una massa non trascurabile di metallo pregiato.

In relazione alla emissione di Buoni del Tesoro ordinari autorizzata col Decreto del 26 giugno 1935, un recente Decreto stabilisce che, a cominciare del 1° agosto corrente l'interesse sarà corrisposto anticipato nella misura del 5 %.

*

La chiusura dell'anno finanziario avvenuta al 30 giugno scorso ha messo in evidenza il notevole miglioramento verificatosi nel bilancio dello Stato durante l'esercizio 1934-35 ora chiusosi.

Nell'ultimo mese, cioè nello scorso mese di giugno, non hanno mancato di influire quelle cause benefiche che generalmente sempre intervengono alla chiusura di un esercizio finanziario. Questi apporti attivi hanno superato anche gli aggravi dovuti alle spese militari cosicchè il Conto del Tesoro pel mese di giugno si chiude, per la parte effettiva del bilancio, con un avanzo attivo di 81 milioni. Ma in realtà la situazione è stata assai migliore poichè in tale avanzo sono già compresi gli oneri per l'Africa orientale; depurando il conto da tali voci l'avanzo attivo verificatosi durante il mese di giugno risulterebbe di ben 211 milioni di lire. Quando si pensi che nel giugno 1934 il Conto del Tesoro presentava ancora un deficit di 23 milioni di lire si può avere una misura della strada percorsa nel miglioramento del bilancio statale!

Tenendo conto delle risultanze del mese di giugno, il disavanzo totale (comprese le spese eccezionali per le colonie) che era di 2509 milioni di lire alla fine del mese di maggio, si riduce, per l'intero esercizio, a 2428 milioni di lire, restando notevolmente al di sotto del valore toccato nel precedente esercizio finanziario 1933-34 nel quale il disavanzo arrivò a 3763 milioni di lire.

Depurando il bilancio dell'esercizio ora chiusosi dalle spese eccezionali per le Colonie, il disavanzo totale di esercizio si limiterebbe a 1453 milioni di lire. Si è dunque realizzato un miglioramento di 3213 milioni di lire, pari al 58 % rispetto allo scorso anno. Questo è il miglioramento intrinseco reale del bilancio. Pur mettendo in conto le spese coloniali resta sempre un margine di miglioramento di 1338 milioni di lire che rappresentano circa il 36 %.

Il capitolo del movimento capitali non sposta di molto questo computo. Infatti tale movimento segnava alla fine giugno 1935 una eccedenza passiva di 79 milioni che eleva il disavanzo complessivo, per la gestione normale, a 1532 milioni.

Qualora poi si tenga presente la sopravenienza attiva derivante dalla nota emissione di Buoni novennali del Tesoro, la partita del movimento capitali si chiude invece con un margine attivo di 1710 milioni di lire.

Per conseguenza la situazione finanziaria globale alla fine dell'esercizio 1934-35 si chiude con una differenza passiva di soli 718 milioni quando si tenga conto delle spese per l'Africa orientale, mentre si presenterebbe attiva per 257 milioni di lire qualora si prescinda da tali spese.

Il fondo di cassa, alla chiusura dell'esercizio, presentava una

disponibilità liquida immediatamente spendibile, di 1621 milioni di lire, di cui 1421 milioni in conto corrente colla Banca d'Italia.

Alcuni rilievi numerici possono servire ad illustrare meglio la struttura del bilancio statale nell'ultimo esercizio.

Le entrate effettive ordinarie che erano state previste in 17.505 milioni di lire circa, hanno in realtà raggiunto un gettito di 18.290 milioni di lire circa, presentando sulle previsioni un aumento di quasi 785 milioni di lire.

A loro volta le entrate effettive straordinarie che erano state previste in 157 milioni di lire circa, sono arrivate a quasi 324 milioni con un aumento di 168 milioni di lire.

Il movimento dei capitali era stato previsto in 1675 milioni circa (di cui 1276 milioni per accensioni di debiti) ed è risultato invece di 2639 milioni di lire (di cui 2273 milioni per accensione di debiti).

In particolare fra i gettiti di entrate che hanno superato le previsioni notiamo i seguenti. L'Azienda Postelegrafonica e i Monopoli di Stato hanno dato un getito di 155 milioni superiore; la tassa scambi ha dato 91 milioni di lire in più del previsto; l'imposta di fabbricazione a sua volta ha superato le previsioni di ben 466 milioni di lire; un miglioramento di 294 milioni di lire rispetto al previsto hanno dato altre entrate diverse; circa 8 milioni di lire in più si sono anche ottenuti dai servizi pubblici.

Vi sono però anche state alcune voci di entrate che sono rimaste inferiori al gettito previsto; così i redditi patrimoniali dello Stato, per 9 milioni in meno; le imposte dirette per 19 milioni di meno; le dogane per ben 188 milioni di lire; il dazio sul grano per 22 milioni di lire; i Monopoli per 51 milioni, e il lotto per 42 di lire in meno.

Per quanto riguarda le spese va rilevato con grande compiacimento la rigorosa politica di contenimento che ha permesso di restare notevolmente al di sotto delle previsioni fatte all'inizio dell'esercizio, pur tenendo conto degli oneri eccezionali per le colonie.

Infatti mentre le spese erano state previste in 22.276 milioni di lire, alla chiusura dell'esercizio esse risultavano di 21.971 milioni di lire, ivi comprese quelle per l'Africa orientale, realizzando così una riduzione di 305 milioni di lire sullo stato di previsione.

Si noti che, per l'ultimo esercizio le spese per l'Africa orientale hanno rappresentato un onere di quasi 975 milioni di lire, il che significa che le spese di carattere normale sono state di soli 10.996 milioni di lire restando perciò di ben 1280 milioni di lire al di sotto di quanto era stato previsto all'inizio dell'esercizio.

Tale risultato è tanto più soddisfacente in quanto è stato raggiunto senza che le necessità del Paese fossero sacrificate e senza che le attività principali dello Stato subissero dannose contrazioni. Si tratta di un esempio di saggia e rigorosa amministrazione che affida dei buoni risultati futuri.

*

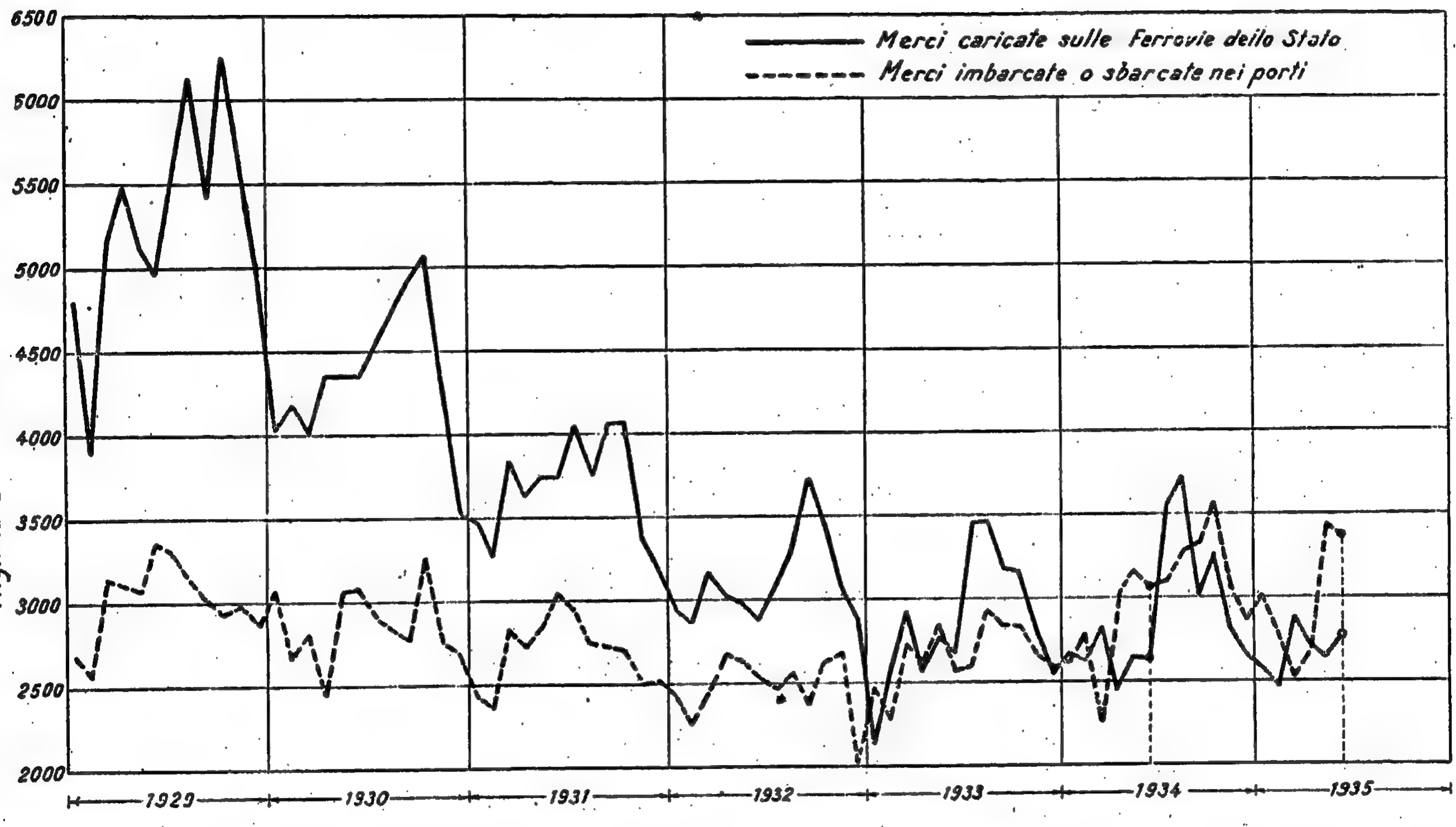
I dati relativi alla attività generale del Paese presentano parecchi aspetti promettenti.

Anzitutto ricordiamo il notevolissimo miglioramento che va manifestandosi costantemente nella situazione del mercato del lavoro con una progressiva contrazione del numero dei disoccupati.

Infatti da 755.349 quanti erano alla fine del mese di maggio, i senza lavoro sono scesi, alla fine di giugno, a soli 638.100 presentando una diminuzione, durante il mese, di 117.249. Rispetto alla situazione del mese corrispondente nello scorso anno, si nota un miglioramento di quasi duecentomila unità (esattamente 192.756).

È certo che a questo risultato concorrono influenze diverse: fenomeno stagionale, assunzione di lavoratori per l'Africa orientale, movimento industriale dovuto alla preparazione relativa alle misure militari in corso. Ciò non toglie che intanto il fenomeno tanto doloroso della disoccupazione non sia stato notevolmente alleggerito.

L'indice generale dell'attività del Paese, secondo i dati raccolti dall'Ufficio centrale di Statistica, riferito all'indice dell'anno 1928 posto eguale a 100, è risultato, nel mese di maggio ora decorso, pari a 113,55. Per valutare la portata di tale fatto bisogna ricordare che nel maggio 1934 l'indice risultava soltanto di 89,47 mentre era stato di 86,54 nell'anno 1933, di 70,23 nell'anno 1932, di 83,73 nell'anno 1931 e di 107,48 nel 1930. Siamo dunque davanti ad una energica ripresa dell'attività produttrice della nazione.



La produzione dell'energia elettrica mantiene il ritmo di aumento lento ma costante assunto già da molti mesi. Nel mese di maggio ora decorso si è raggiunta una produzione di circa 1135 milioni di kWh contro 1043 milioni di kWh nel maggio 1934. Complessivamente nei primi cinque mesi dell'anno in corso, la produzione è stata di 5.128 milioni di kWh presentando un aumento di circa il 6,2 % rispetto allo stesso periodo del 1934; l'aumento sale al 17,8 % se si riferisce il confronto al 1933 e al 28 % nei confronti del 1932. Anche questo indice veramente fondamentale e significativo viene a confermare la vivace ripresa in corso dell'attività del Paese.

In forte aumento si mantengono le produzioni metallurgiche.

Per la ghisa risultano prodotte 53.000 tonnellate durante il mese di giugno in confronto a 43.510 tonnellate dello stesso mese nello scorso anno. La produzione dell'acciaio è risultata nel giugno ora trascorso, di 192.000 tonnellate di contro a 153.787 tonnellate del giugno 1935, con un incremento di ben 38.000 tonnellate. Per i laminati di ferro la produzione del maggio è stata quest'anno di 191.701 tonnellate mentre si era limitatata a 144.600 tonnellate nel maggio dell'anno scorso.

Complessivamente nel promo semestre dell'anno in corso risultano prodotte 282.304 tonnellate di ghisa e 1.046.432 tonnellate di acciaio, di contro a 254.293 tonnellate di ghisa e 895.681 tonnellate di acciaio nel primo semestre 1934. Nei primi cinque mesi si sono prodotte quest'anno 793.738 tonnellate di laminati invece di 625.718 tonnellate nello stesso periodo del 1934.

In aumento si mantengono anche le produzioni (complessive del primo semestre) delle leghe di ferro, dello zinco, del mercurio, dell'antimonio, mentre risultano inferiori quelle del piombo e dell'alluminio.

Risultano pure in aumento le produzioni di altre industrie: cemento, seta naturale, fibre artificiali, carta e affini, ecc., mentre si presentano in contrazione i perfosfati, lo zolfo, ecc.

Il traffico ferroviario sembra decisamente orientato ad una ripresa, lenta ma pur signficativa. Da alcuni mesi infatti esso si mantiene superiore a quelle dei corrispondenti mesi dell'anno prece-

dente, mentre da parecchio tempo esso accusava una continua diminuzione nel tonnellaggio delle merci trasportate.

Nel mese di giugno ora decorso le Ferrovie dello Stato caricarono per conto dei privati 2.778.877 tonnellate di merci contro a 2.634.912 tonnellate caricate nel giugno 1934. L'aumento, di 143.965 tonnellate, non è cospicuo in sè, ma è pur tuttavia altamente significativo come indice di una migliorata tendenza.

Può essere opportuno dare un'occhiata all'andamento del traffico ferroviario in questi ultimi anni, come l'abbiamo rappresentato nel diagramma che pubblichiamo. Pochi altri fatti possono dare un'idea così netta di che cosa abbia rappresentato per il Paese la crisi economica e industriale cominciata nel 1929, come il ripido precipitare della curva del traffico ferroviario, pur nelle inevitabili oscillazioni mensili e stagionali. Il diagramma mette anche bene in evidenza il faticoso e lento arresto del fenomeno e il recente accenno ad un nuovo risollevamento.

Sullo steso diagramma abbiamo riportato l'andamento del traffico marittimo e portuale il quale ha sempre avuto un andamento assai migliore e più sostenuto di quello ferroviario. Il diagramma mette in evidenza l'orientamento nettamente favorevole del fenomeno che tende ad un deciso e continuo incremento.

Infatti anche nel giugno ora decorso il movimento complessivo nei nostri porti ha segnato una massa di 3.375.645 tonnellate sbarcate o imbarcate, mentre nello stesso mese dello scorso anno si erano toccate soltanto 3.077.799 tonnellate di merci.

Complessivamente nel primo semestre dell'anno in corso si è verificato un movimento di 16.122.822 tonnellate di merci sulle ferrovie e di 19.797.601 tonnellate sulle navi, di contro a 15.866.842 tonnellate e a 17.933.656 tonnellate rispettivamente nel primo semestre 1934. L'incremento risulta quindi dell'1,6 % per le ferrovie e di oltre il 10 % per le navi, riferendosi all'intero semestre.

*

La mesata borsistica è stata meno favorevole di quella precedente pur non potendosi qualificare cattiva.

Il breve periodo di incertezza susseguente alla emanazione del decreto relativo al limite della copertura aurea produsse un momentaneo turbamento del quale risentirono naturalmente in modo particolare i titoli di Stato, e, di riflesso, gli altri titoli a reddito fisso. Il movimento si arrestò però quasi subito anche di fronte alla buona tenuta della lira sui mercati esteri. Si delineò così un movimento di ripresa del quale i titoli di Stato beneficiarono. La mesata chiude con tendenza più ferma.

Tutti i comparti seguono, presso a poco la stesso diagramma di andamento.

Renato San Nicolò.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di luglio.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	600	782,50	790,—	819,50
Lombarda	400	391,—	388,—	402,50
Bresciana	200	265,50	264,—	282,—
Gen. Elettrica Cisalpina priv.	125	135,—	135,—	137,75
» » » ord.	125	82,25	82,—	87,—
Unione Esercizi Elettrici	10	11,40	11,47	11,75
Elettricità Alta Italia	100	108,—	110,—	115,50
Adriatica	100	162,25	163,25	175,50
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	200	282,50	285,—	299,—
Officine Elettriche Genovesi	250	314,—	315,—	330,—
Generale Elettrica della Sicilia	100	78,25	78,—	79,—
Soc. Elettrica Piacentina	150	184,—	184,—	187,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	400,—	405,—	424,—
Forze Idrauliche Crespi	375	367,—	367,—	380,—
Elettriche Valdarno	100	159,50	163,—	174,—
Tirso	250	86,—	85,—	92,—
Terni	200	240,—	235,—	243,50
Meridionali d'Elettricità	250	252,—	250,50	259,—
Idroelettriche Piemontesi	50	51,50	50,75	52,75
Dinamo	200	295,—	295,—	299,50
Soc. Romana d'Elettricità	280	350,—	354,—	367,50

*

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di luglio.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:						
Cardiff primario	L.	170,—	a	L.	172,—	alla tonn.
Americano	»	—,—	»	»	—,—	»
Slesia	»	144,—	»	»	146,—	»
Sarre	»	—,—	»	»	—,—	»
Antraciti:						
Inglese primaria (in pezzatura)	»	208,—	»	»	235,—	alla tonn.
Tedesca (in pezzatura)	»	211,—	»	»	234,—	»
Coke:						
Coke da gas nazionale	»	170,—	»	»	175,—	»
» » » inglese	»	—,—	»	»	—,—	»
» metallurgico nazionale	»	—,—	»	»	—,—	»
Petrolio	»	216,—	»	»	—,—	al Q.le
Nafta:						
Per Diesel	»	543,—	»	»	560,—	alla tonn.
Per caldaie	»	218,—	»	»	235,—	»
Benzina in fusti	»	285,70	»	»	325,70	al Q.le

METALLI

Ghisa:						
Englitorf N. 1	L.	410,—	a	L.	440,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	»	365,—	»	»	400,—	»
Ematite	»	380,—	»	»	420,—	»
Lussemburgo-Lorena	»	345,—	»	»	370,—	»
Ferro:						
Laminato omogeneo	»	76,50	»	»	—,—	al Q.le
Poutrelles	»	74,50	»	»	—,—	»
Lamiere da 4 mm. in più	»	91,50	»	»	—,—	»
Acciaio:						
Rapido per utensili	»	400,—	»	»	3200,—	al Q.le
Martin Resist. 50-70	»	90,—	»	»	135,—	»
Tubi trafilati	»	250,—	»	»	—,—	»
Rame elettrolitico	»	410,—	»	»	450,—	»
» in fogli comuni	»	730,—	»	»	760,—	»
» in barre tonde e quadre	»	720,—	»	»	765,—	»
Stagno in pani	»	2250,—	»	»	2500,—	»
Zinco in pani la fusione	»	220,—	»	»	275,—	»
Piombo in pani la fusione	»	200,—	»	»	210,—	»
Antimonio	»	770,—	»	»	830,—	»
Ottone in barre	»	586,—	»	»	605,—	»
Alluminio in pani	»	880,—	»	»	950,—	»

LIBRI E PUBBLICAZIONI

U. Pittaluga. — *La cucina elettrica: cucine e fornelli elettrici per uso domestico.* (Torino, 1935. Edito a cura della Soc. An. Sviluppo Propaganda Elettroapplicazioni e Similari. Un volume di cm 15×20, di 141 pagine con molte figure. — Prezzo, rilegato, L. 12).

Questa pubblicazione fa parte della collana di volumetti di propaganda curata dalla Soc. An. S.P.E.S. e intesa a diffondere e illustrare le applicazioni dell'elettricità. Presentato in veste signorile ed elegante, il volumetto attira colle numerose figure la curiosità e l'attenzione del lettore e raggiunge così lo scopo che è quello di farsi leggere.

D'altra parte la forma piana e convincente del testo possiede una indiscussa efficacia di persuasione. L'A. riesce a presentare abilmente le nozioni tecniche fondamentali indispensabili per comprendere il funzionamento di una cucina elettrica e a facilitarne quindi la utilizzazione più razionale e soddisfacente.

La pubblicazione costituisce nel suo genere un piccolo modello di come si possa fare della propaganda razionale e persuasiva senza derogare da quella serietà di forma che è consona alla natura essenzialmente tecnica dell'argomento trattato.

Il volumetto merita di essere largamente diffuso.

*

M. Medici. — *Le macchine termiche.* Parte I: *Apparecchi evaporatori (caldaie), accumulatori e condensatori.* (Padova, A. Milani, 1935. Un volume di cm. 17 × 24 di 210 pagine con 160 figure. — Prezzo, rilegato, L. 28).

In questo libro di mole relativamente modesta l'A. ha saputo raccogliere una quantità di notizie e di informazioni veramente ingente così da renderlo assai utile non solo agli allievi delle Scuole di ingegneria ma anche a larghe schiere di tecnici non specializzati nell'argomento.

La forma chiara e precisa dell'esposizione permette all'A. di illustrare in modo conciso ma molto efficace le idee fondamentali e le direttive essenziali degli argomenti trattati e di illustrare bene le caratteristiche degli impianti e degli apparecchi descritti.

La prima parte del volume è dedicata alle caldaie e si presenta bene aggiornata cosicchè anche i tipi più recenti e speciali vi sono opportunamente descritti. Fra i diversi capitoli destinati alle nozioni generali, agli apparechi di combustione, ai preriscaldatori e agli economizzatori, al bilancio termico, ecc., segnaliamo in particolar modo quella dedicato al tiraggio, in cui il calcolo e il con-

fronto dei diversi sistemi sono chiaramene esposti, e quello sulla circolazione dell'acqua nelle caldaie; questo ultimo tema, di importanza essenziale e generalmente troppo trascurato, è qui efficacemente illustrato.

Nel succinto capitolo, dedicato all'accumulazione del vapore, è detto quanto è essenziale alla comprensione e al calcolo di un accumulatore di vapore, e l'A. non ha trascurato di accennare al recente e originale sistema di accumulazione termica proposto dal Marguerre.

L'ultima parte del libro è dedicata ai condensatori, e dopo un primo capitolo descrittivo, si diffonde sui calcoli relativi all'acqua di circolazione e ai problemi, ancora non completamente risolti, dell'interpretazione e del calcolo dei fenomeni di trasmissione del calore nei condensatori a superficie; in proposito è anche data notizia dei più recenti studi sperimentali sulle modalità del fenomeno di condensazione nell'interno dei tubi e sulle cause che influiscono sul coefficiente totale di trasmissione del calore.

Il libro si chiude con alcuni cenni sull'esercizio degli impianti di condensazione e sulle pompe per essi occorrenti.

La veste tipografica è nitida ed elegante.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Il disastro di Molare. — Dalla stampa politica i lettori già hanno appreso del grave disastro provocato dall'eccezionale nubifragio del 13 agosto, nell'impianto di Molare in Val d'Orba. Crediamo interessante riportare qui, dalla descrizione pubblicata dall'*Energia Elettrica* nel 1925-26, una planimetria ed alcune fotografie dell'impianto che fu anche meta di una visita della Sezione di Milano nel luglio 1926. La diga che, tracimata in seguito all'incredibile aumento di livello del lago, cedette causando il disastro, è la più piccola, alla Sella Zerbino.

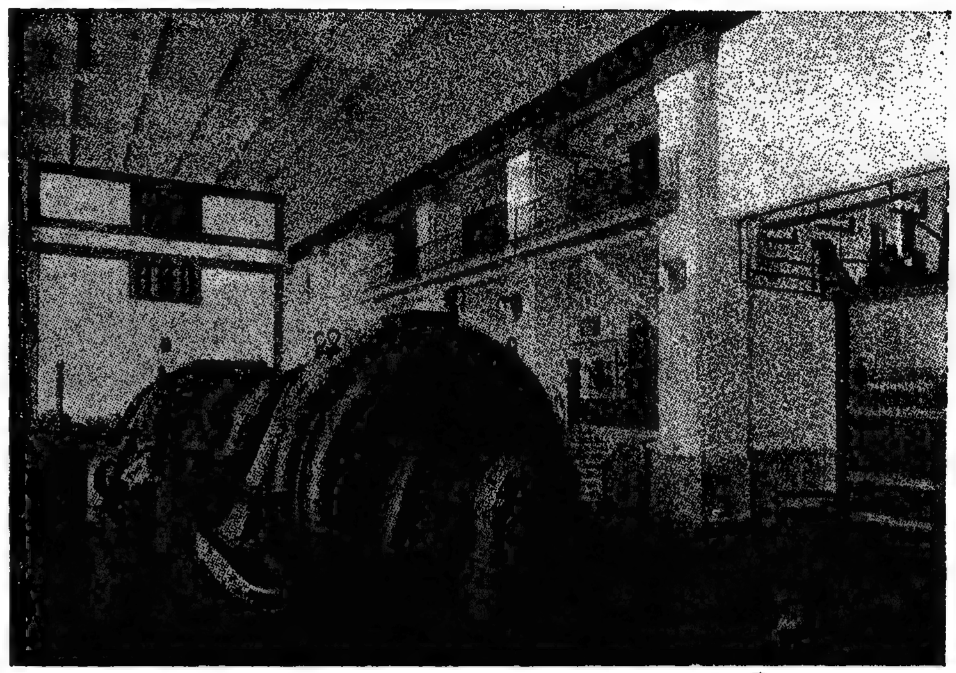


Fig. 2. — L'interno della centrale (due gruppi da 9000 kW, a 5000 V, f = 50 p/s).

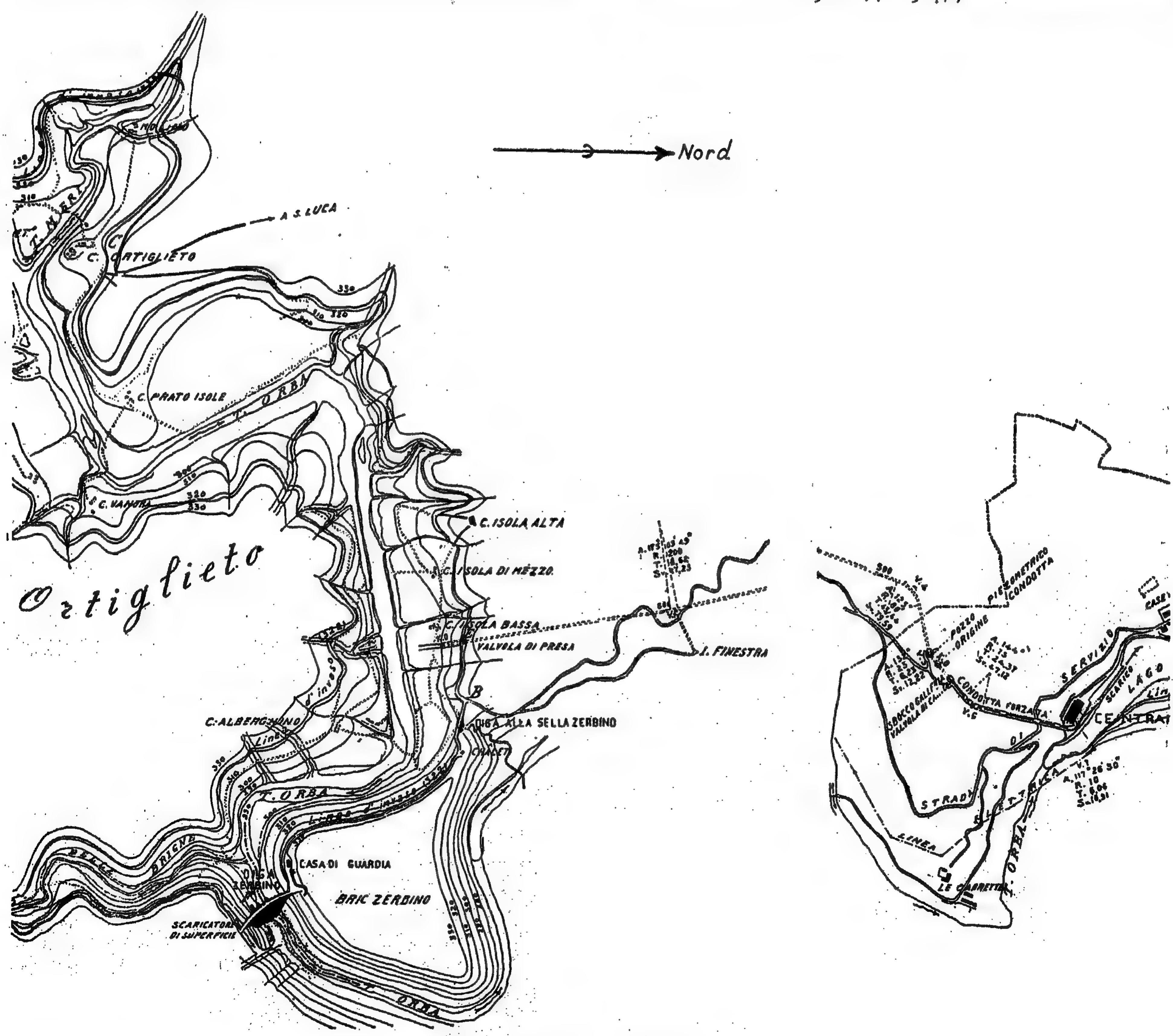


Fig. 1. — Planimetria dell'impianto.

Riportiamo anche due fotografie che danno una terrificante idea del disastro.

Nell'imminenza della pubblicazione della rivista non possiamo

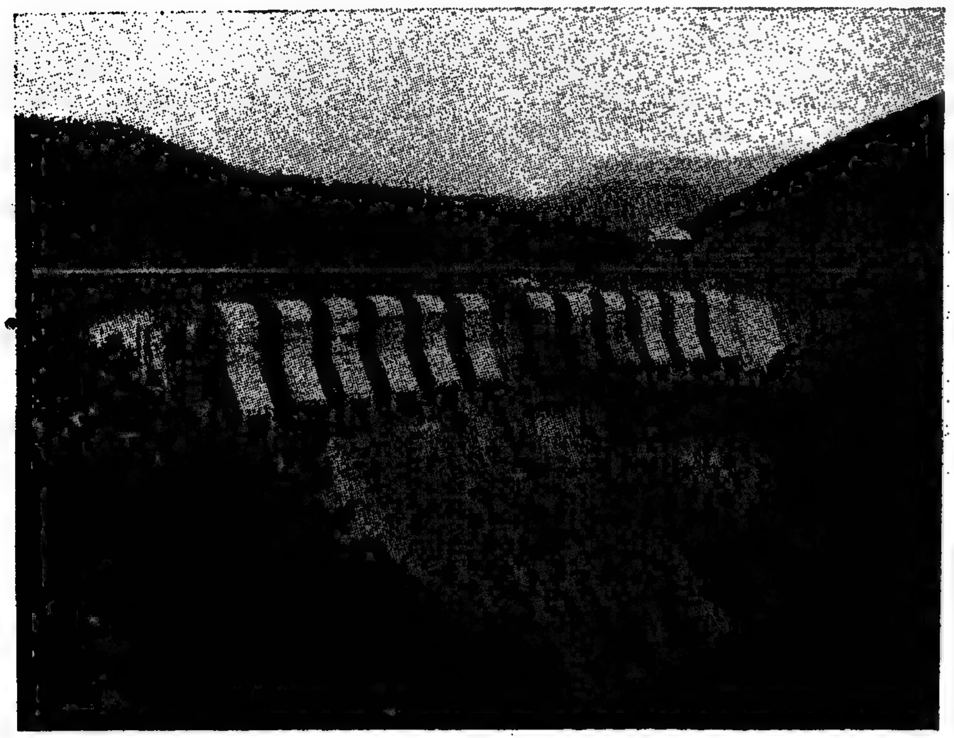


Fig. 3. — La grande diga che ha resistito al nubifragio.



Fig. 4. — La piccola diga che fu travolta.



Fig. 5. — La località della centrale durante il disastro.

dire di più; ma contiamo ritornare sull'argomento quando saranno resi di dominio pubblico i risultati della inchiesta tecnica attualmente in corso.

❋ ❋

VIII Congresso internazionale della Stampa Tecnica. — Nei giorni 16 a 21 del prossimo mese di settembre si svolgerà il consueto Congresso annuale della Stampa Tecnica, che avrà luogo a Varsavia.

È annunciata la trattazione di parecchi importanti temi che interessano l'organizzazione della stampa tecnica, gli scambi internazionali, la documentazione tecnica, ecc.



Fig. 6. — Ciò che è rimasto della centrale.

In occasione del congresso sono anche organizzate diverse cerimonie e gite di interesse tecnico e turistico.

La quota di iscrizione al Congresso è di 50 zloty (L. 120) per i partecipanti e di 40 zloty (L. 95) per le Signore.

Per le iscrizioni rivolgersi alla Sede della Federazione Italiana della Stampa Tecnica (Milano, via Mercanti, 2).

❋ ❋

A Presidente del Comitato Esecutivo Internazionale della World Power Conference è stato nominato all'unanimità, nella recente riunione tenuta in Olanda, Sir Harold Hartley, Presidente del Comitato nazionale britannico.

Sir Harold Hartley è una eminente personalità del mondo tecnico-scientifico inglese e ha ricoperto importanti cariche in molte associazioni scientifiche; è tuttora Presidente del Fuel Research Board, Presidente della Association of Technical Institutions, ecc., ed è anche decorato dell'Ordine dei Santi Maurizio e Lazzaro.

SUNTI E SOMMARI (*)

ACCUMULAZIONE DELL' ENERGIA.

K. MAIER — **Nuova bobina per la carica automatica di batterie.** (E. T. Z., N. 42, del 18 ottobre 1934, pag. 1026-1029, con 11 fig.). **2 b**

L'A. descrive una bobina per la carica automatica di batterie di accumulatori e si richiama ad un precedente articolo del Böhm comparso nell'*E.T.Z.* del 1933, pag. 1037 (vedi *L'Elettrot.* 1934, pag. 706), poichè questa bobina si basa nel suo funzionamento sullo stesso principio: però mentre in quella precedentemente descritta il funzionamento è basato sull'azione di bilanciamento di un circuito preinserito e accordato sulla frequenza della rete, in quella descritta dall'A. la corrente di carica viene impiegata per la premagnetizzazione della bobina inserita nel circuito a corrente alternata. La bobina è a tre nuclei, come un trasformatore: sui nuclei estremi è avvolto l'avvolgimento primario, su quello mediano l'avvolgimento secondario: questo avvolgimento viene percorso, oltre che dalla corrente alternata secondaria, anche dalla corrente continua di carica della batteria: si può così automaticamente regolare la tensione secondaria perchè si verificano variazioni dell'induttanza dei circuiti della bobina. *Tt.*

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

R. EDLER — **Interruttori a pacchetto per commutazione stella-triangolo.** (E. u. M., N. 48, 2 dicembre 1934, pag. 564-566, con 6 fig.). **3 b**

Gli interruttori a pacchetto, impiegati per collegamenti complessi, comprendono notoriamente un certo numero di scomparti, isolati fra loro con materiale incombustibile, alla periferia dei quali sono ripor-

(*) Per i titoli delle Riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

tati e fissati i contatti fissi. I collegamenti fra i contatti sono realizzati da spazzole metalliche montate sopra un'albero di rotazione e rotanti nell'interno degli scomparti. La ripartizione dei contatti e la scelta del numero dei poli dell'interruttore dipende dallo scopo che si mira a raggiungere col medesimo. Fra tutte le soluzioni passibili per ottenere un determinato collegamento, ne esistono alcune particolarmente opportune, realizzabili con metodo sistematico proposto dall'A. Il metodo è applicato allo studio di un commutatore stella-triangolo. *V. D. Ma.*

F. Metzger — **Nuovo dispositivo direzionale di scatto per interruttori ultrarapidi.** (E. T. Z., N. 46, del 15 novembre 1934, pag. 1123-1126, con 8 figure). **3 e**

L'A. mostra come in reti a corrente continua sia opportuno escludere il più rapidamente possibile i tronchi colpiti da corto circuito. Nell'interruttore ultrarapido «Gearapid» dell'A.E.G. è realizzata una sensibilità direzionale, proporzionale alla rapidità dell'aumento della corrente, e ciò grazie all'impiego di una bobina di polarizzazione collocata fra i poli della bobina di ritenuta: il funzionamento selettivo è assicurato anche in caso di diversi generatori collegati in parallelo. Viene poi indicata l'applicazione che si può fare di questo dispositivo in reti di trazione. *Tt.*

F. Denk — **Impiego contemporaneo di interruttori e di valvole fusibili per la protezione di motori.** (E. T. Z., N. 45, dell'8 novembre 1934, pag. 1093-1095, con 4 fig.). **3 e**

Gli interruttori di protezione hanno in generale il compito di proteggere i motori contro sovracorrenti che superino il valore della corrente massima di avviamento ammesso. Le valvole hanno più precisamente lo scopo di proteggere le condutture fino all'interruttore e, in caso di corto circuito, di proteggere tutto l'impianto. Perciò l'interruttore deve proteggere dalle sovracorrenti, mentre le valvole devono assumersi la difesa dai corto circuiti che comprometterebbero anche l'interruttore. È questo però un caso che si verifica raramente, quindi il compito delle valvole resta notevolmente limitato. L'articolo è corredato da esempi e da curve ed è indicato il metodo per determinare le dimensioni del fusibile in relazione alle capacità di rottura dell'interruttore per realizzare una selettività tra le sovracorrenti di carico e le sovracorrenti di corto circuito. *Tt.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

G. Franche — **L'evoluzione della saldatura e la stampa tecnica.** (La Tech. Mod., 15 aprile 1935, pag. 276-277). **5 c**

Sono riassunti i principali lavori eseguiti recentemente in questo campo, ed illustrati dalla stampa tecnica dei diversi paesi. Fra i più importanti si notano: saldatura di lamiere in duralluminio, dello spessore di meno di 5/10 di mm come usate in areonautica col metodo di saldatura per punti, e l'avvertenza di varie precauzioni da osservare, fra cui quella di fare bene comprimere gli elettrodi l'uno contro l'altro attraverso le lamiere, nella zona da saldare. In questo caso è preferibile l'impiego di elettrodi in lega speciale, rame-tungsteno, e di speciale forma. In areonautica la saldatura si estende sempre più, tanto che si notano diversi tipi di apparecchi costruiti quasi completamente saldati, fra questi si ha il Savoia-Marchetti 73, in cui la carpenteria è in tubi d'acciaio saldato, l'ossatura delle ali è in tubi d'acciaio al cromo-molibdeno pure saldati, e così pure il bati. Nella nota fra l'altro vengono richiamate le due tendenze sulla corrente alternativa e su quella continua da impiegare nella saldatura e viene fatto cenno al nuovo regolamento sui generatori d'acetilene, regolamento che aggiorna le antiche disposizioni con le necessità attuali. *E. R.*

APPLICAZIONI VARIE.

R. Augeron — **La protezione contro l'incendio nei magazzini della Samaritana a Parigi.** (Ericsson Review, 1935, pag. 18-23, con 14 fig.). **6 c**

Il complesso di apparecchi di protezione e di segnalazione contro gli incendi è esteso a quattro grandi magazzini sulla riva destra della Senna e ad altri tre edifici di lavorazione e di magazzini sulla riva destra del fiume. Gli edifici sono formati di grandi locali e sono dotati di molte colonne ascendenti, per le scale, i montacarichi ecc., ciò che rende particolarmente pericolose le conseguenze di un incendio. La superficie totale del primo gruppo di edifici è di 19.000 m²; vi sono stati installati 4700 rivelatori di incendio e 240 avvisatori manuali; gli apparecchi sono collegati da una rete di linee a maglia che mettono capo ad un quadro centrale. Complessivamente vi sono ai diversi piani 156 di tali maglie, mentre altre 23 sono disposte negli ascensori e 4 nelle scale chiuse. Le linee sono realizzate con cavetti in rame da mm 0,9 isolate e protette da guaina metallica. Per ogni maglia della rete si possono avere sul quadro centrale le seguenti segnalazioni: incendio, rottura di una linea, corto circuito o messa a terra; inoltre vengono segnalati gli eventuali casi di mancanza di corrente o di eccessiva caduta di tensione della batteria di alimentazione. Il quadro centrale sorveglia anche il funzionamento degli estintori automatici, i quali sono serviti da reti che si sovrappongono esattamente alla rete dei segnalatori. La squadra dei pompieri che vigila in permanenza può così immediatamente essere avvisata dell'inizio di un incendio o di qualunque incidente all'impianto. Nell'altro gruppo di edifici sono stati installati 1900 rivelatori e 200 avvisatori manuali. Vengono descritte con qualche dettaglio le particolarità costruttive degli organi principali che costituiscono l'impianto. *Ri.*

Nuovi dispositivi registratori per la indicazione a distanza della pressione fra cilindri di laminatoio. (E. T. Z., N. 46, del 15 novembre 1934, pag. 1120-1121, con 3 fig.). **6 c**

Nel dispositivo descritto la pressione da misurare viene determinata da una colonna di mercurio che, aumentando di lunghezza, realizza opportuni contatti che fanno accendere diverse lampade: dal numero di lampade accese si può avere subito un'indicazione visiva della pressione esistente fra i cilindri del laminatoio. Se poi si inserisce un ampermetro nel cilindro delle lampade, dall'intensità della corrente misurata si può avere un'indicazione precisa della pressione in gioco. *Tt.*

R. H. Wright — **Impianti elettrici per acciaierie.** (Elec. Eng., maggio 1935, pag. 481-485, con 4 fig.). **6 c**

Fino a non molti anni fa il comando delle macchine nelle grandi acciaierie era eseguito con motori a vapore e l'A. ricorda motrici a stantuffo a quattro cilindri tandem-compound reversibili capaci di punte di potenza perfino di circa 11.000 kW. Dopo il 1910 la adozione dei comandi elettrici si affermò recisamente; dapprima si fece largo uso, pel comando dei gruppi generatori di energia, di motori a gas della potenza di qualche migliaio di kW e che permettevano di generare il kWh con una spesa da 3750 a 4500 calorie. In tempi più vicini, le turbine a vapore, raggiunti i necessari perfezionamenti, hanno decisamente preso il sopravvento. In una acciaieria moderna si alimentano generalmente le caldaie col gas d'alto forno per produrre vapore di cui una parte alimenta le turbosoffianti e il rimanente è utilizzato per i turbogeneratori. Anche i ricuperi di calore dai forni tipo Martin permettono l'economica generazione di energia. In un moderno impianto con 14 forni da 150 tonnellate, sono installate caldaie a ricupero che alimentano due turbogeneratori da 10.000 kW lasciando ancora larghe disponibilità di vapore per altri usi; in condizioni normali si può ricavare dai ricuperi di calore tutta l'energia necessaria per la acciaieria. Il comando elettrico dei laminatoi permette un esercizio molto più elastico ed una produzione maggiore: viene citato il caso di una acciaieria in cui recentemente sette vecchi laminatoi furono sostituiti da un unico laminatoio moderno a comando elettrico. Si sono fatti recentemente molti progressi; per esempio nei moderni laminatoi per lamiere si hanno fino a dieci gruppi indipendenti di cilindri con una potenza di motori connessa da 20.000 a 30.000 kW e si possono produrre lamiere di dimensioni grandissime. Si può passare direttamente in un solo laminatoio da lingotti pesanti alcune tonnellate a lamiere sottili o a nastri. Motori a corrente alternata a induzione vengono usati in due casi: comandi a velocità costante e con forti punte di carico di breve durata; comandi a velocità costante in laminatoi con molte gabbie comandate da un unico asse. I motori sincroni sono la soluzione ideale per certi laminatoi ad unico asse di comando e a carico costante. I motori a corrente continua dominano pel comando dei laminatoi reversibili, come pel comando di singole gabbie a velocità regolabile come è richiesto da certe lavorazioni delicate di finitura. *N.*

CONDUTTURE.

N. N. — **Le perdite nel rame nei cavi d'energia alle frequenze industriali** (J. I. E. E. Londra, LXXVI, 459, marzo 1935, pag. 299-322, con 9 fig.). **9 d**

La resistenza di una corda metallica misurata in c. a. dipende da 4 componenti: 1) la resistenza con c. c., 2) l'aumento prodotto dall'effetto pellicolare, 3) l'aumento prodotto dalla spiralizzazione, 4) l'aumento prodotto dalla vicinanza di altri conduttori percorsi da corrente elettrica. La relazione riporta i risultati sperimentali di ricerche eseguite su corde metalliche di grande sezione (fino a 1300 mm²) alimentate con c. a. a frequenza variabile fino a 100 periodi/sec. La spiralizzazione della corda ha anche per effetto di produrre un campo assiale di piccola intensità che nel caso di un cavo di 1300 mm² a 100 periodi/sec può portare ad un aumento della resistenza del 2 %. La resistenza in c. c. di una corda può essere misurata in 2 modi: con conduttori isolati fra di loro oppure a contatto su tutta la lunghezza; nel primo caso la resistenza pare maggiore che nel secondo. Allo scopo di misurare con maggiore precisione la frequenza della c. a. con metodo stroboscopico le misure di resistenza con c. a. sono state eseguite con le 3 frequenze fisse di 25, 50 e 100 periodi/sec; per il confronto serviva un diapason a 50 periodi/sec tarato con l'approssimazione del 0,1 %. L'ef-

fetto pellicolare è più sensibile nelle corde costruite coi fili a contatto su tutta la lunghezza in confronto alle corde composte di fili isolati (smaltati). La spiralizzazione delle corde coi fili non isolati porta ad un piccolo aumento della resistenza in c. a. in confronto all'aumento prodotto dall'effetto pellicolare; il primo corrisponde a qualche percento del secondo. La vicinanza di 2 corde produce un aumento di resistenza apparente perchè le correnti nelle corde si influenzano a vicenda; si può ritenere che l'aumento di resistenza sia in ragione inversa del quadrato del rapporto della distanza assiale delle corde e del diametro esterno. Nei cavi di energia di grande sezione e coi conduttori molto vicini sarebbe consigliabile comporre le corde con fili smaltati in modo da ridurre l'effetto pellicolare e quello di vicinanza con gli altri conduttori. L'approssimazione realizzata nella misura delle resistenze in c. a. è risultata per lo meno del 0,4 %; risultato notevole se si tiene conto che le resistenze misurate erano comprese fra 10 e 500 microohm. La relazione riporta in dettaglio i metodi seguiti, un'abbondante bibliografia ed alcune tabelle per il calcolo rapido dell'effetto pellicolare. *I. L.*

SCHULTHEISS — **Isolatori a bastone per linee di contatto.** (El. Bahnen, N. 12, dicembre 1934, pag. 275-276, con 3 fig.). **9 e**

L'isolatore a bastone per linee di contatto (cfr. *L'Elettrotecnica* 25 aprile 1933) ha dimostrato di possedere requisiti che lo rendono particolarmente pregiato negli impianti di trazione. I tipi normali, lunghi 400 mm ed aventi da 4 a 6 campane, si sono comportati ottimamente, tanto dal punto di vista meccanico quanto da quello elettrico, nelle linee monofasi a 15 kV. Gli inconvenienti di scariche superficiali, manifestatesi, talvolta in seguito ad insudiciamento dell'isolatore, sono stati pressochè evitati eliminando una campana ed impiegando campane di diametro differente. Isolatori di quest'ultimo tipo ammetterebbero una tensione di scarica a secco superiore del 20 % a quella degli isolatori normali. Di essi è previsto l'impiego su vasta scala per le linee di contatto della linea della Reichsbahn in corso di elettrificazione a 20 kV, 50 Hz. *V. D. Ma.*

G. W. PRESTON — **Conduttori in rame con anima d'acciaio.** (The Elec., 22 febbraio 1935, pag. 244-247, con 2 fig.). **9 f**

Nel caso di conduttori composti di materiale aventi caratteristiche meccaniche ed elettriche differenti, le sollecitazioni che intervengono sono più difficili da determinare, anche perchè se il modulo di elasticità e il coefficiente di dilatazione termica sono molto diversi, le variazioni di temperatura e le variazioni del carico meccanico possono portare alterazioni notevoli nella distribuzione degli sforzi fra i diversi materiali. È quindi da un punto di vista generale opportuno che le differenze fra le caratteristiche di materiali siano le minime possibili.

Sotto questo aspetto i conduttori in rame e acciaio sono in migliori condizioni di quelli di alluminio e acciaio. In condizioni normali di messa in opera si può ritenere che a tutte le temperature inferiori a quella alla quale è stato costruito il conduttore composto, vi sia una sollecitazione di compressione nell'anima di acciaio e una sollecitazione di tensione nel rame o nell'alluminio. In proposito è riportata una tabella dove è confrontato il comportamento dei conduttori in rame e acciaio con quelli in alluminio e acciaio. Se la temperatura aumenta notevolmente, la maggiore espansione del rame e dell'alluminio ha per conseguenza che tutta la sollecitazione meccanica viene a trasferirsi sull'anima d'acciaio. Questo fatto è assai difficile che si verifichi coi conduttori di rame e acciaio, mentre può verificarsi in certe condizioni per quelli alluminio-acciaio. Vengono poi fornite formule per la valutazione del cosidetto modulo virtuale di elasticità dei conduttori composti, che si può impiegare considerando il conduttore come un tutto solidale, in quanto che alle basse temperature i due materiali aderiscono sufficientemente fra loro per essere solidali. L'effetto del vento orizzontale è assai meno sentito nei conduttori rame-acciaio che in quelli alluminio-acciaio e perciò anche i distanziamenti fra i conduttori possono essere minori. Qualche svantaggio possono offrire i conduttori rame-acciaio nei riguardi del fenomeno corona in causa del minore loro diametro in confronto a quelli alluminio-acciaio. Le vibrazioni sembrano meno pericolose nel caso dei conduttori rame-acciaio, i fenomeni di corrosione sono pure meno a temersi; secondo l'A., infine, i conduttori rame-acciaio sarebbero anche i più convenienti dal punto di vista economico. *Rl.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

K. MAIER — **Raddrizzatori a secco per apparecchi radioriceventi.** (E.T.Z., N. 48, del 29 novembre 1934, pag. 1171-1174, con 8 fig.). **10 d**

L'A. descrive un nuovo tipo di raddrizzatore a secco al selenio, di piccole dimensioni, che può essere impiegato negli apparecchi radioriceventi in luogo della valvola raddrizzatrice. Questi apparecchi offrono il vantaggio di presentare un rendimento elevato, pari all'80 % circa, e di avere una durata pressochè infinita. Per il funzionamento questi raddrizzatori vengono connessi con un condensatore ammortizzatore, dalla cui capacità dipende il rendimento. *Tt.*

W. DRAEGER — **La refrigerazione dei raddrizzatori di grande potenza.** (El. Bahnen, N. 12, dicembre 1934, pag. 269-273, con 7 fig.). **10 d**

Il mezzo più semplice per dissipare il calore generato dalle perdite interne di un raddrizzatore in cassa metallica è costituito dalla refrigerazione con acqua corrente a circolazione diretta. Il sistema presenta però gravi inconvenienti: comporta un onere non indifferente di esercizio, se viene impiegata acqua potabile; presenta il pericolo di corrosioni ed incrostazioni, se l'acqua di pozzo, di fiume, ecc. contiene acidi, sostanze organiche, sali di calcio, impurità in sospensione. La difficoltà di una regolare refrigerazion con questo sistema sono inoltre sfavorevli per il buon funzionamento del raddrizzatore, particolarmente se provvisto di griglie comandate. Questi inconvenienti possono essere evitati impiegando la refrigerazione a ciclo chiuso mediante acqua pura o, meglio, con acqua distillata. L'acqua di circolazione viene raffreddata a sua volta entro un refrigerante ad acqua oppure ad aria soffiata. La prima di queste due soluzioni entra in considerazione quando si ha grande disponibilità di acqua: le eventuali impurità di questa vengono depositate in parte nel refrigerante a controcorrente dal quale possono essere facilmente allontanate. La seconda soluzione rende superflui gli impianti per la provvista di acqua, ma comporta una piccola dissipazione di energia per il comando del moto-ventilatore. Le soluzioni di dettaglio nei due casi sono molteplici; non esistono peraltro difficoltà sostanziali alla realizzazione di un impianto refrigerante soddisfacente ai requisiti tecnici ed economici di qualunque sottostazione. *V. D. Ma.*

H. KELLER — **La caratteristica esterna del convertitore statico di corrente continua in alternata.** (Revue B. B., N. 12, dicembre 1934, pagine 228-233, con 6 fig.). **10 c**

Premessa la difficoltà sostanziale del controllo di un arco nel vapore di mercurio, a motivo della presenza di ioni positivi, l'A. osserva che le caratteristiche ed i limiti di funzionamento di un mutatore di corrente continua in alternata possono essere individuati col calcolo. L'A. dimostra infatti come possono essere calcolati: l'angolo limite di commutazione; la tensione continua a carico; la caratteristica esterna; la caratteristica di corto circuito; l'influenza della diminuzione di tensione nella rete a corrente alternata. L'esame quantitativo dei fenomeni più importanti, che regolano il funzionamento del mutatore, permette di trarre conclusioni interessanti la sicurezza di esercizio del medesimo convertitore. *V. D. Ma.*

A. DANZ — **Il raddrizzatore nellindustria elettrochimica.** (Revue B. B., N. 12, dicembre 1934, pag. 210-214, con 6 fig.). **10 c**

La realizzazione pratica del controllo di griglia ha permesso al raddrizzatore a vapore di mercurio di superare le difficoltà che ne hanno ostacolata l'applicazione diffusa negli impianti elettrochimici. È infatti possibile oggidì costruire unità ad alta intensità di corrente e variarne facilmente la tensione, compatibilmente con una sicurezza di funzionamento assoluta. La possibilità di sfruttare gli altri vantaggi — tecnici ed economici — di questi convertitori giustifica quindi il deciso orientamento verso di essi nei moderni impianti di elettrolisi. Per ottenere le elevate correnti globali richieste in tali impianti (fino a 50.000 A), vengono impiegati più raddrizzatori connessi in parallelo. La regolazione della tensione è di solito combinata: con inseritore a gradini per gli ampi intervalli di variazione e con griglie per la regolazione fra un gradino ed il successivo e per la compensazione a tensione oppure a corrente costante. Questo sistema offre il vantaggio di conciliare la grande elasticità di marcia dei gruppi con un fattore di potenza elevato. La ripartizione delle unità installate in un medesimo impianto può essere fatta con due circuiti distinti: adozione di due o più gruppi comprendenti ciascuno due o più raddrizzatori, un trasformatore d'alimentazione ed un inseritore a gradini; impiego di più gruppi e di un unico inseritore a gradini montato sopra un trasformatore di regolazione. Il primo sistema è preferibile perchè consente una maggiore indipendenza ai singoli gruppi. Il prospetto seguente dà un'idea sulla potenza installata in pochi anni negli impianti elettrochimici equipaggiati con raddrizzatori Brown Boveri:

1° Elettrolisi dell'alluminio	26 000 kW	50 000 A
2° Elettrolisi dello zinco	61 000 »	96 000 »
3° Elettrolisi dell'acqua	54 300 »	89 500 »
4° Elettrolisi di cloruri alcalini	10 900 »	24 000 »
	152 200 kW	259 500 A

V. D. Ma.

G. BRUNNER — **Il mutatore di corrente continua in alternata ed il ricupero nella trazione elettrica.** (Revue B. B., N. 12, dicembre 1934, pagine 224-228, con 3 fig.). **10 c**

Due sono le possibilità principali che si presentano quando è richiesto il ricupero nelle linee di trazione a corrente continua alimentate soltanto da un certo numero di mutatori di corrente continua in alternata funzionanti in permanenza come tali. A questi mutatori è affidato il compito di rinviare nella rete trifase cui sono collegati la

energia di ricupero non assorbita dalle motrici circolanti nella linea: essi assorbono peraltro un piccolo carico base anche quando manca l'energia di ricupero grazie ad un conveniente controllo delle griglie anodiche. Il carico base ha lo scopo di mantenere costantemente allo stato caldo gli anodi e le griglie e di contribuire ad aumentare in larga misura la sicurezza di esercizio al verificarsi di sovraccarichi momentanei. Le perdite causate dal carico base sono minime perchè l'energia corrispondente viene quasi integralmente restituita alla rete da cui era stata assorbita. La caratteristica esterna di tutti i mutatori, ad azione diretta od invertita, può essere influenzata a piacimento controllando le griglie mediante l'intervento di un regolatore rapido di tensione. È chiaro che, nelle sottostazioni cui fanno capo due reti a frequenze indipendenti, l'impiego dei due tipi di mutatori, oltre che permettere l'alimentazione della linea di contatto ed il ricupero dell'energia disponibile, consente di realizzare il collegamento elastico delle due reti trifasi. Il secondo caso si presenta negli impianti con forti carichi di punta. Si preferisce allora disporre di mutatori atti a funzionare con erogazione nei due sensi a seconda del bisogno: mutatori di corrente continua in alternata quando esiste energia da ricuperare; mutatori di corrente alternata in continua quando sono richiesti forti carichi in linea. Il passaggio da un modo di funzionamento all'altro avviene automaticamente in funzione della corrente e della tensione nella linea di contatto. *V. D. Ma.*

C. La Greca — **I raddrizzatori a vapore di mercurio nella trazione elettrica con particolare riguardo alla sicurezza, alla continuità ed alla economia dell'esercizio.** (Annali d'Ing., 1935, N. 4). **10 c**

Dopo avere brevemente riassunto le principali voci di spesa che entrano nel bilancio di una azienda di trasporto, l'A., riferendosi particolarmente al sistema a corrente continua, riporta alcune notizie relative alle caratteristiche degl impianti in esercizio e del relativo materiale mobile.

Passando poi in particolare ai raddrizzatori a vapore di mercurio riassume rapidamente gli sviluppi raggiunti e i perfezionamenti realizzati. Il pericolo dei ritorni di fiamma, che era in passato assai grave, è oggi notevolmente ridotto. L'introduzione delle griglie polarizzate ha risolto il problema della regolazione della tensione sul lato corrente continua sotto carico ed ha anche permesso di realizzare la frenatura a ricupero anche facendo uso di raddrizzatori a vapore di mercurio. Un impianto con raddrizzatori ha un rendimento più elevato di quello con gruppi motori-dinamo (circa 14 % in più) e di quelli con convertitrici (circa l'8 % in più).

Il rendimento varia poco col carico e si abbassa di meno del 3 % passando dal pieno carico ad 1/4 del carico. Questa proprietà è assai utile in quegli impianti di trazione in cui si hanno rapidi e frequenti cambiamenti di carico. La semplicità dell'apparecchiatura e delle manovre da compiere rendono bene adatte le sottostazioni di conversione con raddrizzatori al funzionamento automatico. Anche per la trazione monofase è prevedibile che l'uso del raddrizzatore assicuri meglio la continuità e la sicurezza dell'esercizio; un impianto con raddrizzatori riuscirebbe notevolmente più economico di uno con convertitori ruotanti. Un progresso notevolissimo si raggiungerebbe se si potesse realmente arrivare ad equipaggiare i locomotori con i cosidetti motori monofasi senza collettore, e servirsi di corrente monofase a frequenza industriale. Le ferrovie dello Stato italiano hanno già installato parecchie importanti unità di raddrizzatori a vapore di mercurio e parecchi altri sono stati installati da Società tranviarie nazionali. *Ri.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

E. Kuebler — **Inclinazione delle cave nelle macchine elettriche.** (E.T.Z., N. 46, del 15 novembre 1934, pag. 1117-1119, con 10 fig.). **11 c**

Vengono esaminati tre effetti che possono essere prodotti dalla inclinazione delle cave: *a)* influenza sulle armoniche; *b)* influenza sul flusso disperso; *c)* influenza sul campo magnetico nel traferro a carico. S vede che l'inclinazione delle cave viene a ridurre le armoniche, ma aumenta il flusso disperso. Se poi si lavora con forti induzioni ,si può avere a carico distorsione del campo magnetico: perciò bisogna rinunciare ad adottare l'inclinazione delle cave in macchine nelle quali il circuito magnetico è prossimo alla saturazione. *Ti.*

J. Liston — **Alcuni cenni sullo sviluppo dell'industria elettrotecnica nel 1934.** (Gen. Elec. Rev., gennaio 1935, pag. 5-62). **11 v**

Alternatori per turbine idrauliche. — Sono stati completati il più grande alternatore monofase finora costruito, di 35.000 kVA, $\cos\varphi = 0{,}8$, 13.300 volt, 25 per/sec ad asse verticale, e i due destinati all'impianto di Boulder Dam, da 82.500 kVA ciascuno e del peso di 900 tonn.

Alternatori per turbine a vapore. — Si è iniziata la costruzione di un secondo gruppo da 110.000 kW del tipo «vertical-compound» per la Ford Motor Co.

I dati di utilizzazione delle tre unità a vapore di mercurio dalla data della messa in servizio sino al 1º luglio 1934, sono i seguenti: Gruppo di Hartford, 10.000 kW: tempo di funzionamento 94 %, fattore di utilizzazione 65 %, kWh prodotti 202.732.000 in 50.016 ore. Gruppo di Kearny, 20.000 kW: tempo di funzionamento 57 %, fattore di utilizzazione 37,4 %, kWh prodotti 82.245.000 in 10.995 ore. Gruppo di Schenectady, 20.000 kW: tempo di funzionamento 56,5 %, fattore di utilizzazione 27,1 %, kWh prodotti 32.450.000 in 5976 ore.

Trazione elettrica. — Nel 1934 particolare interesse hanno offerto le automotrici Diesel e benzoelettriche a profilo aerodinamico.

Motori. — Nel 1934 sono stati sviluppati diversi tipi di motori di costruzione speciale meglio rispondenti dei tipi normali a speciali esigenze di lavorazione.

Dispositivi di comando. — È stato riscontrato che il materiale «tirite», per le sue proprietà, si presta ad essere impiegato per la protezione dei circuiti induttivi a corrente continua contro le sovratensioni che in essi si determinano all'atto dell'interruzione.

La serie dei relais fotoelettrici si è arricchita di due nuovi tipi. Uno è adatto per alimentazione a corrente continua 115 volt può interrompere 0,5 amp. non induttivi a 115 volt. Nel caso di circuiti induttivi occorre shuntare il carico con un condensatore. Il consumo è di circa 7 watt. Un secondo tipo è adatto per installazione all'aperto e per alimentazione a corrente alternata. Il raggio di luce è guidato sulla cellula da una lente e da un diaframma. La lente è protetta superiormente da un visiera metallica che impedisce l'accesso diretto di raggi solari. Il relais è impressionato da impulsi luminosi della durata non inferiore a 1/15 di secondo e distanziati di non meno di 1/15 di secondo. La portata del relais è di 1 amp. a 110 volt, corrente alternata per circuiti non induttivi. Il consumo è di 5 watt.

Saldatura elettrica. — È stato studiato un gruppo di saldatura ad arco di nuovo modello; nella dinamo ha un'elevata reattanza interna ;il circuito magnetico e gli avvolgimenti sono studiati ed eseguiti in modo che i fenomeni transitori vengono ridotti al minimo.

Ricerche scientifiche. — È stato sviluppato un nuovo sistema di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica che rende possibile il collegamento in parallelo di reti anche se esse non sono in perfetto sincronismo. Detto sistema, che utilizza tubi elettronici dei tipi tiraron e fanotron, permette anche la interconnessione di reti a frequenze diverse.

Le ricerche sulle scariche atmosferiche, sono state proseguite con alacrità e con l'ausilio di nuovi apparecchi e strumenti. Un oscillografo speciale permette di ottenere fotografie multiple delle scariche, ossia di suddividere queste ultime nell fasi elementari. In tale modo si ha la possibilità di studiare i fenomeni che accompagnano le scariche e di registrare pure le scariche multiple. Si è pure ricorso, oltre che ai generatori di scariche alla tensione di 10 milioni di volt, anche a macchine che generano impulsi, aventi intensità di corrente elevatissime dell'ordine di oltre 250.000 ampere alla tensione di 150.000 volt.

Apparecchi per raggi X. — Varî apparecchi di nuova produzione sono apparsi. Un tubo per raggi X a 400.000 volt, alimentato da un trasformatore con centro a terra. Un apparecchio per applicazioni industriali, a protezione integrale, a 220.000 V, 10 mA, montato su carrello. Un apparecchio per diagnostica medica, di alta potenza, per 100.000 V, 100 mA, atto alla presa rediografica di organi in movimento, in particolare di prese di 1/150 di secondo del cuore, dei polmoni e della peristalsi gastro-intestinale, ecc.

Radio. — La polizia urbana di Boston ha per la prima applicato un sistema che permette il collegamento duplex su onde cortissime fra le pattuglie di agenti circolanti su automezzi e gli uffici di polizia.

È entrata in funzione a Denver una nuova stazione di radiodiffusione da 50 kW.

Raddrizzatori. — È stata sviluppata una serie di raddrizzatori a tubi fanotron da 15 a 100 kW per 250 volt raddrizzati, e una serie di raddrizzatori a tensione costante e a limitazione di corrente, sempre usando come elementi rettificatori tubi fanotron.

Trasformatori. — La G. E. Co. ha iniziato la costruzione di un gruppo di sette trasformatori da 55.000 kVA, 287.500/16.320 volt, del tipo a nucleo, refrigerati ad acqua: il loro peso si aggira sulle 178 tonnellate. È interessante la costruzione dei sei trasformatori monofasi, tre da 200 kVA e tre da 333 kVA, 2400/480 volt, a 25 per/sec, nei quali è stato adottato un cuscinetto d'azoto sopra l'olio. La pressione del gas è mantenuta automaticamente entro determinati limiti.

Illuminazione. — Fra i nuovi tipi di lampade costruiti si debbono ricordare: *a)* lampade tubolari con gli elettrodi direttamente saldati nel vetro; *b)* nuove lampade da proiezione col filamento a doppia spirale; *c)* nuove lampade per fotografia ad alta intensità luminosa.

È stata realizzata una nuova lampada a vapore di mercurio ad alta pressione, destinata ad avere notevoli applicazioni industriali. È stata prodotta la lampada al sodio adatta per essere inserita direttamente nelle reti, in derivazione od in serie; sono state messe sul mercato lampade combinate ad incandescenza ed a vapore di mercurio, ed inoltre lampade a luce colorata del tipo a scarica nei gas. *C. G. E.* (*)

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

H. HOHN — **Sulla teoria della corrosione da corrente alternata.** (E. u. M., N. 49, 9 dicembre 1934, pag. 580-583, con 4 fig.). **13 b**

È noto che il passaggio di corrente attraverso un elettrolito risulta dallo spostamento di anioni e di cationi: contrariamente a quanto avviene nei conduttori metallici, negli elettroliti, il trasporto di cariche elettriche è accompagnato da uno spostamento di materia. Considerando per semplicità soltanto una delle componenti della corrente, ad esempio quella dei cationi, si può seguire lo spostamento delle cariche elettriche e della materia considerando la doppia trasformazione che avviene in corrispondenza dei due elettrodi: da corrente elettrica in corrente elettrica e materiale ad un elettrodo; da corrente materiale ed elettrica a corrente elettrica all'altro elettrodo. Applicando una tensione alternata fra i due elettrodi, ha luogo dapprima una liberazione di ioni da un elettrodo ed un richiamo di essi dal secondo elettrodo; segue un'attrazione del primo sugli ioni quando la polarità è invertita: la liberazione e la attrazione di ioni in corrispondenza di un elettrodo si susseguono quindi in sincronismo con la frequenza della tensione alternata. Se le condizioni del sistema sono tali che gli ioni liberati quando l'elettrodo è anodo vengono integralmente richiamati quando l'elettrodo è diventato catodo, non si ha alterazione dell'elettrodo e quindi manca la corrosione. Se invece alcuni ioni liberati non ritornano ad occupare la loro primitiva posizione e sono costituiti da altri ioni, non stabili, la corrosione dell'elettrodo diventa inevitabile. Risulta pertanto ovvio che il pericolo di corrosioni da corrente alternata è tanto maggiore quanto minore è la frequenza della corrente alternata, e quanto maggiori sono la tensione e l'intensità della corrente. Anche un aumento di temperatura accentua la tendenza alla corrosione. Quest'ultima dipende dalla natura dell'elettrodo e dell'elettrolito: particolarmente quest'ultimo ha un'importanza che dev'essere attentamente vagliata quando si vogliono evitare in pratica dannosi effetti elettrolitici delle correnti alternate.

V. D. Ma.

S. JELLINEK — **Sulle corrosioni da corrente alternata. Esempi pratici e risultati di indagini.** (E. u. M., N. 49, 9 dicembre 1934, pag. 577-580, con 2 fig.). **13 b**

L'A. cita due esempi che dimostrano la possibilità di corrosioni di natura elettrica ad opera della corrente alternata: la perforazione di tubazioni d'acqua, in seguito all'azione della corrente di corto circuito di una rete a 220 V, 50 Hz; la perforazione di un contatore per gas in un'abitazione servita da una linea a corrente alternata a 220 V. Un'indagine approfondita sulle cause dei due incidenti ha portato l'A. a ricostruire in laboratorio il probabile andamento del fenomeno di corrosione nei due casi. Le esperienze hanno confermato l'azione corrosiva della corrente alternata in particolari circostanze: la corrosione dipende in larga misura dalla natura del metallo sperimentato, dalla natura dell'elettrolito e dalla densità della corrente. Anche la formazione di scintille entra in causa nella formazione di corrosioni. *V. D .Ma.*

H. NIEDERREITHER — **Elettrolizzatori sotto pressione per utilizzare eccedenze di energia.** (E. T. Z., N. 41, dell'11 Ottobre 1934, pag. 999-1001, con 4 fig.). **13 b**

L'A. descrive gli elettrolizzatori sotto presisone: si tratta di apparecchi che scompongono l'acqua, alla quale viene aggiunta una soluzione di soda per renderla più conduttrice. I gas si svolgono sotto una pressione, che può raggiungere parecchie atmosfere. Si possono avere elettrolizzatori a pressione costante o variabile. A Monaco di Baviera dal 1930 funziona un impianto di elettrolizzatori a pressione costante con ottimi risultati: la pressione normale è di 200 atmosfere. Gli elettrolizzatori a pressione costante sono preferibili a quelli a pressione variabile, poichè questi richiedono una regolazione della potenza assorbita in relazione alla pressione. *Tt.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

Sulla normalizzazione delle unità acustiche. (La Tech. Mod., 1° maggio 1935, pag. 297-298, con 2 fig.). **14 d**

La nota fa una premessa relativa alle nuove norme acustiche della A. S. A. (American Standard Association), il cui rapporto è stato sottoposto ad inchiesta pubblica, ed aggiunge poi alcune interessanti osservazioni. Secondo tali norme: l'intensità di un campo sonoro in una data direzione e in un punto dato, è uguale all'energia sonora trasmessa nell'unità di tempo nella data direzione, attraverso l'unità di sezione normale alla direzione, nel punto considerato. L'unità è l'erg per sec e per cm², ma può anche esprimersi in watt per cm². Nel caso di un'onda libera, piana o sferica, la misura viene effettuata nella direzione della propagazione dell'onda. Vengono illustrati i concetti di: 1°) L'intensità di base, o livello di intensità riferito all'intensità di base; 3°) Il livello di pressione di un suono; 4°) La pressione di riferimento; 5°) Il suono di riferimento, per il confronto di intensità differenziali; 6°) Il livello di intensità di un suono qualunque; 7°) Criteri per giudicare l'intensità del suono che si assume come riferimento; 8°) Livello di udibilità di un suono; 9°) Relazione fra udibilità e livello di udibilità.

E. R.

ELETTROTECNICA GENERALE.

T. SCHMITZ — **Interferenza fra avvolgimenti di diverse polarità.** (E. T. Z., N. 42, del 18 ottobre 1934, pag. 1024-1026). **15 b**

Viene esaminato in quali condizioni un avvolgimento può indurre una forza elettromotrice in un altro avvolgimento di diversa polarità, quando questo si trovi nello stesso circuito magnetico, come in un motore a induzione a commutazione di poli o in un gruppo convertitore di frequenza. Si vede che un tale effetto di induzione può avvenire solo quando il numero di poli dell'avvolgimento induttore è multiplo del numero dei poli dell'altro avvolgimento.

Tt.

J. HAK — **Sulle bobine a treccia.** (E. T. Z., N. 43, del 25 Ottobre 1934, pagine 1049-1052, con 8 fig.). **15 c**

In seguito ai risultati di misure, di cui è stato riferito nel-l'*E.T.Z.* 1934, pag. 190 da Göningen (Vedi *L'Elettrot.* 1934, pag. 835) l'A. paragona i risultati già riportati con quelli delle misure da lui eseguite su lunghe bobine a treccia senza nucleo in ferro, per ciò che riguarda le perdite, quando siano inserite in circuiti ad alta frequenza. I risultati esposti sono confermati da sette esempi, nei quali le variazioni delle diverse caratteristiche sono riprodotte graficamente. È anche indicata la correzione da apportare alle formule per le bobine lunghe quando debbano essere applicate a bobine corte.

Tt.

I luoghi geometrici del punto neutro di un sistema trifase. (La Tech. Mod., 15 aprile 1935, pag. 278, con 2 fig.). **15 b**

La nota fa cenno di un interessante metodo geometrico per seguire lo spostamento del punto neutro, in funzione della deformazione del triangolo delle tensioni e dello squilibrio delle ammettenze corrispondenti, in un sistema trifase. Il metodo analitico fu ideato dal Kennely, e, com'è noto, esso consiste nell'assimilare le ammettenze a forze applicate ai vertici del triangolo delle tensioni, ma il calcolo è complesso. La nuova trattazione, che pure si riferisce ad un triangolo delle tensioni, e considera le ammettenze corrispondenti quali vettori rappresentanti delle forze, con l'ausilio del calcolo simbolico seguendo sviluppi e rappresentazioni geometriche abbastanza semplici, stabilisce che il luogo geometrico del punto neutro, per un triangolo di tensioni note, in cui il valore assoluto di un delle ammettenze è variabile, è un circolo. Inoltre nota la posizione del neutro, le correnti di fase possono essere immediatamente calcolate, essendo esse date dal prodotto vettoriale della tensione e dell'ammettenza in questione. *E. R.*

C. H. FLURSCHEIM — **Alcune note sulle sovratensioni prodotte dalla interruzione di c. a. negli impianti inudstriali.** (J. I. E. E. Londra, LXXVI, 459, marzo 1935, pag. 323-337, con 17 fig.). **15 b**

Negli impianti elettrici di produzione le onde di sovratensione sono a fronte tanto più ripida quanto più vicino alla centrale è il punto dove è avvenuto il corto circuito; ciò porta a maggiori difficoltà di fuzionamento dell'interruttore. La presenza di condensatori fra il punto dove è avvenuto il corto circuito e l'interruttore fa diminuire le sovratensioni mentre le reattanze le esaltano. Il calcolo preventivo dell'ampiezza della sovratenzione non è però facile perchè sul fenomeno influiscono altre cause: c. c. in sovrapposizione alla c. a. principale, forma d'onda di questa, istante in cui l'interruttore si apre rispetto agli istanti di valore nullo dell'onda di corrente, tensione dell'arco, smorzamento prodotto dalla resistenza ohmica del circuito, correnti di dispersione. Si ritiene che il massimo gradiente di potenziale che può verificarsi in un'onda di sovratensione possa raggiungere anche i 4000 volt/microsecondo durante l'apertura dell'interruttore. Il gradiente è tanto maggiore quanto più elevata è la frequenza propria di oscillazione del circuito nel quale avviene l'interruzione. L'A. riporta alcuni esempi di calcolo del gradiente iniziale del potenziale all'atto dell'apertura per alcuni tipi di circuiti aventi caratteristiche di induttanza e capacità ben definite.

I. L.

E. W. BOEHNE — **La determinazione della rapidità di ripristino della tensione.** (Elec. Eng., maggio 1935, pag. 530-539, con 9 fig.). **15 b**

L'A. affronta il problema della determinazione della rapidità con cui si ripristina la tensione ai morsetti di un circuito dopo l'apertura di un interruttore. Le calcolazioni si basano sull'artificio d'introdurre nell'istante di corrente zero al quale avviene la interruzione, una corrente eguale ed opposta a quella di corto circuito che sarebbe circolata in modo continuo se non fosse avvenuta la interruzione; la risultante di queste due correnti sarebbe appunto zero e soddisfa perciò alle condizioni di interruzione. Siccome l'unico fattore che interessa praticamente è la massima rapidità di ripristino della tensione immediatamente dopo l'interruzione cioè nello spazio di poche centinaia di microsecondi, si può assumere, senza errore sensibile, che le variazioni di corrente durante tale periodo siano lineari. Si può così arrivare ad una formula tipo $r = K\, I\, \omega\, Z_r\, 10^{-6}$ volt/microsecondo che esprime la rapidità di ripristino r in funzione di una costante K dipendente dalla natura dei circuiti e dei cortocircuiti che si producono, del valor massimo della corrente di corto circuito, della frequenza ($\omega = 2\pi f$) e della così detta impedenza di

ripristino definita come $Z_r = \sqrt{L/C}$. La determinazione pratica dei valori della impedenza di ripristino nei vari casi della pratica viene svolta dall'A. e i risultati, pei casi più frequenti della pratica, sono riportati in diagrammi; i valori più bassi trovati per l'impedenza di ripristino sono quelli relativi a lunghi tronchi di cavo connessi a un interruttore, pei quali si ottengono impedenze di ripristino dell'ordine di 30 a 70 ohm. Questi valori della impedenza di ripristino possono essere assunti come una misura della pericolosità del circuito, indipendentemente dalle caratteristiche dell'interruttore.

N.

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

J. Ricalens — **Avviamento dei compensatori o dei motori sincroni mediante autotrasformatori a intraferro.** (Rev. Electr. Mec., marzo-aprile 1935, pag. 9-14, con 8 fig.). **17 c**

Fra i molti sistemi di avviamento dei motori sincroni i più frequentemente impiegati sono quelli di avviamento a tensione ridotta mediante autotrasformatori; alla fine del primo tempo di avviamento il motore raggiunge una velocità stabile, esso viene allora eccitato e si porta alla velocità di sincronismo; a questo punto però il motore è ancora alimentato a tensione ridotta ed occorrono ulteriori manovre per applicare ad esso la tensione della rete. Si ricorre di solito a sopprimere l'alimentazione coll'autotrasformatore, sostituendola subito dopo con l'alimentazione diretta dalla rete; si produce però sempre un colpo di corrente dannoso sebbene di breve durata. L'inconveniente può essere eliminato, utilizzando una parte dell'avvolgimento dell'autotrasformatore come bobina di autoinduzione che serve per limitare il colpo di corrente; in un istante successivo anche questa bobina d'autoinduzione viene cortocircuitata. L'A. illustra particolarmente una speciale realizzazione di quest'ultimo metodo, diffondendosi a dimostrare l'utilità di impiegare autotrasformatori nei quali la corrente magnetizzante necessaria sia ottenuta mediante intraferri anzichè colla saturazione del circuito magnetico.

Il risultato di prove appositamente esperite e di rilievi oscillografici dimostrano l'utilità di questo metodo, che, mediante una scelta opportuna della corrente magnetizzante dell'autotrasformatore e dell'eccitazione della macchina sincrona, permette di adattare il valore delle successive punte di corrente alle condizioni dell'impianto.

Ri.

IDRAULICA.

Determinazioni sperimentali dei coefficienti di scabrezza di grandi gallerie e condotte forzate in cemento armato. (L'En. Elettr., aprile 1935, pag. 243-248, con 7 fig.). **18 d**

Facendo seguito alla pubblicazione dei risultati dei rilievi sperimentali effettuati dalla Commissione mista per le ricerche sperimentali sulle grandi condotte (v. *L'Elettrotecnica* 1934, pag. 754), vengono pubblicate altre notizie, fornite dalla Società Meridionale di Elettricità, relativamente a tre grandi condotte in cemento armato. Si tratta della galleria di comunicazione fra i serbatoi Arvo e Ampollino nella Sila, della galleria forzata di derivazione del primo salto Ampollino e della condotta forzata in cemento armato dell'impianto terzo salto Neto.

La prima condotta, con sezione circolare di diametro m 2,60, può, a seconda delle quote di invaso e di svaso, funzionare come galleria completamente forzata o come una galleria forzata nel primo tronco ed a pelo libero rigurgitato nel secondo tronco, oppure come galleria forzata nel primo tronco ed a pelo libero senza rigurgito nel secondo. La sistematica e contemporanea osservazione del dislivello fra i due serbatoi e delle portate derivate ha reso possibile di tracciare una curva di deflusso in funzione della sola quota del serbatoio Arvo per il caso di galleria non rigurgitata e di una curva di deflusso in funzione dei dislivelli fra i serbatoi per il caso di galleria completamente forzata. Da questa curva di deflusso si poterono determinare le condizioni di movimento nel secondo tronco.

Per la seconda condotta i dislivelli piezometrici furono determinati per differenza fra le registrazioni del idrometrografo del serbatoio Ampollino e di un idrometrografo speciale installato nel pozzo piezometrico; le portate furono misurate con mulinello elettrico. Per la terza condotta si misurarono le portate con venturimetri e i dislivelli piezometrici con due manometri differenziali a vaschetta di mercurio. In base a tali rilievi sperimentali vennero calcolati i coefficienti per la formula di Bazin e per quella di Gauckler-Strickler, che sono riportate in apposite tabelle.

Ri.

Dispositivi per proteggere le stazioni di pompaggio contro il colpo di ariete. (La Tech. Mod., 15 aprile 1935, pag. 270-271, con 3 fig.). **18 d**

Il problema presenta notevole importanza per gli impianti ad accumulazione dove si hanno appunto notevoli volumi d'acqua con lunghe tubazioni. Gli accorgimenti fondamentali previsti sono dati com'è noto, da valvole a chiusura automatica la cui legge di manovra è legata all'azione della corrente liquida, o camere d'aria, atte a consentire le onde di depressione senza effetti dannosi, per il richiamo appunto dell'aria a disposizione, o pozzi piezometrici, o masse volanti sulle macchine, le quali col loro momento d'inerzia, consentendo di aumentare il tempo occorrente per l'arresto del gruppo e riducono i valori del colpo d'ariete; infine due o più sistemi combinati.

La nota passa poi a descrivere qualcuno di tali importanti installazioni partendo da quella, ancora oggi notevole, del Viverone che sorse nel 1912-13, ed accennando poi ad altre all'estero e soprattutto in Francia ed in Germania, dove ha grande importanza l'impianto di Niederwartha, equipaggiato con due gruppi moto-turbopompe che smaltiscono 10.000 a 12.000 l/sec, su di una prevalenza di 138 a 143 m. Si ha poi l'impianto di Herdecke di caratteristiche ancora più importanti, ed altri.

E. R.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Dr. Kreuzkam — **L'industria delle lampade a incandescenza.** (E. T. Z., N. 41, dell'11 Ottobre 1934, pag. 1005-1006). **19 v**

L'A. tratteggia la situazione internazionale dell'industria delle lampade ad incandescenza. In complesso, malgrado la crisi, il consumo delle lampade ad incandescenza è andato aumentando di guisa che l'industria non si può considerare in crisi. Tuttavia l'esportazione germanica è fortemente diminuita a cagione specialmente della concorrenza giapponese sui diversi mercati. Per arginare questa è stato costituito un cartello europeo.

Tt.

J. E. Ives e F. L. Knowles — **Recenti misure della luminosità del cielo.** (Tr. Ill. Eng. S., marzo 1935, pag. 281-291, con 6 fig. e 5 tab.). **19 v**

In connessione con uno studio sulla distribuzione dell'illuminazione naturale nell'interno di un edificio sperimentale, lo United States Public Health Service ha effettuato recentemente una dozzina di migliaia di osservazioni sulla luminosità dell'emisfero boreale in una località (38° 53′ N, 77° 04′ W) prossima a Washington, durante giornate serene, fra le 8 del mattino e le 4 del pomeriggio, nei mesi da maggio a novembre. Gli AA. descrivono il metodo e gli strumenti di misura all'uopo impiegati e riassumono i risultati ottenuti in tabelle ed in grafici.

G. Co.

N. Halbertsma — **La nuova lampada a vapori di mercurio ad altissima pressione.** (Lichttech., 21 aprile 1935, pag. 1-3, con 2 fig.). (v. anche: Licht, aprile 1935, pag. 84-85, con 2 fig.). **19 d**

La lampada a vapori di mercurio ad altissima pressione (converrà chiamarla così per distinguerla dalle già note lampade a vapori di mercurio ad alta pressione in cui la pressione di vapore è circa uguale a quella atmosferica) è un recente prodotto dei laboratori della Philips di Eindhoven. In essa la pressione di vapore può raggiungere le 300 atmosfere, e con ciò lo spettro di emissione discontinuo del mercurio si modifica per dar luogo ad uno spettro di bande mentre scompaiono anche le note lacune della parte meno rifrangibile, sicchè, in complesso, la luce prodotta è pressochè bianca. Naturalmente, la costruzione di una tale lampada ha urtato contro serie difficoltà; attualmente essa è costituita da un tubetto di quarzo di diametro interno assai piccolo e a pareti di forte spessore che, data l'altissima temperatura (8000-10.000° C) che regna nel suo interno, è raffreddato con acqua che circola nell'intercapedine esistente fra esso ed un altro tubo di vetro concentrico. Per dare una idea delle caratteristiche della nuova lampada riportiamo i dati relativi a due tipi denominati I e II.

	Tipo I	Tipo II
Distanza fra gli elettrodi, in cm	2	15
Tensione, in V	1200	6000
Corrente, in A	1,35	1,6
Potenza, in W	1450	9000
Flusso luminoso, in Lm	80.000	500.000
Efficienza, in Lm/W	55	55
Intensità luminosa, in candele	8000	50.000
Diametro della scarica, in cm	0,1	0,11
Superficie apparente della scarica, in cm²	0,2	1,65
Splendore, in stilb	40.000	30.000

Per quel che riguarda le possibilità di applicazione, è da prevedere che la nuova lampada, dal punto di vista dello splendore delle minime dimensioni e dell'efficienza, sarà la sorgente di luce ideale per gli apparecchi di proiezione, per i proiettori, per i fari, ecc.; la grande attinicità della sua luce ne consiglierà l'impiego negli stabilimenti di presa cinematografica, ecc.; il suo forte potere emissivo nell'ultravioletto potrà essere utilizzato a scopi igienici; problematico è invece il suo impiego per l'illuminazione ordinaria, specie sino a quando non se ne sarà aumentata la durata.

G. Co.

L. J. Buttolph — **Le caratteristiche delle lampade a luminescenza.** (Tr. Ill. Eng. S., febbraio 1935, pag. 147-177, con 18 fig. e 3 tab.). **19 d**

Si esaminano ordinatamente le varie caratteristiche elettriche e fotometriche delle lampade a luminescenza di gas o di vapori ed i rispettivi spettri di emissione, e si accenna ai metodi di misura fotometrici e colorimetrici più indicati per queste lampade. Si con-

siderano anche diversi problemi di carattere particolare: modificazioni della luce delle lampade a vapori di mercurio ad alta pressione, ottenute o costruttivamente o per accoppiamento con altre sorgenti luminose, intese alla produzione di luce di caratteristiche simili a quelle della luce naturale; apparecchi d'illuminazione adatti per le lampade a vapori metallici; fluttuazione della luce emessa da queste lampade ed eventuali conseguenti effetti stroboscopici e accorgimenti per ridurli, ecc. Infine, in una tabella, si dà un quadro completo delle principali proprietà passate in rassegna. *G. Co.*

IMPIANTI.

C. MARCELLO — **L'impianto idroelettrico sul fiume Dnieper a Kichkas (Dnieprostroj).** (L'En. Elettr., arpile 1935, pag. 249-260, con 22 fig.). **20 i**

Si tratta dell'impianto più potente costruito nella U. R. S. S. Esso è situato a km 70 a valle del centro industriale di Dniepropetrovsk (già Jakaterinoslav). Iniziato nel 1927 entrò in servizio con un primo gruppo nel 1932. Il bacino a monte dell'impianto è di 460.000 km² e la portata media annua risulta di 1600 m³/sec; la portata massima si è verificata nel 1931 con 23.400 m³/sec; la portata di magra normale è di circa 700 m³/sec. La diga è del tipo a gravità sfiorante con pianta ad arco di 600 m di raggio; la massima ritenuta è di m 39; l'altezza massima della diga sulla fondazione è di m 62. La diga è lunga m 760 e presenta 47 luci di m 13, che, con una lama sfiorante di m 6,50 permettono di smaltire una portata di 20.500 m³/sec. La centrale e le opere di presa sono situate sulla riva destra del fiume. Le condotte forzate sono disposte nel massiccio di calcestruzzo che unisce la centrale al muro di ritenuta in cui sono disposte le bocche di presa. Queste, con soglia a quota 31,50 m, sono due per ognuna delle nove condotte forzate che alimentano i nove gruppi principali. Un'altra bocca di presa alimenta il gruppo per i servizi locali. L'edificio della centrale è lungo m 231 ed è diviso in undici blocchi con giunti trasversali. Vi sono installati nove gruppi ad asse verticale, ciascuno da 66.000 kW e un gruppo pei servizi da 2600 kW.

Le turbine, tipo Francis, con ruota di diametro 4,83 m all'entrata e di 5,84 m all'uscita, compiono 82,2 giri al minuto con rendimento 90,6 %. Gli alternatori, coassiali alle turbine hanno la struttura portante in profilati metallici. Il rotore pesa 440 tonnellate; il supporto di spinta è sottoposto ad un carico massimo di 900 tonnellate. Il raffreddamento è in circuito chiuso con refrigerante ad acqua. Le caratteristiche sono le seguenti: 77.500 kVA, 13.800 V, 50 per/sec; rendimento 0,968 a metà carico e $\cos\varphi = 0,8$, e 0,984 per pieno carico e $\cos\varphi = 1$. L'impianto è completato da conche che permettono a ruotanti di m 16×106,5 di superare con tre gradini il dislivello di m 37,4 creato dalla diga. La potenza massima di 560.000 kW si ha per una portata del fiume di 2150 m³/sec e un salto lordo di 35,27 m; la potenza minima garantibile è di 140.000 kW; l'energia producibile in un anno idrologico medio è di circa tre miliardi di kWh; può scendere a 2,5 miliardi nell'anno minimo e salire a 4,4 miliardi di kWh in un anno abbondante. *Ri.*

H. SCHULZE — **Economia di impianti di accumulazione d'energia per centrali termiche utilizzanti lignite.** (E. T. Z., N. 47, del 22 novembre 1934, pag. 1149-1151, con 3 fig.). **20 g**

L'A. considera il caso della utilizzazione delle ligniti per produrre energia sul posto per alimentare poi una stazione di pompaggio per accumulazione, in modo da utilizzare tale energia nei periodi di punta. Nell'articolo vengono indicati i costi ammissibili per tali impianti e i limiti oltre i quali lo sfruttamento non è più economico, in dipendenza anche dalla distanza della stazione di accumulazione dalla centrale termica a lignite. *Tt.*

MECCANICA.

A. VROLIX — **Applicazioni recenti dei comandi idraulici.** (La Tech. Mod., 1° maggio 1935, pag. 285-289, con 10 fig.). **27**

Le applicazioni dei comandi idraulici si estendono notevolmente, per i vantaggi di un azionamento dolce e sicuro cui danno luogo. L'Autore tratta la cosa passando una rapida rassegna dei diversi sistemi, che inquadra in tre categorie: 1°) Comandi idraulici a movimenti rettilinei uniformi. In questa categoria rientrano quegli organi dotati di moto alternativo, con velocità ed ampiezze regolabili, ed in cui il lavoro di trasmissione si compie in entrambi i due sensi di marcia. Esso si applica a macchine rettificatrici, punzonatrici, a pulire, a molare, ecc. È riportato uno schema generale e figure illustrative; 2°) Comandi idraulici a movimenti rettilinei non identici nei due sensi, in cui cioè l'organo motore compie lavoro in un senso solo, mentre nell'altra marcia a vuoto, e quindi con velocità diversa. Rientrano in questa categoria la maggior parte delle macchine utensili, come: torni, fresatrici, limatrici, macchina a tagliare, ecc. Sono riportati diversi schemi di un tale comando idraulico, con avanzamento automatico e comando di ritorno a mano, o con entrambi i comandi automatici; 3°) Comandi idraulici a movimenti rotativi. Sono dati dal caso tipico di una generatrice idraulica che trascina un motore idraulico, ed i casi di applicazione sono notevoli. *E. R.*

MISURE.

M. ROSENFELD, C. GUILLOU, M. SOLLIMA — **I trasformatori di misure.** (Rev. Electr. Mec., marzo-aprile 1935, pag. 24-40, con 28 fig.). **28 e**

Dopo aver ricordato le cause principali di errore nell'uso dei trasformatori di misura gli AA. richiamano i principali metodi usati di solito per la taratura dei riduttori di misura. Descrivono poi in particolare un nuovo metodo caratterizzato dal fatto che invece di cercare di annullare la differenza fra due tensioni, come si fa nei soliti metodi di zero, si misura meccanicamente, per mezzo di un commutatore ruotante, l'angolo che fanno i vettori rappresentanti rispettivamente la tensione differenziale e una delle tensioni principali. L'apparecchio da usarsi par tali misure comprende: due resistenze non induttive, di cui almeno una regolabile, messe rispettivamente in serie con gli avvolgimenti primario e secondario, se si tratta di un riduttore di corrente, oppure due potenziometri non induttivi, di cui almeno uno regolabile, e inseriti rispettivamente ai morsetti del primario e del secondario, se si tratta di un riduttore di tensione; un commutatore sincrono ruotante composto di un motorino sincrono, alimentato dalla stessa sorgente che alimenta il riduttore da verificare, e azionante un tasto isolato che tocca, ogni giro, un contatto fisso che può occupare una posizione a volontà su un quadrante graduato; un dispositivo sensibile a impulsi di corrente di senso costante (galvanometro a corrente continua, ricevitore telefonico, ecc.). Viene descritta la tecnica del metodo che è stato applicato ad un impianto apposito di taratura di riduttori di misura. Tale impianto che può essere per soli riduttori di corrente o di tensione o per entrambi i tipi viene dettagliatamente descritto nei suoi particolari di impianto e l'utilità di esso è documentata dai risultati ottenuti al Laboratorio Centrale di Elettricità di Parigi. *Ri.*

H. KIELING — **Impiego di valvole ioniche esponenziali nelle misure di frequenza.** (E. T. Z., N. 45, dell'8 novembre 1934, pag. 1100-1102, con 3 fig.). **28 b**

L'A. indica uno schema, mediante il quale è possibile, sfruttando le proprietà delle valvole ioniche a caratteristica esponenziale, ottenere una tensione alternata costante di uscita, mentre le tensione di entrata può variare, entro ampi limiti fra zero e un massimo. Nello schema è impiegato un trasformatore a tre avvolgimenti dei quali il primario è collegato alla tensione variabile di entrata della valvola ionica esponenziale, il secondario è collegato colla griglia di un pentodo connesso elettricamente con un triodo che, attraverso un trasformatore è collegato al carico. Il terziario è poi collegato ad una valvola raddrizzatrice a onda intera, la cui corrente continua prodotta è collegata in serie col secondario. Nell'articolo è descritta l'applicazione di questo schema a misure di frequenza. *Tt.*

P. M. LINCOLN — **Un istrumento elettrotermico perfezionato.** (Elec. Eng., maggio 1935, pag. 474-481, con 6 fig.). **28 c**

Vengono dapprima richiamate le cause di errore che intervengono nei tipi di apparecchi che utilizzano come elemento sensibile le strisce bimetalliche, particolarmente in relazione alle complesse leggi che regolano le perdite di calore da parte delle strisce stesse per convezione o radiazione. Gli effetti di radiazione che non sono praticamente del tutto eliminabili importano una curvatura nel diagramma della potenza in funzione della temperatura. Per eliminare questo effetto l'A. ha pensato di abbandonare le strisce bimetalliche e adottare invece come elemento sensibile un liquido il quale presenti una caratteristica propria con curvatura contraria cosicchè in definitiva ne possa derivare una caratteristica rettilinea. Costruttivamente l'apparecchio è realizzato con due serbatoi di liquido collegati con un tubo di Bourdon cioè con un tubo appiattito ed avvolto come una molla a spirale piana; effettivamente vi sono due di tali tubi in parallelo ed in opposizione, alimentati ciascuno da un serbatoio cosicchè gli spostamenti risultanti dell'alberino comandato dalla doppia spirale siano proporzionali alla differenza di temperatura fra i due serbatoi. L'istrumento così costruito ha una coppia torcente molto maggiore di ogni altro apparecchio; in un istrumento per 500 W la coppia supera i 300 grammi-millimetri per ogni grado di rotazione dei tubi, ciò che significa una coppia di altre 6000 grammi-millimetri per l'intera escursione sulla scala. Inoltre l'istrumento può sopportare a lungo sovraccarichi di 4 a 6 volte il normale senza incidenti. Le perdite di potenza sono dell'ordine di 2 a 3 watt. Le variazioni di tensione, di fattore di potenza e di temperatura ambiente hanno influenza trascurabile sulle indicazioni dell'istrumento. Gli spostamenti dell'indice si mantengono uniformi su tutta la lunghezza della scala. *N.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

J. E. HARRELL, W. R. HOUGH — **Frenatura a corrente continua di motori a induzione.** (Elec. Eng., maggio 1935, pag. 488-490, con 11 fig.). **29 c**

La necessità di sempre più rapide accelerazioni e decelerazioni si fa sentire attualmente in molti campi, sia in trazione sia nelle industrie, ad esempio quelle metallurgiche pel comando dei laminatoi, ecc. Il principio della frenatura a corrente continua dei motori a induzione non è nuovo; un motore a induzione che sia in ro-

tazione sotto carico alla volontà di sincronismo meno un piccolo scorrimento tenderebbe a mantenersi in rotazione (escludendo l'effetto degli attriti e della ventilazione, ecc.) alla stessa velocità anche se si toglie l'alimentazione a corrente alternata; applicando una tensione continua a due o tre dei morsetti del motore trifase, si generano nello statore un certo numero di poli fissi di intensità e di polarità costanti, eguale al numero di poli pel quale la macchina è avvolta; nelle sbarre dell'avvolgimento rotorico si generano allora tensioni alternative e correnti circolanti che tendono ad arrestare il rotore. Questo schema fondamentale viene dagli AA. accuratamente discusso e illustrato nei suoi particolari. Variando la resistenza e la reattanza secondaria si può far variare la forma della curva caratteristica di frenamento e si può far variare anche la velocità alla quale si verifica il massimo sforzo frenante. Il sistema è stato applicato in via sperimentale ad un gruppo di motori a gabbia a vario numero di poli e con diverso valore della resistenza di avvolgimento rotorico e i risultati vengono riportati e discussi. Viene anche indicato un metodo per calcolare approssimativamente la corrente e la potenza da impiegare per frenare un certo carico in un certo tempo, indipendentemente dall'azione concomitante delle resistenze passive (attrito, ventilazione, ecc.). *N.*

H. Voigt — **La determinazione della « dispersione a corrente continua » di motori a canali profondi.** (E. u. M., N. 49, 9 dicembre 1934, pag. 573-577, con 9 fig.). **29 b**

La conoscenza della dispersione a corrente continua, ossia la dispersione totale alla frequenza $f = o$ nel rotore, è necessaria per la costruzione dello schema equivalente e del diagramma di lavoro dei motori a canali profondi ed a doppia gabbia. È possibile determinare tale dispersione estrapolando fino alla frequenza $f = o$ dalla curva che esprime la reattanza totale del motore in corto circuito alla frequenza nominale ed a diverse frequenze. Questo procedimento ha lo svantaggio di richiedere la regolazione della frequenza entro un ampio intervallo e comporta quindi delle difficoltà sostanziali in pratica. Il nuovo procedimento proposto dall'A. limita la regolazione di frequenza a qualche percento in più ed in meno della frequenza nominale. Esso è basato sulla proprietà seguente: l'inclinazione della tangente geometrica nel punto corrispondente alla frequenza nominale della curva rappresentante la reattanza totale in funzione della frequenza, fornisce una relazione fra le grandezze incognite del motore, la quale permette facilmente l'estrapolazione dell'intera curva fino alla frequenza $f = o$. Il procedimento comporta l'impiego di formule note da tempo che l'A. trasforma opportunamente ed applica separatamente per i motori a canali profondi ed a doppia gabbia. *V. D. Ma.*

RADIOTECNICA.

P. R. Arendt — **Una nuova stazione radiotrasmittente da 500 kW in America.** (E. T. Z., N. 43, del 25 ottobre 1934, pag. 1047-1048, con 1 figura). **34 c**

In seguito alla costruzione di una stazione radiotrasmittente su onda di 428 m da 500 kW a Cincinnati in America, l'A. esamina i limiti di convenienza di elevare la potenza delle stazioni radio e mostra come, dopo un certo limite, ad un notevole aumento della potenza emessa corrisponda un piccolo aumento del campo nel punto di ricezione. Così, secondo l'A., non si dovrebbe superare la potenza di circa 800 kW. L'A. paragona poi la pratica americana con quella seguita in Germania e conclude che in quest'ultimo Paese con minor potenza installata si è giunti ad assicurare una notevole estensione di area servita dalle stazioni anche nelle ore diurne. *Tt.*

F. Gerth — **Stazioni radiotrasmittenti iso-onda.** (E. T. Z., N. 45, dell'8 novembre 1934, pag. 1097-1100; N. 46, del 15 novembre 1934, pag. 1121-1123, con 9 fig.). **34 b**

L'A. enumera le condizioni che devono essere soddisfatte per poter assicurare l'esercizio con stazioni radio iso-onda, trasmittenti cioè tutte sulla stessa lunghezza d'onda: importanza speciale ha il rigoroso controllo della frequenza per tutte le stazioni. Inoltre vengono descritti gli impianti di due reti costruite in Germania per trasmissione iso-onda comprendenti ciascuna cinque stazioni. Infine viene trattato in generale il problema della trasmissione iso-onda, dal quale studio si può anche rilevare qual'è la portata approssimativa di ogni stazione, senza che si verifichino dannose interferenze da parte delle altre stazioni trasmittenti sulla stessa onda, purchè naturalmente tutte le stazioni siano della stessa potenza. *Tt.*

STATISTICA.

L. Fricke — **Produzione di energia elettrica nel Baden nel 1933.** (E.T.Z., N. 43, del 25 ottobre 1934, pag. 1053-1054, con 1 fig.). **36**

Il 1933 è stato per il Baden un'annata di scarse precipitazioni atmosferiche: tuttavia la regione non ne ha molto risentito grazie alla sua alimentazione idraulica da due diverse compagini orografiche, la Foresta Nera, e le Alpi per mezzo del Reno. Nel 1933 è entrata in servizio nel Baden la grande centrale idroelettrica di Albbruck-Dogern con 70.000 kW, così che la potenza complessiva installata nel Baden oltrepassa i 500.000 kW, di cui 400.000 idraulici e un po' più di 100.000 termici. Sono poi proseguiti i lavori per la costruzione delle centrali sfruttanti i due salti sul Meno, di Freudenberg e Faulbach, nonchè dei due salti sul Neckar di Guttenbach e Neckarzimmer. La produzione di energia elettrica è salita nel 1933 a 1280 milioni di kWh. *Tt.*

H. Schreiner — **La trazione elettrica in Norvegia.** (El. Bahnen, N. 12, dicembre 1934, pag. 274-275, con 1 fig.). **36**

Le linee norvegesi elettrificate ed in corso di elettrificazione comprendono 313 km di linea e 514 km di binario: per tutti, il sistema di trazione è a corrente monofase 15 kV, 16 2/3. Le linee sono così suddivise:

elettrificate:	lunghezza della linea km	lunghezza dei binari km
Oslo-Drammen-Kongsberg . . .	99.5	171
Notodden-Tinnoset	29.5	36
Oslo-Lillestrom	21.—	85
Oftenbahn Varwik-Riksgraensen.	42.—	55
in corso di elettrificazione:		
Kongsberg-Hjuksebo	37.—	38
Notodden-Skien-Borgestad . . .	60.—	38
Oslo-Ski	24.—	56

V. D. Ma.

TRASFORMATORI.

P. Bunet — **I trasformatori. Progressi recenti e tendenze attuali.** (La Tech. Mod., 15 marzo 1935, pag. 187-190, con 5 fig.). **39 a**

Notevoli e continui sono i perfezionamenti nei lamierini speciali al silicio, che permettono di raggiungere perdite a vuoto estremamente piccole e ciò consente di ridurre anche notevolmente la sezione del ferro, indipendentemente dalle proporzioni imposte fra queste e le perdite nel rame. I trattamenti degli avvolgimenti diventano anch'essi sempre più perfetti, e si valgono dei risultati delle esperienze dovute al periodo di grande sviluppo delle costruzioni. Nei lamierini magnetici si può ormai ritenere che la carta incollata su una delle facce ha fatto il suo tempo; si ricorre con molto maggior successo al trattamento con silicati. Nei riguardi della conservazione dell'olio nel cassone si stanno studiando varie soluzioni nell'intento di ridurre la superficie a contatto con l'aria poichè i vasi di espansione a conservatori d'olio non sono sempre i sistemi più adatti. Progressi veri si riscontrano nei trasformatori di grande potenza ed in quelli piccolissimi. Cure incessanti sono poste nello studio della forma dei cassoni per aumentarne gli effetti del raffreddamento. I trasfromatori schermati in Europa non hanno incontrato molti fautori mentre in America sono sostenuti da qualche grande Casa costruttrice. Sempre di più si diffondono poi i tipi a tre avvolgimenti ed interessanti si presentano i dispositivi di regolazione della tensione sotto carico. Studi ed esperienze più serrate si fanno infine nei laboratori per considerare gli effetti delle sovratensioni e sui diversi tipi di isolamenti, variamente ammarrati. *E. R.*

R. Kuechler — **Trasformatori per la regolazione della tensione sotto carico.** (E. T. Z., N. 43, del 25 ottobre 1934, pag. 1054-1057; N. 44, del 1° novembre 1934, pag. 1075-1079, con 16 fig.). **39 c**

Dopo aver passato rapidamente in rassegna i diversi sistemi di commutazione sotto carico, l'A. descrive in dettaglio il principio della inserzione graduale e dell'introduzione momentanea di una resistenza. Naturalmente i diversi sistemi prevedono tutti grande rapidità di manovra per evitare archi pericolosi. I commutatori per potenze fino a 300 kVA circa vengono solitamente incorporati nello stesso cassone del trasformatore, mentre per potenze fino a 2500 kVA vengono sistemati esternamente in modo da costituire un'apparecchiatura indipendente. Nell'articolo è descritto il caso particolare di un trasformatore da 1000 kVA con regolazione della tensione sottocarico. *Tt.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Automotrice a trazione Diesel-elettrica Armstrong-Witworth. (Engin., 21 dicembre 1934, pag. 672-674, con 14 fig.). **41 g**

Si tratta precisamente di un tipo di automotrice Diesel-elettrica, per la trazione di treni assicuranti il servizio fra il porto di Santos e la città di San Paolo. Viene premessa una descrizione delle particolarità del treno, della sua composizione, ecc. Ad una delle vetture è collegato, mediante articolazione meccanica, un furgone motore racchiudente un gruppo generatore da 350 kW, equipaggiato con motore Diesel. L'energia così prodotta alimenta due motori elettrici di comando delle ruote, disposti nella parte anteriore della automotrice e due motori elettrici montati nella parte posteriore. *E. R.*

CRONACA TECNICA

CONDUTTURE.

9 b Un tipo di pali in lamiera di ferro per linee elettriche è descritto in *The Elec.* 19 ottobre 1934, pag. 499. I pali sono formati di pezzi cilindrici a sezione elittica saldati, lunghi ciascuno m 2 e di diametro e spessore variabile secondo l'altezza del palo da costruire. I tubi sono normalizzati in 12 dimensioni e con queste possono venire costruiti 55 diversi tipi di pali. Un palo a 5 sezioni può essere costruito e montato in posizione verticale da 2 uomini in meno di 3 minuti. Il peso di questi pali in lamiera è 1/3 o 1/4 di quello dei pali corrispondenti in legno; i pezzi smontabili sono assai facilmente trasportabili. La resistenza dei pali costruiti è assai elevata. Parecchie linee sono già state costruite con questo sistema specialmente in Germania e il loro uso tende a diffondersi anche in altri paesi. *Ri.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

11 c Lo spessore delle bobine induttrici influisce sulle fughe interpolari in modo controverso secondo i diversi autori. In *R. G. E.* (1° dicembre 1934, pagg. 757-63) Lehmann, passando attraverso la considerazione della spira equivalente, stabilisce una relazione tra le fughe della bobina e quella del manto di corrente di eguale altezza. Raccolti i risultati per una ventina di casi diversi riferentesi ad alternatori e a dinamo l'A. svolge qualche applicazione mostrando come l'influenza dello spessore delle bobine sia sensibile e diventi cospicua per i poli bassi. *G. Cc.*

11 b Delle prove meccaniche sui perni e sopporti di contatori riferisce in *R.G.E.* (1° dicembre 1934, pagg. 783-87) Mauser descrivendo il macchinario adottato da una società parigina e da alcuni laboratori esteri e illustrando le modalità delle esperienze sulla resistenza dei sopportini a sfera, dei perni e delle pietre dure con metodi ottici, sulle prove di usura, sulla determinazione delle coppie resistenti di attrito.

Lo stesso Autore in un fascicolo successivo della *R.G.E.* (15 dicembre 1934, pagg. 863-67) svolge uno studio relativo all'evoluzione e ai miglioramenti di carattere meccanico, elettrico ed economico introdotti nei contatori valutando i fattori che permettono di esprimerne comparativamente il merito. *G. Cc.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

14 c Un riassunto delle attuali teorie sulla natura della luce è esposto in *The Elec.* 14 settembre 1934, pag. 328. È in particolare presa in considerazione la propagazione di una perturbazione magnetica nello spazio libero sulla base delle teorie di Maxwell e di Faraday. Le relazioni di Fresnel permettono di interpretare una quantità di fenomeni, sebbene non possano interamente interpretare tutte le osservazioni sperimentali. *Ri.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

15 v Sui generatori elettrostatici riferisce Jolivet in *R. G. E.* (17 novembre 1934, pagg. 698-70) richiamandosi ai lavori di Chaumat e Lefrand e rivolgendo l'attenzione specialmente alla eccitazione. L'A. esamina due sistemi di autoeccitazione funzionanti a carica residua, e ad intermittenze. *G. Cc.*

15 b Un abbaco per la determinazione delle componenti simmetriche dirette e inverse di un sistema trifase è descritto in *R. G. E.* (19 gennaio 1935, pag. 81-86) da Iliovici. Si tratta di un abbaco tripolare formato da archi di cerchio intersecantisi che dà con semplici letture e calcoli di rapporti il valore scalare del vettore e l'angolo di sfasamento nei due casi che la risultante del sistema sia nullo o sia diversa da zero. *G. Cc.*

IMPIANTI.

20 i Sugli impianti idroelettrici della Scozia sono contenute parecchie notizie in *The Elec.* 21 settembre 1934, pag. 359. Attualmente sono in costruzione o già in servizio 7 gruppi di impianti con una potenza totale di 169.700 kW; è proposta la costruzione di altri impianti per 155.600 kW. Il gruppo principale è costituito da quello del Lochaber da 80.000 kW completamente regolato in modo da poter sopportare continuamente un fattore di carico da 90 % a 100 %. In altri casi si hanno impianti che pur disponendo di una portata continua hanno la centrale proporzionata per un fattore di carico del 50 %. Di questo genere è l'impianto proposto di Glen Affric per 59.000 kW. *Ri.*

20 i La centrale idroelettrica ad accumulazione fra il Lago Nero e il Lago Bianco nei Vosgi viene descritta nel n. 35 del 30 agosto 1934 dell'*E.T.Z.* L'impianto è destinato a funzionare come integrazione per le ore di punta della grande centrale di Kembs sul Reno. La centrale è costruita nelle vicinanze del Lago Nero, che ha il livello di massimo invaso alla quota di 950,5 m sul mare e utilizza lo scarico del Lago Bianco, che ha il livello di massimo invaso alla quota di 1060 m. La distanza fra i due laghi è di 1 km, il massimo dislivello di 128 m. La centrale è equipaggiata con quattro gruppi, che possono dare una potenza massima complessiva di 120.000 kW. Necessitano 6 ÷ 7 ore per utilizzare il quantitativo di acqua di accumulazione, pari a circa 2 milioni di m³. Per la ricarica del bacino del Lago Bianco con tale quantitativo d'acqua occorrono poi da 12 a 13 ore utilizzando tre pompe di 13 m³/sec complessivi coll'impiego di 20.000 kW e una quarta pompa da 8 m³/sec coll'impiego di 12.000 kW. In questo impianto si è verificato nel primo trimestre dal 1934, durante i primi mesi d'esercizio, un grave incidente in cui perdettero la vita 9 persone, in seguito alla rottura di una tubazione di distribuzione per l'adduzione dell'acqua alle turbine e al conseguente improvviso scarico di tutta l'acqua del Lago Bianco direttamente nel locale della centrale. *Tt.*

20 i La nuova centrale di trasformazione di Givors (Lione) è descritta da Vielle in *R. G. E.* (22 dicembre 1934, pagg. 883-97). Comprende un complesso di installazioni all'aperto per l'apparecchiatura a 150-120 e 40 kV e con una potenza totale di 40.000 kVA e un locale per l'apparecchiatura a 10.000 V, il quadro di manovra, i servizi ausiliari, un autotrasformatore per la regolazione della tensione e due compensatori asincroni per il rifasamento, da 7500 kVA ciascuno. Sui due trasformatori principali è stata applicata la protezione Buchholz; sulle linee, quella differenziale oppure la protezione con relais di terra Siemens. Un'apposita stazione di servizio è stata istituita per la manutenzione dell'olio dei trasformatori. *G. Cc.*

20 i La centrale idroelettrica a bassa caduta di Argancy sulla Mosella presso Metz è descritta da Paussert in *R. G. E.* (19 gennaio 1935, pagg. 93-91). Funziona con salti variabili tra m 3,80 a m 1,50 e comprende tre gruppi da 1360 kVA a 5000 V con trasformazione a 17.500 V. Le turbine, del tipo Kaplan, sono ad asse verticale e a pale variabili ed hanno una portata nominale di 45,7 mc/sec ciascuna con una velocità di 75 giri al minuto. Il rendimento varia tra 0,88 e 0,95 e non scende mai, nella condizioni più critiche, al disotto di 0,75. *G. Cc.*

RADIOTECNICA.

34 c La nuova stazione radiotrasmittente di Droitwich entrata in servizio in Inghilterra nel settembre 1934 è descritta in *The Elec.* 14 settembre 1934, pag. 323. La stazione ha una potenza di antenna di 150 kW; le antenne sono alte m 230. L'energia è fornita da 4 gruppi Diesel-alternatore da 470 kW a 375 giri al minuto. L'alimentazione dell'alta tensione per il trasmettitore è ottenuta per mezzo di raddrizzatori a vapore di mercurio alla tensione di 20.000 V. La stazione funziona ad onde lunghe; il trasmettitore comprende 5 unità, di cui la prima è un semplice amplificatore di potenza a bassa frequenza a 3 stadi; il secondo è un amplificatore di potenza a 2 stadi in alta frequenza; la terza e la quinta unità sono le 2 metà dello studio finale a modulazione in alta frequenza collegate in push-pull; la quarta unità contiene i circuiti di accoppiamento. *Ri.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

40 c Le reti sotterranee a maglia per bassa tensione sono state applicate con successo per la distribuzione a Berlino. A. Segall, in R.G.E. (17 novembre 1934, pagg. 703-709), dopo aver esposto alcune considerazioni generali relative sopratutto a questioni economiche descrive le principali caratteristiche dell'impanto e in particolare le cabine di trasformazione (30 kV/220 V), i dispositivi di protezione (relais Buchholz, indicatori e relais termici e sovraccarico sull'alta; relais a ritorno d'energia sulla bassa; fusibili di tipo speciale sulla rete) e dà notizia infine dei risultati d'esercizio. *G. Cc.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 a Elettrificazione della linea Bona-Qued Keberit in Algeria. — Dal n. 36 nel 6 settembre 1934 dell'*E.T.Z.*, si rileva che dal luglio 1933 viene esercitata elettricamente con sistema a corrente continua 3000 volt la linea Bona-Qued Keberit in Algeria, lunga 164 km, destinata al trasporto di minerali metallici e fosfatici. Lungo un tronco di 108 km la linea presenta molte gallerie e pendenze fino al 25 per mille. L'energia elettrica viene prodotta a Bona in una centrale termica, che abbrucia carbone importato, provvista di quattro gruppi turbogeneratori da 10.500 kVA ciascuno. Alle sottostazioni di conversione lungo la linea l'energia viene addotta alla tensione di 90 kV; ogni sottostazione è equipaggiata, oltre che con trasformatori 90/5 kV, con un gruppo di conversione da 2500 W, costituito da un motore sincrono e da due dinamo per 1500 volt connesse in serie. Nella parte montuosa si è data la preferenza ai gruppi in vista della possibilità di ricupero di energia. I locomotori, del tipo Co-Co, sono equipaggiati con sei motori da 300 kW ciascuno. La velocità massima è di 75 km/h. *Tt.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

CONVOCAZIONE DELL'ASSEMBLEA

La **Assemblea Generale Ordinaria dei Soci** avrà luogo giovedì 26 settembre alle ore 17 a Santa Margherita Ligure col seguente

ORDINE DEL GIORNO:

1) *Comunicazioni della Presidenza;*
2) *Comitato Elettrotecnico Italiano;*
3) *Bilanci;*
4) *Nomina dei Revisori per l'esercizio* 1936;
5) *Eventuali.*

Il Segretario Generale
A. BARBAGELATA

XL RIUNIONE ANNUALE

SANTA MARGHERITA LIGURE - 23-28 Settembre 1935-XIII

PROGRAMMA DI MASSIMA

LUNEDÌ 23 Settembre.

Ore 11 — *Consiglio Generale dell'A. E. I.*
» 14,30 *Comitato Elettrotecnico Italiano.*
» 17,30 *Seduta inaugurale.*

MARTEDÌ 24 Settembre.

Ore 9 — 1ª *Seduta tecnica.*
» 15 — 2ª *Seduta tecnica.*
» 21,30 *Conferenze.*

MERCOLEDÌ 25 Settembre.

Ore 9 — 3ª *Seduta tecnica.*
» 13,30 Partenza per Genova in torpedone, offerto dalle Società Elettriche della Liguria, per la visita a nuovi impianti industriali (Centrale della Chiappella - San Giorgio - Piazzale Camionale, ecc.).
» 18,05 Ritorno a Santa Margherita.
» 20,30 Pranzo offerto dalle Società « CIELI », « TERNI » e « UNES ».

GIOVEDÌ 26 Settembre.

Ore 9 — 4ª *Seduta tecnica.*
» 14,30 5ª *Seduta tecnica.*
» 17 — *Assemblea Generale dell'A. E. I.*
» 20 — Pranzo sociale.

VENERDÌ 27 Settembre.

Ore 7,58 Partenza in treno per La Spezia.
» 9,44 Arrivo a La Spezia.
» 10 — Visita all'Arsenale de La Spezia.
» 11,30 Visita panoramica della città.
» 12,30 Colazione offerta dalla Società Acciaierie e Ferriere Lombarde Falck.
» 13,30 Partenza per Pontremoli.
» 14,30 Visita della Centrale di produzione e conversione dell'energia della S.A.F.L. Falck e delle opere idrauliche relative.
» 17,30 Partenza per la La Spezia.
» 19,04 Partenza per Santa Margherita di chi non partecipa alla gita successiva, oppure, pernottamento a La Spezia.

SABATO 28 Settembre.

Per chi parte da Santa Margherita:

Ore 5,43 Partenza da Santa Margherita.
» 7,22 Arrivo a Carrara Avenza.

Per chi pernotta a La Spezia:

» 6,50 Partenza in torpedone da La Spezia.
» 7,50 Arrivo ad Avenza.
» 8 — Partenza da Avenza in torpedone.

Ore 8,20 Partenza per le cave con il treno della Società Marmifera.
» 9,35 Arrivo in località Ravaccione – Visita alle cave dell' « Amministrazione ».
» 10,45 Partenza da Ravaccione.
» 12,30 Colazione.
» 15 — Visita ad un laboratorio di lavorazione dei marmi e, probabilmente, all'esposizione dell'industria del marmo; segue visita libera della città.
» 17 — Partenza da Carrara in torpedone.
» 19,04 Partenza da La Spezia in ferrovia.
» 20,11 Arrivo a Santa Margherita Ligure.
» 0,10 Arrivo a Torino per chi partecipa la domenica 29 settembre al Raduno straordinario dei soci dell'A. E. I. per la celebrazione di Galileo Ferraris.

Per le Signore sono previste speciali escursioni a San Fruttuoso, Portofino Vetta, Sestri Levante, Rapallo, ecc.

PROGRAMMA TECNICO

« MISURE »

A) DI CARATTERE GENERALE.

SARTORI R. – La misura mediante tubi elettronici di piccole tensioni e correnti costanti (**26**).
VECCHIACCHI F. – La misura mediante tubi elettronici delle tensioni alternative.
VECCHIACCHI F. – Un decennio di progressi nel campo delle misure di frequenza (**23**).
VECCHIACCHI F. – Moderni progressi nell'analisi armonica elettrica (**32**).
PONTREMOLI E. – Moderni progressi negli oscillografi catodici (**29**).
RUTELLI G. – Prove su tubi trasmettenti e di potenza (**16**).
BOCCI F. – Sul fasometro a triodi (**15**).
BOSONE L. – I dispositivi di schermatura e di guardia nelle misure elettriche (**2**).
LUCCHI I. – Il galvanometro balistico e la misura degli impulsi elettrici di forma esponenziale (**13**).
SEVERINI E. – L'impiego dell'oscillografo in alta e in bassa frequenza (**17**).
PIONTELLI R. – Le pile campione dal punto di vista elettrochimico (monografia) (**20**).
PIONTELLI R. – Sulla determinazione della differenza di potenziale di elettrodi singoli.
SACERDOTE G. – La misura dei rumori (**19**).
BENUSSI P. – Oscillografo a specchio con motore sincrono a frequenza comandata (**21**).

B) COMUNICAZIONI.

BERNETTI S., MARIETTI F. – Misure nell'esercizio delle radiodiffusioni (**25**).
BOELLA M. – Misure di stabilità dei tubi elettronici.
BOELLA M. – Misura dell'angolo di perdita dei condensatori in a. f. (**10**).
BOELLA M. – Misure assolute di resistenza in a. f.
FERRARIO M. – Misura della resistenza equivalente dei circuiti per radiofrequenze.
RUTELLI G. – Rilievo delle caratteristiche di radiazione delle antenne per mezzo di aeroplani.
RUTELLI G. – Misure sulla linearità di sistemi ricorrenti nella radiotecnica.
GNESUTTA E., MALAVASI A. – Misura della percentuale di modulazione nei trasmettitori radiofonici.
COCCI G. – Induttanze a radiofrequenza (**30**).
GRAMAGLIA G. – Rilievo di caratteristiche di tubi elettronici trasmittenti (**9**).
BOELLA M. – Un metodo assoluto di misura della resistenza equivalente dei circuiti oscillatori.
PINCIONE G. – Le misure sui radioricevitori.
SALOM G. – Sulla misura della selettività dei radioricevitori (**18**).
DI ROBERTO P. P. – Sulle misure di selettività (**12**).
LECCHI P. – Misure elettroacustiche su altoparlanti nella radio industria (**22**).
TREVES S. – Terminologia e misure nella trasmissione telefonica (**8**).
NICCOLAI L. – Misure delle tensioni psofometriche nei circuiti telefonici.
BORSARELLI C., VECCHIACCHI F. – Il risuonatore piezoelettrico.
BOZZI G. – La misura del fattore di distorsione (**27**).
NICOLICH A. – Nuovi tipi di multivibratore.

C) IMPIANTI INDUSTRIALI.

ALFIERI S. – Sulla misura delle precipitazioni nell'alta montagna (**5**).
VISENTINI M. – Misura della evaporazione dagli specchi liquidi (**7**).
BOTTANI E. – La misura dei componenti simmetrici nei sistemi trifasi qualunque.

USIGLI B. – Perfezionamenti negli istrumenti di misura industriali indicatori e registratori.
LUCCHINI A. – Le moderne tendenze degli indicatori di zero.
MEDA G. – Comportamento delle resistenze addizionali per wattmetri.
BOSISIO L. – Misure industriali di correnti e tensioni a frequenze di scorrimento (**28**).
SOMEDA G. – La misura di correnti continue di grande intensità (**35**).
BOTTANI E. – Perfezionamenti nella teoria dei riduttori di tensione e delle prove relative.
PAGLIARI G. – La taratura dei riduttori di tensione.
DE POL P. – Il primo riduttore di tensione per 350 kV. – Risultati di prova (**38**).
BARBAGELATA A. – Sui comparatori per la prova dei trasformatori di misura (**40**).
PUGNO VANONI E., DI PIERI C. – La misura delle alte tensioni mediante spinterometri (**37**).
DE POL P. – Note sulla misura delle alte tensioni per mezzo dello spinterometro.
PIVA P. – La costante di tempo delle resistenze da laboratorio (**11**).
REGOLIOSI P. – Sulla precisione raggiungibile nella misura della cifra di perdita dei lamierini magnetici.
SOMAINI G. – Apparecchi idroelettrodinamometrici. (Nuovo permeametro) (**4**).
SAVAGNONE R. – Di un nuovo metodo per la rapida misura dei campi magnetici.
SAVAGNONE R. – Misure e determinazione di rendimento nei gruppi trasformatori-raddrizzatori a vapori di mercurio.
DE FASSI G. – Misure dell'effetto corona.
KEINATH G. – La registrazione delle perdite dielettriche negli apparecchi ad alta tensione mediante un raddrizzatore vibrante (**14**).
DASSETTO G. – Metodi di misura delle vibrazioni su linee elettriche (**6**).
DE STEFANI C. – Misure stroboscopiche.
BARLETTA S. – Misure di alti e altissimi vuoti (**3**).
ARIMONDI E. – Considerazioni su sistemi di misura e di tarifficazione dell'energia elettrica in relazione al fattore di potenza. (Vedi *L'Elettrotecnica* del 25 luglio 1935) (**1**).
BOZZI G. – Il rilievo mediante diodi delle caratteristiche magnetiche del ferro.
BERETTA U., JACOPETTI M. M. – La misura della resistenza interna di accumulatori e di elettrolizzatori (**34**).
JACOPETTI M. M. – Misure relative alle correnti vaganti (**33**).
VIVIANI G. – L'influenza della temperatura sui contatori elettrici (**24**).
ASTA A. – Risultati dell'applicazione ai motori asincroni trifasi della prova a vuoto e a squilibrio per interruzione di una fase (**36**).
LAMPIS C. – Sulla prova dei trasformatori elettrici da forno (**31**).

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

NORME CONDUTTORI IN RAME NUDO

Nell'articolo **2.1-09** le ultime parole « diametro immediatamente superiore » della avvertenza apposta in calce alle tabelle I e II (pag. 11 e 12) vanno riferite al valore del diametro e non alla posizione sulla tabella.

Così ad esempio, nel caso di tabella I, per un diametro di mm 2,25 ci si deve riferire ai requisiti del filo da 2,50 mm e non già a quello da 2,00 mm.

Si è creduto opportuno di fare questa precisazione sebbene la dizione usata nelle Norme sia perfettamente corretta.

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI MILANO

Sabato 1° giugno corrente anno è stata effettuata una **visita alla specola astronomica di Merate** ed alla **sottostazione di smistamento e trasformazione della Società Anonima Orobia** pure a Merate.

I Soci, in numero di settanta circa, partiti da Milano su comodi torpedoni, si sono recati anzitutto alla specola astronomica di Merate. Erano a riceverli l'Ing. E. De-Caro ed il Dott. L. Gratton, i quali hanno poi guidato ed accompagnato i Soci nella visita dell'Osservatorio fornendo loro chiare, complete ed esaurienti spiegazioni sugli scopi, l'attrezzatura ed il lavoro dell'Osservatorio stesso. Questo, insieme con quello di Brera in Milano (del quale può considerarsi succursale), può ritenersi come il più importante d'Italia, e per impianti e per potenzialità di strumenti.

La suppellettile strumentale consta essenzialmente del grande *Telescopio Riflettore* (102 cm.) costruito dalla casa Zeiss e fornito al Governo Italiano in conto riparazioni di guerra. Tale riflettore può essere adoperato nelle due montature di specchi Newtoniana e Cassegrain, dipendentemente dal genere di osservazioni in corso.

Accurate considerazioni condussero il Direttore della specola, Sua Ecc. E. Bianchi, a preferire per l'istrumento il doppio appoggio dell'asse polare in modo da garantire grande stabilità a tutto l'insieme pur permettendo il libero movimento del telescopio in tutte le direzioni del cielo. Il sistema ottico è costituito essenzialmente da uno specchio concavo a forma di paraboloide di rivoluzione, ricavato da un blocco cilindrico di vetro del diametro di 107 cm e dello spessore di 17 cm.

Nella montatura Cassegrain, che attualmente si adopera, si adotta un secondo specchio a sezione iperbolica di 28 cm di diametro sul quale si riflettono una seconda volta i raggi luminosi prima di riunirsi nel fuoco; detto specchio può spostarsi con facilità lungo l'asse del tubo, per correggere le eventuali variazioni di focatura durante l'osservazione.

L'istrumento è munito di *camera fotografica* per determinazioni astrometriche, alla quale può sostituirsi lo *spettrografo* per la fotografia degli spettri stellari. Il sistema ottico è completato da un cannocchiale rifrattore di 20 cm di apertura e di 301 cm di distanza focale, munito di micrometro di posizione.

Infine 5 differenti oculari permettono di ottenere una gamma d'ingrandimenti variabile da un minimo di 33 a un massimo di 3260.

Tutti i movimenti dello strumento e della cupola vengono effettuati elettricamente.

La trasmissione del movimento diurno, per cui l'istrumento può rimanere costantemente puntato verso un dato punto del cielo durante tutto il tempo dell'osservazione o della posa fotografica, è effettuata mediante alberi a giunti cardanici, connessi a un motore munito di autoregolatore e controllo di velocità; per i rapidi movimenti in declinazione e in angolo orario vi sono due motori trifasi il cui comando è ottenuto mediante appositi relais elettromagnetici.

Altri circuiti a relais provvedono all'inserzione di particolari motori e dispositivi atti a realizzare *piccoli movimenti* di aggiustamento in angolo orario e in declinazione.

La specola di Merate possiede inoltre altri due strumenti allogati in padiglioni costruiti ai due lati della cupola principale (riflettore Zeiss), e cioè: un *cerchio meridiano*, attualmente fuori uso, e uno *strumento dei passaggi* « Bamberg » a cannocchiale spezzato. Completano la dotazione strumentale dell'Osservatorio 6 pendoli, di cui 5 a tempo siderale e uno a tempo medio, un *micromicrometro* o misuratore di lastre per la fotografia celeste, e, fra breve, un *microfotometro*, attualmente in costruzione nell'officina annessa al R. Osservatorio di Brera.

Fra le osservazioni più importanti attualmente in corso nella specola di Merate vanno poste in prima linea le determinazioni, con metodo trigonometrico e fotografico, di *parallassi stellari*, la cui ricerca, come è noto, costituisce uno dei problemi più importanti e delicati dall'Astronomia Siderale.

Il metodo fotografico, nella ricerca di parallassi stellari, richiede grandi distanze focali e nello stesso tempo rende necessari particolari accorgimenti tra i quali citiamo l'artificio atto a ridurre le dimensioni delle immagini fotografiche delle stelle più brillanti, attenuandone lo splendore mediante l'impiego di settori ruotanti.

Altre ricerche notevoli riguardano lo studio intrapreso dal Prof. Cecchini e dal Dott. Gratton sullo spettro della *Nuova Herculis*, scoperta il 14 dicembre dello scorso anno; le conclusioni di queste ricerche sembrano confermare alcune particolari ipotesi sul fenomeno delle stelle *Novae*.

Altri studi di carattere astronomico-geodetico (variazione della latitudine locale) e sopra argomenti astronomici diversi completano l'attività del personale scientifico della R. Specola di Merate.

Subito dopo i soci si sono recati alla *Sottostazione della Società Orobia*, dove sono stati ricevuti dal Direttore, Ing. Amati, dall'Ing. Barenghi e da altri Ingegneri e Tecnici della Società. Sotto la loro guida i Soci, divisi in opportune squadre, hanno potuto fare una visita completa ed accurata della cabina, della quale hanno ammirato l'accuratezza dell'esecuzione e la chiara disposizione dei circuiti.

La cabina è il nodo principale della rete della Società Orobia: due terne a 23 000 volt la collegano agli impianti della Edison, altre due terne a 30 000 volt la collegano a Lecco agli impianti della Società Orobia; da essa partono poi numerose linee a 6000 volt per l'alimentazione della rete di distribuzione locale.

Opportuni trasformatori servono per i collegamenti tra le diverse tensioni ed in buona parte sono provvisti di variatore di tensione sotto carico. È pure prevista l'installazione di condensatori sincroni.

Alla fine della visita la Società Orobia, con gentile pensiero, ha offerto un ben assortito rinfresco, che è stato assai gradito ai Soci ed alle gentili signore e signorine che in buon numero li avevano accompagnati.

* *

SEZIONE DI ROMA

Assemblea Ordinaria dei Soci del 6 maggio 1935-XIII. — L'Assemblea indetta in prima convocazione per le ore 21,15 per discutere il seguente

Ordine del giorno:

1º) Comunicazioni della Presidenza;
2º) Situazione finanziaria e bilanci;
3º) Elezione delle cariche sociali;
4º) Varie ed eventuali;

è stata tenuta, dato il numero dei soci presenti, in seconda convocazione alle ore 22,30 dopo la conferenza dell'Ing. Sisto Sammarco sui « Forni elettrici ».

Il Presidente apre la seduta ed inizia la discussione dell'Ordine del giorno:

1. - Comunicazioni della Presidenza.

Il Presidente dopo aver aver rivolto un mesto e deferente saluto alla memoria dei Colleghi:

Lanzerotti Dott. Ing. Andrea — Di Pirro Prof. Giovanni — Falcone Comm. Guido — Rebaudi Dott. Ing. Vittorio —, Mariani Dott. Ing. Emilio; defunti durante l'anno 1934.

parla del movimento dei soci verificatosi durante l'anno 1934, facendo notare che il numero di essi al 31 dicembre 1934 è diminuito rispetto a quello al 31 dicembre 1933 e precisamente da complessivi 442 si è passati a 435. Tale movimento si compendia nello specchio seguente:

Riassunto numerico dei soci al 31-12-1934:

Soci individuali:		
Soci al 31 dicembre 1933		N. 408
» ammessi dal 1-1 al 31-12-1934	N. 12	
		» 22
		N. 430
Soci passati ad altre Sezioni	N. 8	
» dimissionari	» 16	
» defunti	» 5	
		N. 29
Totale soci al 31 dicembre 1934		N. 401
Soci collettivi:		
Soci al 31 dicembre 1933		N. 32
» dimissionari dal 1-1 al 31-12-1934		» 1
Totale soci al 31 dicembre 1934		N. 31
Soci studenti:		
Soci studenti al 31 dicembre 1933		N. 2
» ammessi dal 1-1 al 31-12-1934		» 2
		N. 4
» dimissionari		» 1
Totale soci al 31 dicembre 1934		N. 3

Senonchè durante il 1935 notasi un notevole miglioramento perchè il numero dei soci è tornato ad aumentare, ed è da augurarsi che tale cenno di risveglio abbia a continuare per l'incremento della nostra Sezione.

A tale riguardo il Presidente rivolge particolare invito a tutti i Soci di fare attiva propaganda per accrescere il numero degli inscritti.

Il Presidente segnala quindi all'Assemblea l'attività svolta in questo senso dal Consigliere di Sezione, Dott. Ing. Nestore Riccioni, il quale, sensibile alle esortazioni del Consiglio Direttivo, procurò in brevissimo tempo 33 soci.

L'Assemblea rivolge un vivo plauso e ringraziamento all'Ing. Riccioni.

Il Presidente passa quindi in rassegna l'attività svolta dalla Sezione durante l'anno 1934 che, per quanto riguarda conferenze, visite e gite, si riassume come segue:

Gneme Gr. Uff. Giuseppe: « Uno sguardo al telegrafo » (15-1-1934).
Giannini Dott. Gabriello: « Sulle caratteristiche acustiche degli ambienti » (19-1-1934).
Del Vecchio Ing. A.: « La cellula fotoelettrica e le sue applicazioni » (3-2-1934).
Guasco Ten. gen. Giuseppe: « Utilizzazione delle radiazioni visibili ed oscure dello spettro nella trasmissione della parola a distanza » (16-2-1934).
Fiorentini Dott. Ing. F.: « L'elettrificazione della Ferrovia Roma-Civitacastellana-Viterbo » (23-2-1935).
Gori Dott. Ing. Vittorio: « Sul progetto di massima degli apparati radiotrasmittenti a triodi » (28-2-1934).
De Giuli Dott. Ing. J.: « Cenni sulla telegrafia sottomarina » (2-3-1934).
Montefinale Comm. G.: « Radiofari marittimi ed aerei » (9-3-1934).
Colombo Dott. Ing. Riccardo: « La cinematografia sonora » 17 marzo 1934).
Ricchetti Gen. Aurelio: « Della difesa chimica in generale » (17 marzo 1934).
Maggiore Foà: « Gli aggressivi chimici » (20-3-1934).
Maggiore Ferri: « Difesa individuale, collettiva e assistenza » (6 aprile 1934).
Immirzi Dott. Ing. Vittorio: « L'autovettura nuova concorrente dell'automotrice elettrica » (13-4-1934).
Ten. Col. Pellegrini: « Impiego degli aggressivi chimici » (15 aprile 1934).
Allievi Dott. Ing. Lorenzo: « Arresto di una colonna liquida » (19 aprile 1934).
Lori Dott. Ing. Ferdinando: « Le costanti dell'universo » (4-5-1934).
Giorgi Prof. Giovanni: « I filtri elettrici e il loro uso nell'elettrotecnica moderna » (4-5-1934).

Elenco visite:

Visita ai lavori di liberazione della Mole Adriana (15-3-1934).
Visita alla Città del Vaticano (13-5-1934).
Visita alla sottostazione ambulante automatica a vapori di mercurio (18-11-1934).
Visita al Centro di trasformazione e di distribuzione di via Piacenza (16-12-1934).

Espone infine, nelle sue linee generali, il programma di attività da svolgere nell'anno in corso.

L'Assemblea approva all'unanimità.

Contributo della Sede Centrale alla Sezione di Roma per la Biblioteca.

Il Presidente comunica che la Sede Centrale ha reso noto che, per esigenze di bilancio, non potrà più mantenere il contributo di L. 5.000, alla Sezione di Roma per la Biblioteca. Aggiunge che a tale riguardo egli ha avuto colloqui anche con il Presidente Generale per cercare di contemperare le esigenze di bilancio della Sede Centrale con quelle della Sezione e trovare una equa soluzione.

Il Presidente aggiunge che al suo interessamento si è unito quello del Prof. Lombardi e dà lettura di un telegramma da Milano dello stesso Professore. Il telegramma dice: « Presidenza Generale verserà contributo Biblioteca 2500 - Lombardi ».

Il Presidente sottopone all'Assemblea la questione.

L'Assemblea approva all'unanimità la soluzione trovata e rivolge un plauso al Presidente ed al Prof. Lombardi.

2. - Situazione finanziaria e bilanci.

Il Presidente dà la parola al Cassiere Mazzolani per l'esposizione del bilancio consuntivo 1934 e preventivo 1935, qui di seguito riportato:

BILANCIO CONSUNTIVO - ANNO 1934

ENTRATE	
Versamenti dei soci (All. 1)	L. 27.651,—
Quote soci morosi (All. 1)	» 2.576,50
Interessi attivi	» 2.950,—
Contributo della Sede Centrale alla Biblioteca per il 1934	» p. m.
Contributo della Sede Centrale alla Biblioteca per il 1933	» 5.000,—
Avanzo d'amministrazione 1933	» 518,15
Prelevamento riserve patrimoniali	» 10.843,27
Totale	L. 49.539,12
USCITE	
Contributo alla Sede Centrale (in conto) (All. 1)	L. 11.208,—
Locali, affitto, riscaldamento ecc. (V. All. 2)	» 7.143,45
Gestione Biblioteche (V. All. 3)	» 8.191,62
Amministrazione (personale, cancelleria, posta, stampati, ecc.) (V. All. 4)	» 7.914,85
Spese per conferenze, gite, ecc. (V. All. 5)	» 856,20
Spese varie (V. All. 6)	» 200,—
Saldo contributi alla Sede Centrale per l'anno 1933	» 14.025,—
Totale	L. 49.539,12
Residui attivi:	
Quote soci morosi al 31-12-1934	L. 8.900,—
Contributo della Sede Centrale alla Biblioteca per l'anno 1934	» 5.000,—
Totale	L. 13.900,—
Residui passivi:	
Saldo contributi alla Sede Centrale per l'anno 1934: L. 23.635,— — 11.208,—	L. 12.427,—
Totale	L. 12.427,—
Situazione patrimoniale al 31 Dicembre 1934:	
Contante in Cassa	L. 2.672,33
Titoli di proprietà (val nom.):	
Prestito della Conversione	» 28.000,—
Buoni del Tesoro	» 10.000,—
Mobili, materiali, libri e periodici (p. m.)	» 1,—
Fondo liquidazione personale	» 2.500,—
Totale	» 43.173,33

BILANCIO PREVENTIVO - ANNO 1935

ENTRATE		
Contributi soci individuali residenti n. 312 a L. 80	L. 24.960,—	
» soci indiv. non residenti n. 84 a L. 65	» 5.460,—	
» soci indiivduali esteri n. 5 a L. 125	» 625,—	
» soci collettivi n. 31 a L. 280	» 8.680,—	
» soci studenti n. 3 a L. 50	» 150,—	
		L. 39.875,—
Interessi attivi		» 1.480,—
Contributo della Sede Centrale alle Biblioteche		» 2.500,—
Proventi vari		» 5.190,—
Totale		L. 49.045,—

USCITE

Contributi alla Sede Centrale:		
per soci individuali n. 396 a L. 50	L. 19.800,—	
per soci esteri n. 5 a L. 95	» 475,—	
per soci collettivi n. 31 a L. 150	» 4.650,—	
per soci studenti n. 3 a L. 40	» 120,—	
		L. 25.045,—
Locali (affitto, illuminazione, ecc.)		» 7.000,—
Gestione Biblioteche		» 8.000,—
Amministrazione (personale, cancelleria, stampati, ecc.)		» 8.000,—
Spese per conferenze, gite, ecc.		» 1.000,—
Totale		L. 49.045,—

FONDAZIONE ASCOLI

ATTIVO

Contanti in cassa al 1-1-1934	L. 2.466,50
Buoni del Tesoro (val. nom.)	» 45.000,—
Interessi 1934	» 2.250,—
Totale	L. 49.716,50

PASSIVO

Fondo patrimoniale	L. 45.000,—
Pagamento premio 1934	» 2.000,—
Spese varie	» 5,25
Avanzo di cassa	» 2.711,25
Totale	L. 49.716,50

FONDAZIONE NATHAN

ATTIVO

Contanti in cassa al 1-1-1934	L. 306,20
Titoli Prestito Conversione (val. nom.)	» 19.000,—
Interessi 1934	» 1.662,50
Totale	L. 20.968,70

PASSIVO

Fondo patrimoniale	L. 19.000,—
Pagamento premio 1934	» 1.000,—
Spese varie	» 98,50
Avanzo di cassa	» 870,20
Totale	L. 20.968,70

Il Cassiere sepone le risultanze del bilancio 1934 che si possono così riassumere: le spese, tutte contenute nei limiti fissati dal bilancio preventivo, ammontano a L. 49.539,12 ivi compreso un acconto per contributi alla Sede Centrale in L. 11.208. Non si potè inviare alla Sede Centrale il saldo del suo avere, causa l'impossibilità di ottenere da tutti i soci il pagamento delle quote sociali entro l'anno 1934.

Tale morosità ha portato con sè un conto di residui passivi di L. 12.427 che prevede un residuo attivo comprendente il contributo alla Biblioteca per L. 5.000 oltre il versamento integrale di tutte le quote dei morosi.

In tali condizioni il bilancio preventivo del 1935 si presenta in condizioni poco liete, tanto più che d'ora inanzi il contributo della Sede Centrale alla Biblioteca sarà ridotto da L. 5.000 a L. 2.500.

La situazione patrimoniale è leggermente peggiorata perchè per far fronte alle spese si è assottigliato il deposito in contanti.

Le due Fondazioni Ascoli-Nathan hanno distribuito regolarmente i premi dell'anno 1934 nelle misure fissate a suo tempo dal Consiglio Direttivo.

Il Presidente chiede se alcuno ha nulla da osservare in merito. Nessuno chiede la parola ed il Presidente mette ai voti i bilanci che vengono approvati all'unanimità.

Il Presidente riferisce che il Consiglio Direttivo ha stabilito per i Premi Ascoli dell'anno 1935 i seguenti importi:

Premio Mosè Ascoli . . . . L. 2.000
» Liliah Nathan Ascoli . . » 700.

3. - Elezioni delle cariche sociali.

Ai termini dell'articolo 25 dello Statuto Generale scadono per triennio compiuto n. 3 Consiglieri di Sezione;

ai termini dell'art. 14 dello Statuto Generale scadono per triennio compiuto n. 4 Consiglieri Delegati;

ai termini dell'art. 2 del Gruppo IV del Regolamento interno scadono i due Revisori dei conti nominati per l'anno 1934;

Pertanto bisogna procedere al rinnovo delle cariche stesse e, dato l'attuale numero dei soci, dovranno essere eletti:

N. 3 Consiglieri di Sezione;
» 3 Consiglieri Delegati;
» 2 Revisori dei conti.

Il Presidente informa che da parte di un gruppo di Soci sono stati proposti i seguenti nomi:

Consiglieri di Sezione: Franchetti Dott. Ing. Adriano; Cozza S. E. Dott. Ing. Luigi; Donati Dott. Ing. Francesco.

Cosiglieri Delegati: Parvopassu Dott. Ing. Pietro; Fascetti Dott. Ing. Carlo; Pession Ing. Comm. Giuseppe.

Revisori dei Conti: Cesaroni Dott. Ing. Cesare; Faloci Dott. Ing. Alessandro.

Il Presidente invita quindi l'Assemblea a voler passare alla votazione. L'Assemblea elegge per acclamazione i soci sopra indicati e pertanto il Consiglio della Sezione risulta così costituito:

Presidente: Faranda Dott. Ing. Alberto.

V. Presidente: Neri Dott. Ing. Filippo.

Segretario: Puccinelli Dott. Ing. Vincenzo.

Cassiere: Mazzolani Dott. Ing. Giulio.

Consiglieri di Sezione: Clarini Dott. Ing. Luigi; Colombo Dott. Ing. Attilio; Cozza Dott. Ing. Luigi;Donati Dott. Ing. Francesco; Franchetti Dott. Ing. Adriano; Immirzi Dott. Ing. Vittorio; Puccioni Dott. Ing. Corrado; Pedrini Dott. Ing. Cesare; Riccioni Dott. Ing. Nestore; Terzaghi Dott. Ing. Giulio.

Consiglieri Delegati: Bordoni Dott. Ing. Ugo; Del Buono Dott. Ing. Ulisse (ai termini dell'art. 10 del gruppo III del nuovo Regolamento della Sezione); Biagini Dott. Ing. Augusto; Di Cave Dott. Ing. Vito; Fascetti Dott. Ing. Carlo; Forges Davanzati Dott. Ing. A.; Laboccetta Dott. Ing. Letterio; Parvopassu Dott. Ing. Carlo; Pession Prof. Comm. Giuseppe; Salvadori Dott. Ing. Riccardo; Urbinati Dott. Ing. Mario.

Revisori dei Conti: Cesaroni Dott. Ing. Cesare; Faloci Dott. Ing. Alessandro.

4. - Varie ed eventuali.

Il Presidente chiede se qualcuno desideri la parola per eventuali comunicazioni da fare.

Nessuno ha nulla da riferire e pertanto alle ore 23,30, il Presidente, dichiara chiusa l'Assemblea.

* *

SEZIONE DI TRENTO

Seduta del Consiglio Direttivo del 10 maggio 1935. — Alle ore 21 del 10 maggio 1935-XIII ha avuto luogo in Trento, nella Sala della Società telefonica delle Venezie, gentilmente concessa, la Seduta del Consiglio Direttivo della Sezione di Trento.

Erano presenti il Presidente, Ing. Pippa, il Segretario Ing. Chinatti, il Cassiere, Ing. Romanese, i Consiglieri Ingg. Heren, de Riccabona, Stolcis.

Hanno giustificato l'assenza gli Ingg. Boschetti, Dalla Valle, Montagna e Montagni.

Venne discusso il seguente Ordine del Giorno.

1. - Relazione del Presidente sulla Seduta del Consiglio Generale, tenuta a Milano il 28 aprile 1935.
2. - Andamento della Sezione.
3. - Varie.

Al punto 1) il Presidente fa una esatta esposizione degli argomenti trattati nella Seduta del Consiglio Generale, invitando i Consiglieri presenti a collaborare per raggiungere gli scopi che il Consiglio Generale si propone per uno sviluppo sempre maggiore della Associazione.

Al punto 2) il Presidente espone quanto è stato fatto dalla nostra Sezione, in modo speciale allo scopo di sanare la situazione creatasi in seguito al decorso triennio.

Il Presidente quindi propone uno sviluppo di attività culturali, in proseguimento alle note conferenze già avute e ciò allo scopo di ottenere un sempre maggiore affiatamento fra i Soci e permettere e questi di sviluppare una propaganda sempre più intensa per incrementare il numero dei Soci della nostra Sezione. Egli propone quindi la visita agli Stabilimenti della Società Italiana dell'Alluminio in Mori, alla Manifattura Tabacchi di Sacco e alla Cartiera di Rovereto.

Vengono discusse quindi e proposte altre gite tecnico-turistiche, eventualmente in accordo con qualche altra Sezione vicina.

Riguardo alla questione economica il Presidente nota come da una situazione assai passiva dell'inizio della gestione, si sia riusciti ad incassare una fortissima percentuale di quote arretrate, e che per tale attività della Presidenza la Sede Centrale ha dato comunicazione del suo più vivo interessamento e del suo più valido appoggio. Anche la gestione 1935 si presenta sotto migliori auspici, in quanto è già stato incassato circa il 65 % delle quote sociali.

Al punto 3) viene ancora discussa la questione della Sede, che viene differita ad un periodo migliore. Nei riguardi della Biblioteca su proposta del Presidente e col benestare del Collega, viene nominato Bibliotecario il Sig. Ing. Heren, incaricato dell'inventario della Biblioteca esistente e del relativo trasporto nella sede del Sindacato Ingegneri.

Alle ore 23, non avendo più nessuno domandato la parola, il Presidente dichiara tolta la Seduta.

NECROLOGIO

Il giorno 14 luglio 1935 in seguito a tragico incidente motociclistico è morto il socio:

Dott. EDOARDO VISINTINI

Capo del servizio tecnico alla stazione radio dell'E.I.A.R. a Bolzano.

Il dott. Visintini apparteneva alla Sezione di Trento dell'A.E.I. ed era largamente stimato e benvoluto.

Prof. Angelo Barbagelata, *Direttore responsabile*. Ind. Graf. It. Stucchi - Milano.

VOL. XXII (XXXIX degli Atti) — 10 Settembre 1935 - ANNO XIII — N. 17

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

AMMINISTRAZIONE: UFFICIO CENTRALE DELL'A.E.I.: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (2/2) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086 - C/C POSTALE 3/1189 - MILANO

SOMMARIO

La gommalacca nella elettrotecnica.

Fin dalla costruzione delle prime macchine elettriche, la gommalacca ha avuto una importanza notevole quale elemento costitutivo delle vernici isolanti impiegate per aumentare l'isolamento degli avvolgimenti e per ricoprirli con uno strato resistente all'umidità e all'olio. La gommalacca trovò subito altre applicazioni nelle costruzioni elettromeccaniche, quale sostanza collante per la fabbricazione delle micaniti, delle carte lacche, cioè in tutta una serie di isolanti della massima importanza per l'elettrotecnica.

Trattandosi di un prodotto naturale, secreto da insetti che vivono su alcune piante, le sue proprietà risultano variabili in funzione di diversi fattori. Questo fatto e la varietà degli impieghi della gommalacca hanno naturalmente spinto i tecnici a ricercarne molti surrogati sintetici allo scopo principalmente di eliminare alcuni difetti che essa presenta per particolari applicazioni, e per ottenere prodotti più adatti ai singoli usi specifici.

In questo modo grandi progressi ha fatto la tecnica delle vernici e degli isolanti (basti citare, a titolo di esempio, le resine sintetiche che passano comunemente sotto il nome di bacheliti); ma la gommalacca ha pur sempre mantenuto una notevolissima importanza come base per la preparazione di vernici e come sostanza collante per le micaniti, per le carte lacche, per la preparazione delle polveri destinate alla formazione di pezzi isolanti stampati.

Sulla gommalacca esiste però una scarsa letteratura elettrotecnica, non solo in Italia, ma anche all'estero, dove l'importanza per l'elettrotecnica di questo materiale è tanto riconosciuta che uno dei Sottocomitati del C. E. I. prese nome da essa. Di conseguenza occorre generalmente rivolgersi, per trovare dati su questa resina naturale, a lavori di chimica i quali mancano molto spesso delle nozioni che più interessano l'elettrotecnico.

Il collega, Ing. LOZZA, che ha eseguito numerose prove su la gommalacca in un laboratorio industriale italiano, ha raccolto in un interessante articolo, che pubblichiamo in questo numero, i risultati delle sue esperienze che tendevano eminentemente a studiare il comportamento della gommalacca come collante della micanite. Inoltre ha riassunto nozioni sulle origini e la composizione di questa sostanza, e sulle principali prove che si eseguiscono su di essa per determinarne la purezza.

Per la notevolissima quantità di notizie, in generale poco conosciute dagli elettrotecnici su una sostanza di così largo impiego, riteniamo che questo lavoro possa risultare interessante per molti lettori, e ci auguriamo che esso spinga altri competenti a pubblicare i risultati della loro esperienza nel campo, tanto importante, della produzione dei materiali isolanti.

Problemi pratici.

Se è da una parte vero che i progressi della tecnica in genere e di quella elettrica in particolare dipendono in grande misura dal progresso delle elaborazioni teoriche e dallo sviluppo delle ricerche sperimentali, non è men vero tuttavia che la realizzazione pratica degli impianti e delle installazioni elettriche dipende in gran parte dalla risoluzione di una quantità di piccoli problemi particolari; e spesso proprio dal modo come questi problemi, che solo apparentemente sono di dettaglio, vengono superati, dipende la maggiore o minore perfezione di funzionamento degli impianti.

Sono questi, problemi che si presentano, vorremmo dire ogni giorno, al tecnico che vive nelle officine e che deve pensare non alle soluzioni generali delle questioni di principio, ma al superamento di quelle numerosissime difficoltà di ordine pratico, spesso complicate (e qualche volta snaturate) da considerazioni economiche, inerenti alla messa in opera di materiali o di macchinario destinati a corrispondere alle molteplici esigenze di impianto o di esercizio dei più svariati casi della pratica.

Tutto questo lavoro, il quale implica spesso una somma ben rilevante di genialità, di pazienza, di accuratezza da parte dei tecnici di officina, è spesso insufficientemente noto ed apprezzato anche da parte dei tecnici che seguono professionalmente altre vie.

Vi è spesso nei Colleghi che compiono questo utilissimo lavoro di messa a punto e di realizzazione, una certa ritrosia ad esporre i frutti delle loro fatiche e ad illustrare i problemi che hanno affrontato, quasicchè essi fossero meno degni di essere portati a conoscenza generale dei tecnici. Qualche volta forse, considerazioni di ordine industriale, e come abbiamo accennato, economico, inducono a mantenere il silenzio sulle soluzioni adottate. Fatto si è, che la letteratura tecnica su tali argomenti di indole essenzialmente pratica, è quanto mai limitata.

È evidente invece di quanta utilità potrebbe essere il portare a generale conoscenza i risultati acquisiti e discutere apertamente questi problemi. Una simile collaborazione eliminerebbe indubbiamente una quantità di lavoro inutilmente fatto in doppio, men-

tre contribuirebbe grandemente al progressivo perfezionarsi dei dispositivi, del macchinario e degli apparecchi. E d'altra parte la aperta discussione, meglio illustrando il lato più propriamente tecnico delle questioni, più facilmente permetterebbe di eliminare dal contrasto quelle ragioni di concorrenza alle quali spesso anche le Ditte costruttrici più serie devono piegarsi per rispondere alle esigenze di una clientela la quale, appunto perchè non sufficientemente illuminata dal lato tecnico, è troppo facile ad apprezzare soltanto l'aspetto economico dei problemi.

Vinte così le naturali riluttanze iniziali, la collaborazione che noi auspichiamo si tradurrebbe in un reale vantaggio per le Ditte stesse e per la tecnica in generale.

Il nostro giornale, che aspira ad essere veramente l'organo di tutti gli elettrotecnici italiani e l'eco fedele della industria elettrotecnica nazionale, sarebbe ben lieto di aprire le proprie colonne anche a queste questioni particolari di indole essenzialmente pratica come ad ogni altra questione che interessi l'elettricità teorica o applicativa. E per vero la Redazione non ha mancato di insistere ripetutamente in questo senso presso le maggiori Ditte costruttrici nazionali, ma purtroppo deve riconoscere che i risultati sono stati finora assai poco lusinghieri. La Redazione tuttavia sa che molti soci vedrebbero di buon grado una più frequente trattazione di problemi di questo genere e non mancherà di continuare i suoi sforzi in tale direzione, auspicando che tutti i Colleghi che sono in grado di farlo portino su queste pagine il contributo della loro esperienza.

Queste considerazioni ci sono state suggerite dall'articolo dell'Ing. RANELLETTI che oggi pubblichiamo e che appunto prospetta una questione di carattere essenzialmente applicativo e che ha in pratica una importanza tutt'altro che trascurabile.

Nuovo argomento in favore della concisione.

Abbiamo più volte insistito, in queste note, sulla convenienza pel giornale, pei lettori e per gli stessi Autori, della maggior possibile concisione in tutti gli scritti di carattere tecnico. Un nuovo argomento assai serio in appoggio della nostra tesi è venuto in questi giorni coi provvedimenti governativi intesi a ridurre l'importazione della cellulosa con la riduzione del numero delle pagine di tutti i periodici. Da questo numero in poi, fino a nuovo ordine, i fascicoli de *L'Elettrotecnica* non potranno avere più di 32 pagine di testo. Non essendo possibile infittire di più la stampa (noi speravamo anzi di poter ritornare quanto prima ad un corpo tipografico superiore!) sarà giocoforza ridurre la materia. Ma, per quanto concerne gli articoli, noi siamo convinti che, se tutti gli Autori facessero uno sforzo nel senso che più volte ci siamo permessi di suggerire loro, la riduzione di mole potrebbe ottenersi senza alcun reale sacrificio nella sostanza della rivista.

LA REDAZIONE.

LA GOMMALACCA NELLA ELETTROTECNICA*

G. LOZZA

La gommalacca greggia è prodotto di elaborazione di determinati succhi vegetali da parte di certi insetti. Per venir trasformata nelle diverse qualità di prodotto commerciale, essa subisce mondatura, fusione, depuramento della cera, decolorazione (per usi particolari) ed eventualmente sofisticazione.

Dal punto di vista chimico la gommalacca ha carattere essenzialmente resinoso; in essa i fenomeni di invecchiamento, aggregazione, condensazione sono spesso concomitanti.

Quando si cuoce una gommalacca avviene la sua polimerizzazione per condensazione. Il punto di fusione ne viene innalzato, la solubilità in alcool e l'attaccabilità in genere vengono ridotte; oltre certi limiti, però, subentrano indesiderate caratteristiche di fragilità e — per cause dirette e per cause indirette — diminuzioni di rigidità dielettrica, specie nelle qualità commerciali.

L'adesività di una soluzione alcoolica di gommalacca cotta (il caso riguarda le micaniti) in funzione del grado di cottura sale fino a un massimo oltre il quale decresce nuovamente.

A ricerche sull'adesività di una gommalacca verso la mica, e sul suo punto di fusione, si prestano la determinazione delle perdite dielettriche nella micanite, le prove di durata di rigidità dielettrica, e la determinazione della compressibilità della micanite a caldo.

È opportuno eseguire su una gommalacca, destinata ad usi elettrotecnici, determinazioni delle sostanze estranee e dei sofisticanti presenti, della sua acidità, solubilità in alcool, fluidità (allo stato fuso), e di altre sue caratteristiche meccaniche.

Per tutte queste determinazioni vengono date modalità-tipo di prova.

SOMMARIO

Introduzione.

La gommalacca è un materiale di notevole importanza nell'industra degli isolanti per l'elettrotecnica. Essa è quivi usata come isolante e come adesivo per materiali isolanti.

I prodotti isolanti a base di gommalacca, se le temperature di esercizio non superano certi limiti, presentano proprietà di isolamento ottime e non differenti sensibilmente da quelle dei prodotti formati con resine artificiali. Sono superiori a questi ultimi in resistenza alla fiamma, perchè carbonizzano con minor facilità, e quindi si usano invece dei materiali a base di resine artificiali per fabbricare parti soggette agli archi, tutte le volte che si può tollerare la inferiorità meccanica della gommalacca alle alte temperature.

Tra i più importanti conglomerati isolanti a collante gommalacca

vi sono le micaniti. Verso la mica la gommalacca realizza un potere di incollamento superiore agli altri prodotti.

La gommalacca ha anche molta importanza in certi metodi di impregnazione. Inoltre viene molto usata — specialmente all'estero — a produrre polveri per materiali stampati: se ne ritraggono ottimi risultati.

La gommalacca ha dunque un vasto impiego in elettrotecnica e pertanto di questo materiale si sente parlare assai spesso. Ciononostante il comportamento della gommalacca è stato in generale poco studiato in Italia o per lo meno sono scarse le nostre pubblicazioni in proposito.

Queste ragioni mi hanno indotto a esporre i risultati di alcune ricerche che ho condotte all'uopo nel Laboratorio fisico della S. A. Monti e Martini, ricerche che ebbero sopratutto lo scopo di studiare come variano le proprietà della gommalacca sotto l'azione del calore.

Parte I.

DATI GENERALI.

1/I - Natura e luoghi di origine della gommalacca.

La gommalacca usata in elettrotecnica è prodotto di raffinazione della cosiddetta *gommalacca naturale.*

Del processo di formazione di quest'ultima zoologi e botanici si sono minuziosamente occupati. Si disputò per parecchio tempo il quesito se la gommalacca greggia fosse prodotto animale o vegetale. Le più recenti opinioni (1) propendono a considerare la gommalacca come sostanza prodotta da organismi animali, o quanto meno (2) elaborata da organismi animali benchè proveniente da elementi caratteristici di determinati succhi vegetali.

Le analisi — per quel tanto che i ricercatori hanno approfondito — rivelano la presenza di componenti di indubbia provenienza tanto vegetale che animale. Ad ogni modo la natura della pianta che ospita gli insetti produttori della gommalacca ha una funzione sostanziale, tant'è vero che i tentativi di trapiantare le colonie di insetti produttori su piante diverse da quelle naturalmente prescelte, diedero risultati negativi.

Il processo di origine, secondo le osservazioni di alcuni membri dell'Istituto Indiano di Scienze (3), si può riassumere così:

Particolari tipi di piante, principalmente la *Butea frondosa,* la *Sleichera triyuga,* il *Cajanus indicus* e altre, vengono assaliti dalle larve femminili vaganti di alcuni insetti (*Tacchardia lacca, Coccus-lacca,* ecc.; famiglia degli *Emipteri*) in masse tali che l'albero sembra impolverato di rosso.

Per mezzo dell'apparato boccale queste larve si fissano in gran numero sui rami più teneri, succhiano il succo, facendone scaturire la massa laccosa e formando poco a poco la cella di lacca, che ricopre gli insetti. A questo punto avviene la fecondazione delle femmine per opera di individui maschili senz'ali, dopo di che la secrezione laccosa aumenta straordinariamente; la gommalacca si gonfia in una grossa bolla la quale può contenere anche 1000 uova. A due mesi e mezzo circa dalla fecondazione, le celle si aprono per lasciar uscire i nuovi individui, i quali emigrano ricominciando un nuovo ciclo; le femmine del ciclo precedente sono morte nel frattempo.

La gommalacca che ricopre i rami indurisce rapidamente ed incrosta a placche il ramo; è di color rosso violaceo cupo. La maggior parte delle sostanze che la compongono è il prodotto di elaborazione di idrocarburi e di grassi delle piante anzidette, da parte dell'apparato boccale dell'insetto.

La produzione della gommalacca è appunto strettamente collegata coll'esistenza delle piante che albergano gli insetti. Il principale centro di produzione è l'India anteriore: gommalacca in quantità apprezzabile si produce anche nell'India posteriore, al Siam, a Sumatra. Nell'Istituto Indiano di Scienze di Bangalore nel Mysore (importante centro di produzione), il Governo inglese favorisce gli studi e le osservazioni sulla gommalacca. Secondo Fowler (4) la produzione annuale delle Indie anteriori è di circa 40.000 tonnellate.

(1) E. P. Stebbing: Kunstoffe, 11, 191, 1921.
A. Tschirch: Harze und Harzebehälter.

(2) Nagel e Körnchen - Schellack: Verröff a. d. Siemens korzern VI, 1927, pag. 235.

(3) Gilbert I. Fowler: Journ. of the Indian institute of Science, vol. 7, pag. 99.
Si interessarono all'argomento anche i Sigg. S. Mahdihassan e M. Sreenivazaya.

(4) Op. cit., pag. 98.

2/I - Produzione industriale dei diversi tipi di gommalacca.

In India la raccolta della lacca naturale si fa due volte all'anno, in aprile-giugno ed in ottobre-dicembre.

Il prodotto secco, staccato dai rami e lavato per sbarazzarlo da insetti, materie estranee, ecc., e poi asciugato all'ombra e setacciato, può essere messo subito in commercio col nome di *lacca greggia.*

Si presenta in croste mammellonari di colore violaceo cupo e talvolta contiene ancora rami e insetti lacciferi morti.

Dalla lacca greggia si estrae sovente una sostanza colorante simile al carminio, *lacca rossa* o *lac dye,* con un processo industriale di frantumazione, setacciamento e successiva prolungata permanenza in acqua che trattiene il colore rosso (meglio se addizionata con un po' di soda come si fa in qualche luogo). La gommalacca che rimane così dicesi *lacca in grani* e si presenta in pezzetti regolari di color giallo.

Il prodotto che più comunemente si trova in commercio è la *gommalacca in scaglie,* che si ottiene da quella in grani, seccandola entro tubi lunghi (circa 10 m) e stretti (circa 10 cm) di tessuto: questi vengono scaldati e ritorti fintanto che il prodotto filtri attraverso le loro maglie, andando poi a colare ed a solidificarsi su appositi mattoni e su cilindri di maiolica che possono contenere all'interno dell'acqua. Quest'acqua può venir riscaldata più o meno a seconda del prodotto che si vuole ottenere. La gommalacca in scaglie ha l'aspetto di lamelle irregolari di color giallo aranciato o bruno-rossastro, ed ha subito due aggiunte: di colofonia per migliorarne la scarsa fluidità alla fusione e di orpimento per schiarirne la colorazione.

La parte di gran lunga maggiore della raccolta viene trattata a questo modo. Fuori d'Italia la gommalacca in scaglie viene chiamata *Schellack* o *Shellac* ed è quella che con diversi gradi di raffinazione si usa in elettrotecnica, contraddistinta in generale dalla colorazione (limone, arancio, granata, rubino) o talvolta con iniziali di denominazioni inglesi (5).

Le qualità più scure, di minor pregio, sono quelle ottenute dai residui della filtrazione attraverso i tubi di tessuto.

Tutte le gommelacche anzi dette contengono dal 60 all'80 % di sostanza resinosa naturale solubile in alcool, ed una parte cerosa, (non però tutto il rimanente $40 \div 20$ %; vedi paragr. successivo) che è quasi insolubile in alcool.

Si hanno perciò, specie per elettrotecnica, qualità di *gommalacca depurata.* La depurazione al riguardo avviene durante la fase di lavaggio già ricordata, meglio se l'acqua è calda o se vi è stata aggiunta della soda come nel processo di estrazione della lacca rossa. La cera galleggia in superficie e si può togliere.

Poichè la parte resinosa è essenzialmente acida e si è sciolta nella soda, essa va riprecipitata con acido cloridrico diluito.

Per ottenere una gommalacca depurata si può anche sciogliere la gommalacca nell'alcool, toglierne la cera insolubile ed evaporare poi la soluzione.

Vi è in commercio anche la *gommalacca in blocchi,* ottenuta per fusione dai residui di altre lavorazioni.

Ricordo per completezza anche la *gommalacca bianca,* che però interessa non l'elettrotecnica ma l'industria delle vernici: è una varietà di gommalacca ottenuta dalla soluzione alcalina di gommalacca, decolorandola con cloro gassoso o con ipocloriti e asportandone la cera.

Per imbiancare la gommalacca si può anche aggiungere alla soluzione di gommalacca una soluzione di un fluoruro (di Sodio, di Potassio o di Ammonio) e sottomettere poi la miscela all'elettrolisi (6).

3/I - Impiego della gommalacca in elettrotecnica.

a) *La gommalacca come costituente principale delle vernici alla gommalacca.*

Le vernici alla gommalacca sono vernici ad alcool che si preparano sciogliendo in esso la gommalacca pura, e aggiungendo talora plastificanti o altre sostanze che conferiscono loro particolari requisiti.

In queste vernici la gommalacca entra come costituente principale, al 50 % circa.

La proprietà caratteristica della gommalacca di separare in su-

(5) HG = big grade of orange
MG = medium grade of orange
TN = Triloki Nath, Bengali (H. Wolff: Farbe und Lac., 1925, pag. 224), ecc.

(6) Mylo: Chemie e Industrie, 1932.

perficie (vedi § 1/I) una pellicola dura, talora vetrosa, resistente alle intemperie e agli agenti chimici e difficilmente fratturabile, si mantiene immutata anche nelle vernici di questo tipo che sono pertanto essicanti all'aria, brillanti, non molto elastiche, ma dotate di un forte potere isolante (7).

Le vernici alla gommalacca non sono però adatte alle alte temperature, perchè la gommalacca comincia a rammollire verso i 60° C (vedi § 2/II). Si aggiungono talora a queste vernici piccole quantità di resine per aumentare la durezza della pellicola ed impartire ad essa una maggior brillantezza.

Si hanno anche lacche all'olio, ottenute aggiungendo olio cotto alle soluzioni di lacca; queste vernici sono anche molto elastiche.

b) *La gommalacca come adesivo per micaniti e micafogli.*

Mentre come adesivo nella fabbricazione degli isolanti stratificati a base di tessuti e di carte servono egregiamente le resine artificiali, per la produzione di tutti i materiali isolanti stratificati e compressi a base di mica le resine artificiali hanno un potere incollante troppo piccolo e perciò, malgrado la loro notevole inalterabilità al calore, hanno dovuto cedere il campo ad altri materiali. Tra questi occupa posto preponderante la gommalacca, in tutti i casi in cui non si abbiano temperature di esercizio molto elevate o non si richiedano micaniti eccessivamente flessibili.

La micanite comune si ottiene incollando assieme piccoli e sottili fogli di mica con una soluzione alcoolica di gommalacca e cuocendo sotto pressione la lastra o il pezzo sagomato così ottenuto.

Le micaniti si distinguono fra di loro, oltrechè per le qualità della mica o del supporto di rinforzo, per la flessibilità e la resistenza al calore, cioè per la diversa qualità di agglomerante o il diverso modo di fabbricazione; da questo dipendono le proprietà elettriche e meccaniche del materiale stesso.

Da un canto la generale esperienza quotidiana di esercizio e le ricerche di laboratorio (vedi Parte III) dicono che una troppo esigua quantità di adesivo favorisce la formazione di perniciosi strati d'aria tra i fogli di mica, e provoca quindi una sensibilissima riduzione della rigidità dielettrica.

Dal canto opposto l'inizio del rammollimento delle gommelacche che non abbiano subìto particolari lavorazioni ha luogo verso i 60° C e soltanto se queste si trovano in strati molto sottili si può spingere senza inconvenienti la temperatura della micanite fin verso gli 80° C, potendosi così rialzare il 20° C il limite massimo di temperatura delle macchine relative.

Questo limite di temperatura può anche essere superato in tutte quelle macchine in cui la fusione e la perdita dell'adesivo delle micaniti non ha conseguenze deleterie. È questo per esempio il caso delle lamelle per collettore, le quali, essendo costantemente pressate fra loro dalle parti meccaniche, hanno bisogno di una quantità minima di adesivo perchè il sollevamento dei fogli di mica resta impedito dalla speciale condizione d'impiego (8).

È opportuno che la quantità di adesivo usata in una micanite non superi, neppure nei materiali in cui abbonda di più, il 30 % del peso totale; a tale criterio — imposto tra l'altro, dalle Norme Tecniche e di Collaudo della Regia Marina (9) — è opportuno attenersi nella fabbricazione della micanite, al fine di mantenere più alto che sia possibile il valore della costante e della rigidità dielettrica della micanite (tali proprietà sono superiori nella mica che non nella gommalacca normale) e di evitare fusioni dell'adesivo col caldo.

Così la micanite dura contiene circa il $10 \div 20$ % di gommalacca.

Invece la micanite dura calibrata, per l'accurata calibratura dello spessore delle piastrine, ne contiene solo dal 2 al 4 %, limiti al di sotto dei quali il materiale si sfoglia facilmente e non si presta alla lavorazione.

La percentuale di gommalacca in una micanite si determina nelle prove industriali facendo la differenza tra il peso di un provino di micanite secco (le norme della Regia Marina prescrivono per i materiali alla gommalacca una temperatura di essiccamento di 45° C) (9) e il peso dello stesso calcinato ad una temperatura inferiore a quella di disidratazione della mica, circa 600° C. L'esperienza è più esatta se si tiene conto del peso delle ceneri della gommalacca (vedi § 1/IV *h*); questa precisione però difficilmente si può raggiungere in pratica.

(7) Soc. An. Monti e Martini, Milano: Dielettrici, 1935.

(8) W. SENST: E.T.Z., 1933, pag. 550.

(9) Direz. Armi e Armam. Navali. - Norme tecniche e di collaudo per i materiali isolanti destinati alla Regia Marina, 1933.

c) *La gommalacca nella costituzione delle polveri per la formazione di pezzi stampati.*

La gommalacca si usa in elettrotecnica anche per certe impregnazioni. Essa viene inoltre polverizzata e mescolata con altri materiali opportuni, per esempio con fibra di amianto, oppure con polveri inerti. Se ne ottiene così un particolare tipo di « polvere » con la quale si fabbricano oggetti stampati sotto calore e pressione.

Questo trattamento della gommalacca ha dato incremento alle ricerche sui reattivi chimici atti a polimerizzare stabilmente la gommalacca e ad innalzarne il punto di fusione. Con questi oggetti stampati si ottennero buoni risultati, in virtù delle ottime qualità dielettriche della gommalacca.

Si veda la tabella III al § 2/II *c*) dove sono indicati i punti di rammollimento raggiunti da pezzi stampati di amianto gommalacca coll'aggiunta di opportuni reattivi chimici.

È importante che tali reattivi siano però completamente neutralizzati in stabile composizione chimica con la gommalacca, in modo che — in particolari condizioni, per esempio di riscaldamento — non abbia luogo la formazione di sostanze deleterie, specialmente volatili.

PARTE II.

ANALISI CHIMICHE — PROPRIETÀ TECNOLOGICHE E INDUSTRIALI DI UNA GOMMALACCA.

1/II - Costituzione della gommalacca in scaglie.

A spiegare il processo di soluzione in alcool, di cottura, di indurimento ed eventualmente di invecchiamento di una gommalacca per elettrotecnica (gommalacca in scaglie), e la ragione delle sue proprietà elettriche e meccaniche, serve efficacemente la conoscenza della sua composizione e delle sue proprietà chimiche.

Riassumo dalla pubblicazione, a carattere prevalentemente chimico, di Nagel e Körnchen (10) gi elementi fondamentali che possono interessare l'elettrotecnico.

La trasformazione della gommalacca naturale in gommalacca in scaglie secondo il procedimento prima esposto, equivale — quantitativamente — ad un passaggio dalla composizione della tabella I alla composizione della tabella II. Le percentuali sono naturalmente approssimate e le sinossi hanno più che altro valore riassuntivo di inquadramento.

Si prescinde dai sofisticanti (per i valori massimi tollerati di questi, vedi § 1/IV).

Passo in rapida rassegna le proprietà chimiche più interessanti dal punto di vista tecnologico ed industriale dei vari componenti, a partire da quelli resinosi:

a) I componenti resinosi di una gommalacca in scaglie ne costituiscono la parte fondamentale, quella che fornisce le caratteristiche necessarie di adesività e di isolamento. La parte rimanente costituisce sempre il non desiderato residuo della raffinazione, necessariamente incompleta.

Sui composti resinosi i chimici hanno eseguito numerose ricerche perchè la insolubilità in etere dell'80 % di essi ne ha permesso il facile isolamento (11).

I componenti resinosi solubili in etere hanno caratteristiche analoghe a quelli insolubili in etere.

I componenti delle resine insolubili in etere sono originariamente (tabella I) separabili mediante un leggero attacco chimico della resina con idrato di potassio.

L'acido aleuritinico è un acido della serie grassa il quale ha una catena di atomi di carbonio dello stesso numero e dello stesso ordinamento di quelli dell'acido palmitico. È un acido triossipalmitico (12).

L'acido scellolico che oltre l'acido aleuritinico è l'unico individuato, è un acido diossidicarbonico idroaromatico (13).

b) La parte resinosa solubile in etere ha caratteristiche analoghe alle precedenti e si presenta come una massa giallo miele, in generale vischiosa, che non si potè ottenere cristallizzata. Si tratta probabilmente di esteri (14).

(10) Op. cit.

(11) HARRIES e NAGEL: Wiss. Verröff a. d. Siemens Konzern, 1922, volume I, fasc. 3, pag. 178.
HARRIES e NAGEL: Wiss. Verröff a. d. Siemens Konzern, 1924, volume III, fasc. 2, pag. 12.
HARRIES e NAGEL: Ber. d. dtsch. chem. Ges., vol. 55, pag. 3833.
NAGEL e KÖRNCHEN, op. cit.

(12) HARRIES e NAGEL: Wiss a. d. Siemens Konzern, I, 1922, pag. 178.

(13) STÖGER «SCHELLACK» dal volume « Kolloidchemische Technologie » di Liesegang, prima ediz., pag. 292.

(14) TSCHIRCH e LÜDI jun.: Helvetica chim. Acta, vol. 6, pag. 1001.

Tabella N. 1.

Composizione approssimata di una gommalacca naturale.

Componenti verosimilmente vegetali (miscela di acidi molto simili agli acidi oleico e ipogeico [dell'olio di arachidi])	Acido aleuritinico	30 %
	Acidi di natura terpenica probabilmente vegetali	50÷60 %
Componenti solubili in acqua	Zuccheri, Sostanze albuminoidi, Acidi, Sali e simili	~%
Componenti verosimilmente animali.	Lacca rossa	1÷2 %
	Cera	6÷7 %
	Acqua	3 %

Tabella N. 2.

Composizione approssimata di una gommalacca in scaglie

30÷35 %	Acido aleuritinico	Parte insolubile in etere. Sostanza a carattere essenzialmente resinoso (in tedesco = Reinharz)	Solubili in alcool
10 %	Acido scellolico		
30÷35 %	Altri ossiacidi non noti ma analoghi ai preced.		
18÷23 %	Sostanze resinose analoghe alle precedenti	Parte solubile in etere	
~%	Eritrolaccina		
	Tracce di Zuccheri, Sost. albumin., Acidi, Sali e simili	Solubili in acqua	
2÷4 %	Sostanza odorosa caratteristica		
	Tracce di acido sarcosinico	non isolabili	
	Tracce di acido lacca (ac. malico ?)	non isolabili	
	Composto di reazione dell'orpimento colla lacca rossa	non più colorante	
3÷5 %	Cera	Quasi insolubile in alcool	

c) Notevole in essa una sostanza colorante, e che non va confusa colla lacca rossa, che Tschirch chiamò *eritrolaccina*. È insolubile in acqua e, poichè si scioglie negli alcali con un bel colore viola cupo, le si attribuisce la proprietà di dare il colore caratteristico alla gommalacca in scaglie, e l'intenso cambiamento di colore (che va verso il rosso bleu) verificantesi quando si opera una soluzione.

d) I componenti della gommalacca naturale solubili in acqua (zuccheri, sali, sostanze albuminoidi, ecc.) vengono in generale allontanati nelle varie operazioni di raffinazione. Riesce però impossibile lisciviarli completamente, specialmente quando la gommalacca naturale non è stata ben frantumata per il lavaggio; perciò se ne trovano tracce anche nella gommalacca in iscaglie. Sono in generale elettroliti. Le parti albuminose, colloidali, presentano invece fenomeni cataforetici; esse per riscaldamento coagulano irreversibilmente.

e) La sostanza odorosa caratteristica della gommalacca in scaglie è importante, benchè si presenti solo in tracce, perchè è volatile in corrente di vapore: ove si riscaldi una sostanza nella quale si voglia determinare la presenza o meno di gommalacca, si rileverà — in caso affermativo — un odore non molto intenso ma inconfondibile (15).

f) L'acido sarcosinico e l'acido lacca sono individui che furono descritti anche assai bene (16), ma non si riuscì a isolarli.

g) Degli elementi di una gommalacca di probabile origine animale, la lacca rossa o lac dye subisce un allontanamento quasi completo al lavaggio in acqua, meglio se addizionata con soda.

È interessante rilevare in proposito che, secondo ogni probabilità (17), l'orpimento aggiunto alla gommalacca in grani dopo il lavaggio non diluisce semplicemente il colore in virtù della sua colorazione giallo chiara; bensì dà luogo ad una vera reazione chimica coi residui di lacca rossa, i cui prodotti si ritrovano persino nella resina insolubile in etere; ma a differenza della lacca rossa di partenza non colorano più minimamente dell'acqua in cui si immerga una gommalacca in scaglie.

La lacca rossa secondo Stöger (18) appartiene al gruppo degli antrachinoni.

h) L'altro componente di una gommalacca di probabile origine animale, la cera, ha influssi sostanziali sul comportamento di una gommalacca in scaglie. Si è visto come si possa eliminarla dalla gommalacca naturale.

Secondo Tschirch e Schäfer (19) una cera a struttura normale consta di acidi e alcool ad alto peso molecolare (Laccerolo e Tacardiacerolo) caratteristici della resina, in parte noti ed in parte ignoti, sotto forma esterificata: sarebbe per circa 5/6 solubile in alcool bollente, separandosi però col raffreddamento buona parte delle sostanze così sciolte. Queste cere sono solubili in etere ed in xilolo.

In alcool di tipo industriale freddo la cera di una gommalacca è praticamente insolubile: infatti da una gommalacca in scaglie non depurata non si riesce ad ottenere una soluzione alcoolica limpida. Scaldando a bagnomaria in una provetta alcuni grammi di gommalacca in scaglie arancio, con un volume doppio di alcool, si ha una soluzione quasi completa, ma col raffreddamento il liquido si rapprende in una massa gelatinosa in cui si possono distinguere i cristalli giallo bianchi di cera dal residuo bruno della resina.

Nell'elettrotecnica, che bada sopratutto al potere adesivo (il quale naturalmente viene diminuito dalla cera), questa non è affatto desiderata (si veda al §1/IV *a* la massima percentuale ammessa) e soluzioni alcooliche di gommalacca troppo cariche di cera in sospensione vanno filtrate. Il processo di filtratura è piuttosto difficile perchè spessissimo si otturano i filtri. Le centrifughe sono migliori.

In qualche caso, specie per la verniciatura delle carte, una piccola percentuale di cera non disturba ed anzi influisce favorevolmente sulla flessibilità.

Questo fa sì che ai surrogati sintetici di gommalacca si aggiungano talora piccole quantità della cera ottenuta dalle raffinazioni della gommalacca naturale.

i) Circa infine la percentuale di acqua che esiste in una gommalacca naturale, difficile sarebbe dire se si tratti di acqua assorbita oppure chimicamente legata coi vari componenti: ciò a causa della grande polimerizzabilità dell'acido aleuritinico e dei suoi affini, i quali con molta facilità liberano acqua (vedi § 4/IV).

2/II - Indurimento ed invecchiamento di una gommalacca. — Confronto fra i due fenomeni.

La gommalacca in scaglie comunemente in commercio per usi elettrotecnici, se non ha subito i particolari trattamenti cui accennerò più oltre, comincia a rammollire verso i 60° C e fonde verso gli 80° C (adopero il verbo fondere come il più comunemente usato se non proprio come il più scientificamente ortodosso; infatti (20) sembra che si tratti, più che di un cambiamento di stato, della disidratazione cui ora si accennerà). Il fatto che i più quotati studiosi dell'argomento assegnino concordemente verso i 90° C il punto di fusione della resina di gommalacca non contraddice quanto ho detto: sono probabilmente le sostanze non resinose ed i sofisticanti (21) che apportano variazioni. Che ad esempio la colofonia

(15) Tschirch, op. cit., II, pag. 826.
(16) Arch. d. Pharmacol., vol. 208, pag. 234, 1876; Phil. Transact. 1794, pag. 383; Gmelins Handbuch, vol. 5, pag. 337.
(17) Nagel e Körnchen, op. cit., vol. III, fasc. 2, pag. 12.
(18) Loc. cit.
(19) Pharma. Acta. Helv., vol. I, 1926; Chem. Umschau., 1925, pag. 325.

(20) Stöger, op. cit.
(21) Nagel e Körnchen, op. cit., VI, 1927, pag. 265.

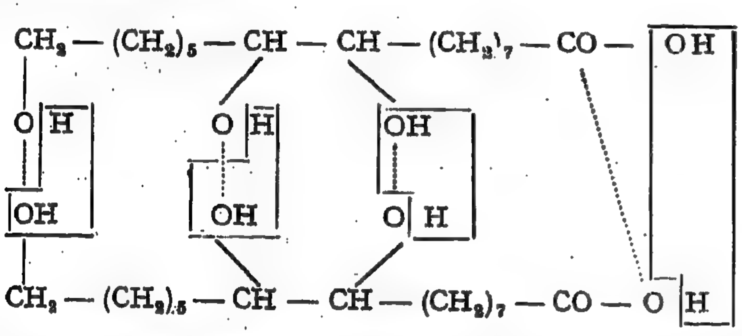
abbassi il punto di fusione di una gommalacca si è visto di proposito nel processo di preparazione della gommalacca in scaglie.

Si tratta comunque in entrambi i casi di un punto di rammollimento basso, sovente putroppo insufficiente (vedi § 3/I) per le esigenze dell'elettrotecnica. Si può dire che l'oggetto fondamentale delle ricerche sulla gommalacca tenda all'eliminazione di questo gravissimo inconveniente che neutralizza in parte le altre caratteristiche della gommalacca, veramente ottima come materiale dielettrico (vedi Introduzione).

Indurimento e invecchiamento sono fenomeni che interessano essenzialmente le miscele degli acidi costituenti la parte fondamentale di una gommalacca. Queste miscele, come la maggior parte delle sostanze a carattere resinoso, hanno la proprietà di presentarsi allo stato colloidale, ancorchè apparentemente suscettibili di cristallizzazione. Pare che del fenomeno sia causa talora la presenza di sostanze estranee (22), talora la conformazione stessa della formola di struttura (23), talora infine un cambiamento di stato fisico (24).

Le molecole di queste resine non sono mai molecole semplici, ma bensì possiedono sempre un certo grado di polimerizzazione. In molti degli autori che hanno studiato il problema dal punto di vista chimico, il termine polimerizzazione viene impiegato per indicare una doppia categoria di fenomeni teoricamente ben distinti e praticamente spesso concomitanti.

L'uno è il fenomeno chimico della condensazione cioè della riunione di due o più molecole con formazioni di eteri, di esteri o di lattidi (25). L'acido aleuritinico e i suoi affini si presentano sempre in stato di condensazione; ecco due molecole di acido aleuritinico condensate (26):



Questa condensazione non è mai nulla, ma piuttosto bassa per le sostanze della gommalacca naturale, assume stadii via via crescenti, cioè comprende numeri sempre maggiori di molecole, per le gommelacche trattate col calore.

L'altro fenomeno è quello colloidale dell'aggregazione e dà luogo esso pure alla formazione di complessi più grossi della molecola iniziale, in virtù di forze intermolecolari, non bene note, forze di natura elettrica o di tensione superficiale o di valenze residue; queste porterebbero a variazione del grado di dispersione del colloide, con probabile riunione di due o più fasi disperse in un sistema dotato di buona solidità, e provocherebbero forse assorbimenti reciproci per effetto superficiale.

A una gommalacca aggregata si dà anche il nome di «invecchiata», a una condensata si dà anche il nome di «indurita».

In entrambe le modificazioni la presenza di complessi molecolari molto grossi dà luogo a particolari caratteristiche, che possono trovare spiegazioni in questa stessa grossezza. Più aumenta il numero di molecole riunite assieme e più si innalza il punto di fusione e diminuisce l'attaccabilità, e la solubilità in alcool.

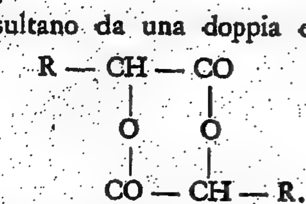
Però nella condensazione la perdita d'acqua avvenuta ha cambiato la formola chimica ,mentre negli aggregati questa è rimasta immutata (27).

(22) Come fanno gli acidi colofonici rispetto all'acido pimarico nella colofonia. Vedi ANSCHAN: Ber. d. dtsch. chem. Ges., vol. 54, pag. 867.

(23) HERZOG e KREIDL: Z. angew. chem., 1922, pag. 495; 1923, pag. 470.

(24) BERGMANN: Z. angew chem., 1925, pag. 1141; Ber. d. dtsch. chem. Ges., vol. 59, pag. 2973.

(25) Questi ultimi risultano da una doppia esterificazione:



La reazione acida offerta da tutti i componenti resinosi della gommalacca fa propendere Nagel e Körnchen (op. cit. VI, pag. 246) per gli eteri; Gardner e Cross (Britisch Plastics, ecc., aprile 1935, pag. 514) sono più propensi per l'esistenza di esteri, pur affermando che i gruppi alcoolici incombinati sono in eccesso su quelli carbossilici in ragione di 3 a 1.

(26) Ber. d. dtsch. chem. Ges., vol. 60, pag. 605.

(27) GARDNER e CROSS, loc. cit.

a) L'invecchiamento di una gommalacca può avvenire o per stagionatura o per effetto di determinate sostanze aggreganti.

Una gommalacca in scaglie perde col tempo la sua solubilità in alcool ed in soluzioni di soda ed assume più alto punto di fusione. Questa aggregazione è reversibile: per ebollizione con soluzione di soda, o per trattamento con acido acetico o formico e successiva precipitazione con acido diluito o con acqua, si riottiene la gommalacca originaria.

Partite di gommalacca costrette a lunghe stagionature e magazzinaggio, hanno precisamente richiesto trattamenti del genere per riacquistare la necessaria solubilità in alcool.

Un esempio di sostanza aggregante invece è dato dall'acido cloridrico, capace (come si è visto anche al § 2/I), di precipitare una soluzione di gommalacca in carbonato di soda, dopo che da questa soluzione venne tolta la cera.

Anche una gommalaca depurata secondo questa trattamento è invecchiata e conviene anzitutto tenerla sotto acqua (28), affinchè l'acido cloridrico resti più diluito che sia possibile; per depolimerizzarla e reintegrarne la solubilità in alcool è consigliabile in questo caso l'azione dell'acido formico o acetico.

Il problema di scindere una resina di gommalacca nelle sue molecole costitutive e di aggregare le stesse a formare di nuovo la sostanza iniziale è strettamente collegato a quello di prepararne surrogati sintetici.

Viene qui a proposito l'osservazione che occorre distinguere tra sostanze disaggreganti e sostanze capaci di operare una vera demolizione della resina.

Le prime (soda, acido formico, ed acetico) sono peptizzanti capaci di portare una resina alle sue condizioni di aggregazione iniziale, la quale è ridotta ma non nulla. Le seconde, come l'idrato di potassa, demoliscono addirittura una resina nelle sue molecole semplici e la scindono nei suoi componenti cristallizzabili, in uno stadio cioè in cui nella resina non si trovano mai.

La demolizione invece della disaggregazione è l'unico processo attuabile nei casi di polimerizzazione spinta oltre certi limiti.

Questa demolizione l'idrato di potassa può operare anche su una resina parzialmente condensata al calore, cioè chimicamente modificata. Anzi secondo Nagel e Körnchen (29) l'idrolisi perfetta sarebbe proprio una caratteristica dei composti condensati, restando essa imperfetta presso tutte le modificazioni colloido-chimiche.

b) Invecchiamento (= aggregazione) ed indurimento (= condensazione) sono dunque teoricamente due fenomeni ben diversi; nella pratica la concomitanza e l'intimo collegamento dei due fenomeni portano spesso a non permetterne la distinzione: condensazione ed aggregazione vanno sovente di pari passo.

Comunque la condensazione più tipica nei processi elettrotecnici è quella che avviene per effetto del calore.

Per riscaldamento della gommalacca in scaglie si produce gradatamente la sua insolubilità in alcool collegata con l'aumento di difficoltà a fondere ossia col cosidetto indurimento.

Fondendo della pura resina di gommalacca e riscaldando fino ai 200° C si vede che essa all'improvviso soffia, sviluppa vapor d'acqua, diventa gommosa e lentamente solidifica in una massa dura, scura, un poco fragile, quasi totalmente insolubile in alcool, e infusibile.

Fino ai 200° C l'unica sostanza che si separa per qualunque durata del trattamento è vapor d'acqua, coerentemente colla teoria di una condensazione disidratante.

Sottoposte al calore, due o più molecole di resina di gommalacca si condensano tra loro separando acqua per produrre molecole che sono più complesse (30).

Queste molecole gradualmente vengono unite ed avviluppate l'un l'altra dando così luogo ad uno stato più rigido simile a quello che gli studi coi raggi X hanno rivelato nel cautchou; in un primo tempo esiste ancora una scorrevolezza plastica purchè si sottometta la sostanza al calore ed alle alte pressioni. Procedendo però nel processo, la struttura iniziale diventerà più intimamente concatenata e la sostanza perderà maggiormente le sue proprietà plastiche. La resina nell'ultimo stadio sarà più fragile e un ulteriore riscaldamento e pressione provocheranno soltanto screpolature e sbriciolamenti.

Esiste ovviamente una specie di proporzionalità inversa tra durata del trattamento termico necessario per spingere la polimerizzazione e l'indurimento ad un determinato grado, e temperatura a cui si opera.

(28) NAGEL e KÖRNCHEN, op. cit., VI, pag. 247.

(29) NAGEL e KÖRNCHEN, op. cit., VI, pag. 267-268.

(30) GARDNER e CROSS, op. cit., pag. 515.

Così se trattando una comune gommalacca a temperature attorno al punto di rammollimento per una durata di 30 ore si otterrà appena un indurimento metà, a 125° C occorreranno circa 3 ore per raggiungere il punto finale. È essenziale osservare che per una gommalacca industriale questo punto finale non indica un indurimento al 100 %, perchè la cera ed altre sostanze in una proporzione dal 5 al 10 % circa del totale sono assolutamente refrattarie all'indurimento ([31]).

Non penso però che il fatto, purchè limitato a una piccola percentuale della sostanza, possa avere conseguenze dannose. Credo anzi che mentre la parte indurita completamente (resina) assolva ai compiti di rigidità meccanica ed eviti fuoruscite di adesivo, la parte non induribile (cera, ecc.) sia da un canto impossibilitata a sfuggire lasciando vuoti interni, e concorra invece efficacemente dal canto opposto a migliorare l'elasticità del complesso; elasticità che dopo il trattamento è molto diminuita.

Se anche il fenomeno chimico dell'indurimento sia reversibile, purchè non in stato troppo avanzato, non è ben determinato. Nagel e Körnchen ([32]) affermano che l'indurimento non ha ancor permesso in maniera chiara ed indiscutibile di tornare a una resina normale ed ammettono tutt'al più la possibilità di una demolizione che in questo caso è un idrolisi.

Aldis ([33]) dice di aver ottenuti buoni successi di depolimerizzazione di una gommalacca trattata al calore, riscaldandola a forte pressione in autoclave, in presenza di umidità.

Normalmente però la gommalacca indurita è considerata come irreversibilmente polimerizzata. Gardner e Cross ([34]) chiamano «stadio A» la gommalacca che venne riscaldata fino a perdere la sua scorrevolezza allo stato fuso; «stadio B» quella polimerizzata che però può ancora venire fusa sotto pressione; «stadio C» lo stato finale di infusibilità.

Il periodo di polimerizzazione talora è chiamato «periodo di vita» della gommalacca, e la gommalacca polimerizzata viene indicata come «gommalacca curata».

Oltre che per effetto del riscaldamento però una gommalacca può venire indurita anche per azione di determinate sostanze da non confondersi cogli aggreganti visti precedentemente (i quali non influiscono sulla formola chimica). Si tratta qui di sostanze che agirebbero come un ponte, collegando tra loro un numero di molecole di gommalacca uguale al numero di gruppi reattivi in esse disponibili.

Circa gli effetti di qualcuna tra queste sostanze, Gardner e Cross ([35]) danno la seguente tabella:

Tabella N. 3. — *Effetto di sostanze condensanti sull'innalzamento del punto di rammollimento di composizioni amianto-gommalacca.*

Condensanti	Quantità usata (in % di gommalacca)	Temperatura approssimata di deformazione in °C.
Gommalacca pura	0,00	66
Trifenilguanidina	1,04	68
Trifenilguanidina	2,08	68
α Naftilammina	2,08	74
α Naftilammina	4,16	74
α Naftolo	2,08	74
Paranitranilina	2,08	77
Difenilammina	2,08	74
β Naftolo	2,08	74
Fenil α naftilammina	2,08	74
Difenolguanidina	2,08	74
Diortotolilguanidina	4,16	74
Acceleratore N. 49	4,16	74
Parafenilendiammina	4,16	93
Acido succinico	4,16	82
Acido tetracloroftalico	4,16	104
Acido tetracloroftalico	8,32	108
Anidride ftalica	2,08	77
Anidride ftalica	4,16	85
Anidride ftalica	16,64	115
Acido solfanilico	4,16	93
Acido solfanilico	8,32	97
Ortotolilbiguanidina	4,16	93
Diciandiammide	2,08	88
Diciandiammide	4,16	93

([31]) Gardner e Cross, op. cit., pag. 514.
Nagel e Körnchen, op. cit., VI, pag. 266.
([32]) Nagel e Körnchen, op. cit., VI, pag. 260.

Anche Ranganathan ed Aldis ([36]) accennano all'impiego dell'urea quale sostanza atta ad abbreviare il tempo di preriscaldamento necessario ad innalzare il punto di fusione di una gommalacca.

Parte III.

PROPRIETÀ DELLA GOMMALACCA USATA IN ELETTROTECNICA.

Per gli usi elettrotecnici della gommalacca interessa molto conoscerne il potere incollante, il punto di fusione e la rigidità dielettrica.

Ho eseguito nel laboratorio della S. A. Monti e Martini alcune ricerche su dette proprietà, importantissime specialmente per la gommalacca destinata a servire da adesivo per micaniti, cercando di determinare quali dovrebbero essere le condizioni migliori per ottenere un prodotto ottimo.

Ho cercato sopratutto elementi comparativi e fenomeni qualitativi: i primi come i più indicati per stabilire graduatorie tra il valore delle diverse qualità o dei diversi trattamenti a parità di condizioni; i secondi come i più espressivi in quanto i più atti a metter in luce l'andamento generale delle trasformazioni, ed i più scevri dal pericolo di venir svisati da particolari elementi contingenti o di perdere in interesse generale se queste particolari condizioni non sono universalmente realizzabili.

Con questo non ho inteso però di dare ai miei tentativi un carattere esclusivamente accademico; anzi spero che essi presentino anche un interesse pratico perchè lo scendere al caso tecnico particolare, cioè l'assegnare determinati valori ai parametri, è sempre facilitato dalla conoscenza qualitativa dei fenomeni. Seguendo questo stesso criterio non ho adoperato alcun tipo particolare di gommalacca, ma normali gommelacche arancio del commercio.

1/III - Adesività e variazione del punto di fusione di una gommalacca.

Questi due elementi sono caratteri essenziali della gommalacca quando essa è usata come adesivo (generalmente per le squame di mica nelle micaniti).

Un criterio di confronto del potere adesivo che sviluppano nelle micaniti gommalacche diverse o diversamente trattate si può avere sollecitando a trazione provini ricavati dalle micaniti in esame, di larghezza per es. mm 5 e lunghezza utile mm 240, cioè tali da garantire che lo stesso foglio di mica serrato da un morsetto, non sia serrato anche dall'altro. Così la reazione interna a trazione è una funzione del potere adesivo della gommalacca (fig. 1).

Nelle qualità migliori i provini si rompono tutti per cedimento della mica e non per scorrimento delle sue squame lungo le superfici incollate. Una gommalacca buona e ben trattata sviluppa cioè uno sforzo di adesione tra le lamelle tale che queste si spezzano piuttosto di separarsi. Ciò in una micanite dimostra non solo la buona adesività della gommalacca, ma anche che la mica è stata sfogliata in lamine molti sottili, condizione indispensabile per avere una micanite omogenea.

Per micaniti fatte con gommelacche meno adesive di quelle anzidette un criterio di confronto tra i poteri incollanti si può ritrarre sempre con la prova ora ricordata osservando le zone di frattura, che presentano sfaldature lunghe o corte in relazione inversa al potere adesivo della gommalacca.

Ricerche dirette sull'adesività ho eseguito, non incollando assieme provini di mica perchè questi sono difficili a sollecitarsi a trazione pura, ma incollando tra loro le basi — perfettamente levigate e rettificate — di due provini di acciaio temperato di diametro mm 8, oppure 10, oppure 11,3 (corrispondenti alle aree cm^2 0,25 ; 0,8 ; 1,0). L'acciaio mostrò — attraverso tentativi e prove esaurienti — di avere un comportamento affine alla mica di fronte alla gommalacca usata come adesivo, comportamento dovuto al fatto di poter presentare superfici speculari e di possedere un coefficiente di contrazione termica tale da non incrinare, con bruschi restringimenti durante il raffreddamento, lo strato indurito di gommalacca aderente.

Come adesivo ho usato polvere di gommalacca, di finezza costante, oppure soluzione alcoolica nelle due concentrazioni: gom-

([33]) S. Ranganathan e R. W. Aldis: Istituto indiano di ricerche sulla lacca. Research Note n. 13, 1933.
([34]) loc. cit.
([35]) loc. cit.
([36]) Britisch Plastics, ecc., agosto 1934.

malacca 50 % e alcool 50 % (1/1) oppure gommalacca 37,5 % e alcool 62,5 % (3/5).

La polvere veniva stesa in strati sempre uguali sulla base di un cilindro, cui veniva sovrapposto l'altro: i due cilindri erano tenuti aderenti a pressione durante tutta la cottura mediante appositi morsetti.

Per le soluzioni alcooliche ho seguito lo stesso procedimento, sia unendo tra loro i provini subito dopo aver verniciato la base di uno di essi, sia aspettando ad unire i provini che lo strato essiccasse all'aria per dieci minuti.

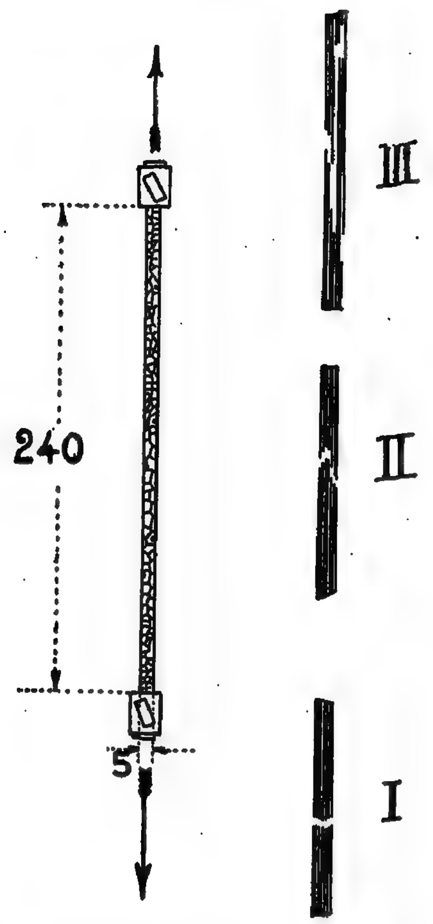


Fig. 1. — Rottura di una micanite a trazione.
I Frattura netta = buona adesività della gommalacca.
II Sfaldatura corta = mediocre » » »
III » lunga = cattiva » » »

I provini così montati eran poi messi in forno a 100° C o a 150° C per mezz'ora, oppure 1 ora, 2 ore, 3 ore e mezza, 5 ore. Alla cottura seguiva mezz'ora di raffreddamento in forno (così da raggiungere circa i 60° C) e altra mezz'ora di raffreddamento in aria fino a raggiungere la temperatura ambiente.

Ciascuna « cotta » veniva fatta per 16 provini, su 8 dei quali cercavo il carico di rottura medio a trazione con un comune apparecchio tarato. Ho trovato sempre tracce di gommalacca su entrambe le facce di rottura; ho avuto così la prova che lo sforzo di trazione misurato era veramente sviluppato dalle zone interne di gommalacca.

Nel seguito della relazione indicherò con « adesività » il carico di rottura a trazione per cm² di sezione.

Sugli otto provini restanti dai sedici di ciascuna « cotta » ho eseguito ricerche sul punto medio di fusione, sospendendoli per una estremità all'interno del forno e applicando all'altra estremità un peso di 80 g. Facendo poi salire la temperatura nel forno alla celerità di 1° C al minuto, notavo a quale temperatura i cilindretti di ciascuna coppia si distaccavano, e consideravo come punto di fusione il valore di tale temperatura diminuito di 5° C. Ho tenuto convenzionalmente conto con questa detrazione dello squilibrio termico esistente tra la sezione resistente e l'atmosfera del forno, la cui temperatura era data dal termometro.

I risultati delle esperienze sono rappresentati nelle fig. 2, 3 e 4.

a) *Variazione di adesività di una soluzione alcoolica di gommalacca cotta, in funzione della sua concentrazione.*

Tenuti costanti gli altri elementi, l'adesività di una soluzione di gommalacca 1/1 con strato essiccato per dieci minuti all'aria prima di far aderire le due superfici d'acciaio è risultata di quattro volte circa minore di quella della gommalacca pura polverizzata, e di circa 1,8 volte maggiore di quella della soluzione 3/5.

L'altezza dello strato di gommalacca interposto si può considerate costante nei tre casi, benchè inizialmente lo strato di gommalacca in polvere fosse più alto dello strato di gommalacca sciolta in alcool; infatti, nel caso della gommalacca in polvere appena raggiunta la fusione in forno, l'eccesso di gommalacca, per la compressione dei provini, sfuggiva dai bordi. Esso venne sempre asportato senza urti prima della prova di trazione, affinchè non concorresse alla resistenza.

Il diagramma della fig. 2 è stato ottenuto sperimentando con provini di mm 10 di diametro, per cottura di due ore a 150° C.

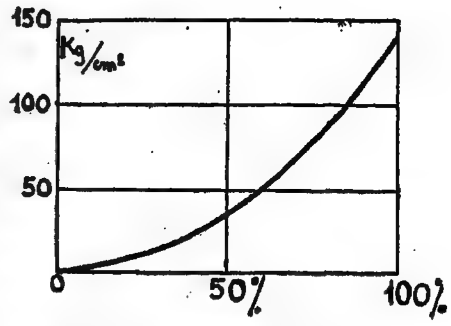


Fig. 2. — Adesività in funzione della percentuale di gommalacca nella soluzione alcoolica.

Esso mostra che l'adesività aumenta colla percentuale di gommalacca, con un andamento che indica come l'alcool influisca a danno della adesività non soltanto perchè diluisce la soluzione (nel qual caso vi sarebbe una proporzionalità diretta) bensì anche direttamente per le sue stesse proprietà.

È anche probabile che i vapori di alcool e le sostanze volatili della gommalacca stessa, sprigionandosi dalla soluzione durante la cottura per effetto del calore, producano delle cavità nello strato di gommalacca, indebolendolo. Ciò spiegherebbe soddisfacentemente anche i risultati delle altre ricerche qui sotto esposte.

b) *Variazione di adesività di una soluzione alcoolica cotta di gommalacca in funzione della sezione resistente.*

Usando gommalacca in polvere l'adesività aumenta leggermente, ma sensibilmente aumentandosi la sezione resistente.

Viceversa nel caso delle soluzioni alcooliche si verifica nettamente il contrario: l'adesività diminuisce al crescere della sezione, come si nota osservando la fig. 3. Le curve di questa figura rappresentano la variazione di adesività di uno strato di gommalacca (ottenuto per evaporazione del solvente alcool e successiva cottura) in funzione dei tempi di cottura. Ho usato la soluzione 3/5.

Ho ottenuto la curva 1 con provini del diametro mm 8 essiccati preventivamente dieci minuti in aria e successivamente cotti a 150° C per tempi variabili.

Ho ottenuto la curva 2 con provini del diametro mm 10 essiccati preventivamente dieci minuti in aria e successivamente cotti a 150° C per tempi variabili.

Essendo la curva 1 tutta al di sopra della corrispondente curva 2, risulta dimostrato come l'adesività diminuisce col crescere della sezione. Ciò si spiegherebbe col fatto che aumentando la sezione si diminuisce il perimetro per unità di superficie, ossia la facilità di evaporazione spontanea dell'alcool. I vapori dell'alcool allora, dilatandosi per effetto del riscaldamento, tenderebbero a sfuggire attraverso la gommalacca stessa, parzialmente indurita, e quindi a screpolarla.

Da questo punto di vista — oltrechè per le ragioni di sagomabilità che valgono per i pezzi speciali — risulta forse più opportuno adottare, nella fabbricazione delle micaniti, delle squame di mica non eccessivamente grandi.

c) *Variazione di adesività di una soluzione alcoolica cotta di gommalacca in funzione del tempo di evaporazione preliminare del solvente.*

Nel caso di cottura senza essiccamento preventivo in aria dello strato di soluzione si son trovate adesività assai inferiori che nel caso di cottura dopo aver essiccato all'aria lo strato di soluzione per dieci minuti, uguali restando tutti gli altri elementi.

Questo è dimostrato dal fatto che in fig. 3 la curva 3 si svolge tutta al di sotto della curva 2 e differisce da questa precisamente soltanto perchè fu ottenuta sperimentando nelle stesse condizioni ma cuocendo i provini di 10 mm a 150° C subito dopo la verniciatura, senza lasciare essiccare all'aria lo strato di vernice prima di unire i provini.

Anche questo risultato è, secondo ogni probabilità, attribuibile all'azione dell'alcool, sia sulla gommalacca direttamente (vedi capoverso prec.) sia indiretta, per le fughe dei vapori che si producono via via.

In fig. 3 il diagramma 3 è anche tutto spostato a destra del diagramma 2 corrispondente. Cioè la massima adesività si verifica per 2,5 ore di cottura, anzichè per 1; questo perchè si richiede un maggior trattamento termico ad evaporare la maggior quantità di alcool, che, quando la soluzione non è stata preventivamente essiccata in aria, si trova ancora tutto tra i provini al momento della cottura.

d) *Variazione dell'adesività e del punto di fusione di una soluzione alcoolica di gommalacca in funzione della durata di cottura.*

Mi è risultato che l'adesività di una gommalacca è funzione del suo tempo di cottura e cresce fin ad un certo valore di quest'ultimo. Probabilmente a questo grado di cottura corrispondono il limite di massima evacuazione dei vapori e il grado più opportuno di polimerizzazione. Oltre questo valore subentrano fenomeni di carbonizzazione e vetrificazione del materiale, e l'adesività decresce nuovamente. Questo è dimostrato dall'andamento di tutte le curve della fig. 3. Nelle curve 1 e 2 il tempo di cottura di adesività massima è stato raggiunto — come era prevedibile — prima che nelle altre curve. In questi due casi si hanno infatti la massima temperatura di cottura e il massimo essiccamento preventivo. Nella curva 3, dove l'essiccamento preventivo è mancato, il tempo di adesività massima si raggiunge più tardi.

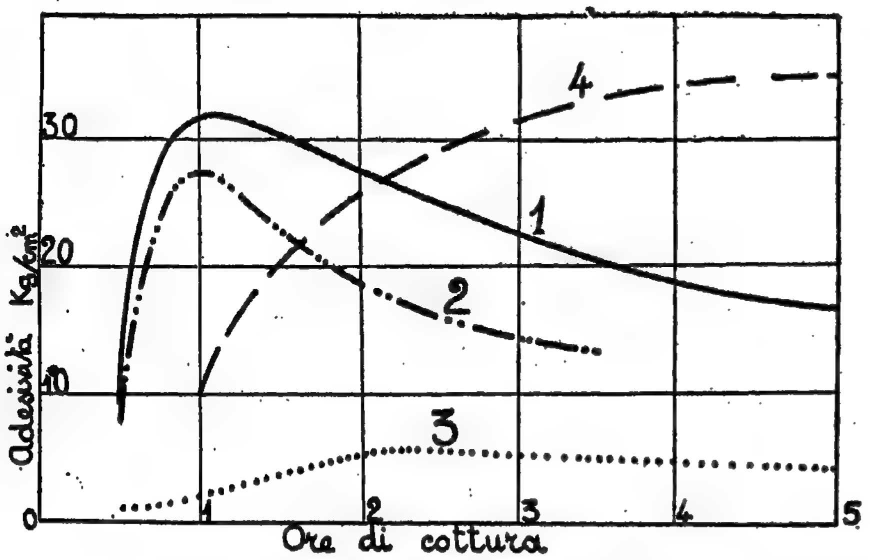


Fig. 3. — Adesività di una soluzione alcoolica cotta di gommalacca.

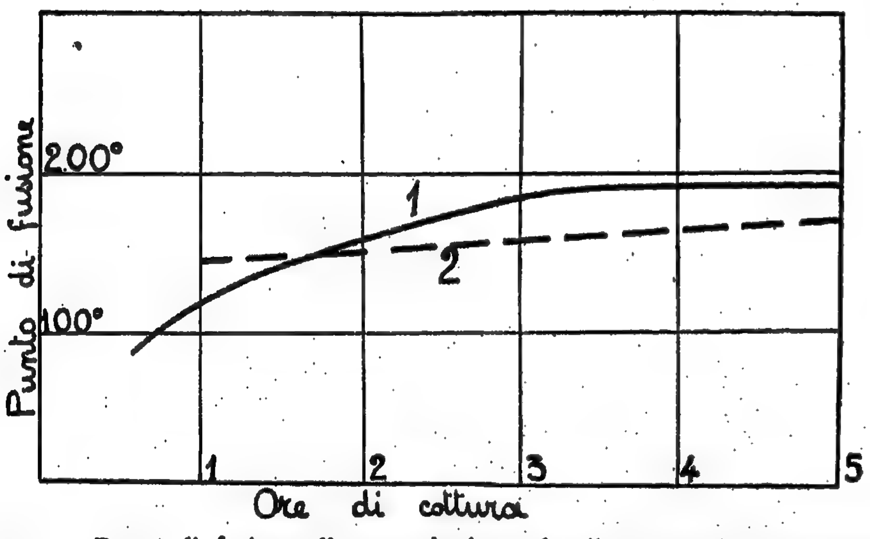


Fig. 4. — Punto di fusione di una soluzione alcoolica cotta di gommalacca.

Nella curva 4, ottenuta all'identico modo della curva 1 ma con temperatura di cottura di 100° anzichè di 150° C, il tempo di cottura di adesività massima non è stato neppure raggiunto, ma si ha sempre un andamento conforme alla regola.

Invece il punto di fusione di una soluzione alcoolica cotta di gommalacca aumenta — nei limiti sperimentati — assieme col grado di cottura.

I diagrammi della fig. 4 rappresentano la variazione del punto di fusione di uno strato di gommalacca (sempre ottenuto per evaporazione del solvente alcool e successiva cottura) in funzione dei tempi di cottura.

La curva 1 di fig. 4 riguarda il punto di fusione degli stessi provini della curva 1 di fig. 3.

La curva 2 di fig. 4 riguarda gli stessi provini della curva 2 di fig. 3.

Da queste curve si vede come sia possibile, mediante trattamento termico, elevare il punto di fusione di una gommalacca, a parziale detrimento però della sua adesività, perchè ai tempi di cottura che portano un punto di fusione più alto corrispondono adesività inferiori.

e) *Variazione dell'adesività di una soluzione alcoolica di gommalacca e del suo punto di fusione in funzione della temperatura di cottura.*

La temperatura di cottura più opportuna usando il tipo fluido di soluzione (3/5) è apparsa quella di 150° C, perchè temperature superiori minacciavano di render troppo fragile il materiale e richiedevano eccessivi tempi di raffreddamento, mentre con temperature inferiori, (ad es. di 100° C) si raggiungevano adesività sufficienti solamente con cotture molto prolungate (curva 4 della fig. 3) e sopratutto non si ottenevano punti di fusione abbastanza elevati.

f) *Deterioramento delle soluzioni alcooliche di gommalacca col tempo.*

Non è opportuno lasciare la gommalacca in soluzione alcoolica per lungo tempo (oltre una decina di giorni) senza adoperarla. Infatti — a parte che la soluzione alcoolica di gommalacca diventa più attaccaticcia per parziale evaporazione del solvente e relativo aumento di concentrazione — le qualità adesive ne vengono deteriorate.

g) *Conclusioni.*

L'adesività di uno strato di gommalacca ottenuto per cottura di soluzione alcoolica:

1°) aumenta colla concentrazione della soluzione;

2°) migliora diminuendo le dimensioni delle sezioni incollate;

3°) migliora se vi è stata preliminare essiccazione in aria dello strato;

4°) aumenta fino ad un valore massimo col crescere del tempo di cottura; oltre a questo decresce nuovamente;

5°) è migliore avendo trattata la gommalacca per un tempo più lungo ad una temperatura più bassa, che non per un tempo più corto a una temperatura più alta.

Il punto di fusione dello strato di gommalacca si innalza col grado di cottura, ma a scapito dell'adesività del materiale.

Sulla gommalacca pura, anzichè sulle soluzioni alcooliche sperimentò lo Stäger [37] trovando parimenti che le proprietà di una gommalacca risultano grandemente alterate se essa viene mantenuta ad una temperatura di 100° C. La sua solubilità in alcool è rapidamente ridotta, il suo punto di fusione si innalza fortemente, fintanto che la gommalacca non diventa praticamente infusibile. Questo autore dà per la gommalacca pura il diagramma dell'innalzamento del punto di fusione in funzione delle ore di permanenza a 100° C (vedi fig. 5).

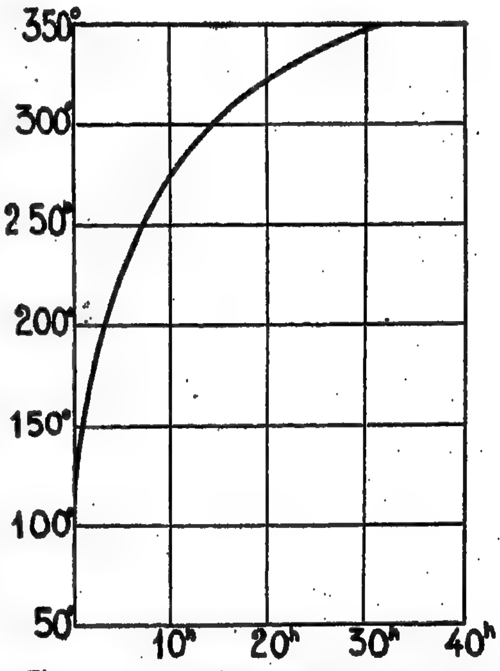


Fig. 5. — Innalzamento del punto di fusione della gommalacca tenuta a 100° C.

Per determinare il punto di fusione di una gommalacca non è necessario ricorrere ad apparecchi speciali studiati allo scopo, sempre complicati e costosi; è sufficiente mettere una piccola quantità di gommalacca in una provetta, che si scalda poi gradatamente in un bagnomaria di olio o paraffina o altro liquido trasparente, la cui temperatura va costantemente rilevata col termometro.

Il punto di fusione si determina dal cambiamento di aspetto della gommalacca che cola lungo le pareti, o toccando la gommalacca con una bacchetta di vetro.

2/III - Rigidità dielettrica di uno strato di soluzione alcoolica cotta di gommalacca.

Questo elemento è essenziale per le cartelacche ed è un elemento assai importante negli aggregati isolanti ad adesivo gommalacca.

Anche la rigidità dielettrica di uno strato ricavato da una soluzione alcoolica di gommalacca cuocendola in forno, varia col grado di cottura. Ricerche fatte in proposito verniciando una sola faccia di un elettrodo piano ed usando una sferetta di ottone di mm 10 di diametro come secondo elettrodo, mi hanno dato i risultati riportati nel diagramma della fig. 6.

Lo strato di gommalacca depositato sull'elettrodo piano e rigido si trovava in condizioni di lavoro simili a quelle nelle micaniti, dove appunto si incollano assieme squame dotate di una certa rigidità ancorchè molto sottili.

Dai risultati ottenuti credo di poter dedurre che non è soltanto

(37) loc. cit.

la carbonizzazione causata dalla polimerizzazione per cottura quella che provoca sensibili riduzioni di rigidità dielettrica. (È infatti nota la buona resistenza della gommalacca all'arco elettrico e alla scarica superficiale). La rigidità dielettrica di uno strato di gommalacca (soluzione alcoolica) considerato per sè stesso viene diminuita dalla fragilità apportata dalla cottura: probabilmente la gommalacca irrigidendosi non è più in grado di aderire perfettamente al proprio supporto rigido, e ne scaturiscono sollecitazioni interne che provocano screpolature microscopiche dello strato in via di indurimento, anche se si opera colle cautele usate in questo caso.

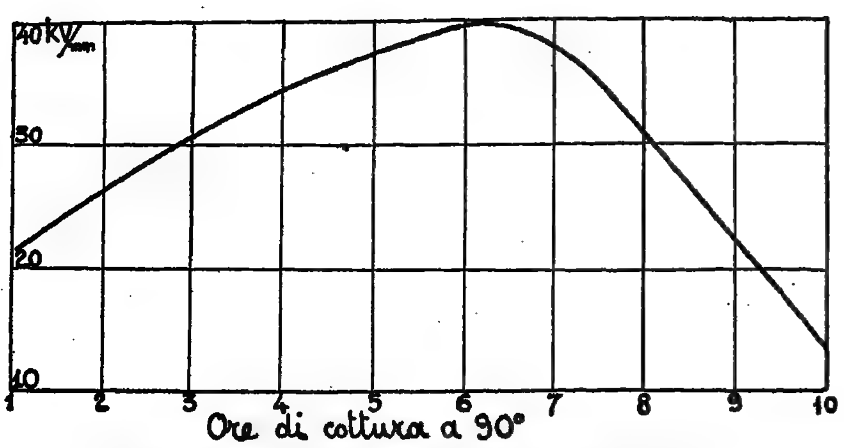


Fig. 6. — Rigidità dielettrica di uno strato di gommalacca (da soluzione alcoolica) in funzione del grado di cottura.

L'inconveniente descritto aumenta se la gommalacca è sofisticata con colofonia, perchè quest'ultima tende a polverizzarsi (vedi § 1/IV *a*) e quindi a diminuire, per tale ragione indiretta, la rigidità dielettrica. Infatti la gommalacca da me usata per questa prova era di qualità piuttosto corrente.

Come ho già detto, in questa prova ho cercato elementi qualitativi più che quantitativi; poichè la cottura venne fatta in condizioni necessariamente fittizie, con aree verniciate relativamente piccole e con la massima esposizione al calore, penso che il ramo discendente della curva di fig. 6 cominci prima di quanto non avverrebbe alla cottura industriale (a parità di temperatura) o, a fortiori, in esercizio. Inoltre la prova venne fatta con particolare riguardo alle micaniti. Invece negli isolanti in cui si affidano alla gommalacca veri compiti di rigidità dielettrica, e non solo di adesività, anzitutto non esiste solvente (la cartalacca viene generalmente trattata a caldo con gommalacca in polvere) del quale non sono da escludersi le azioni deleterie. In secondo luogo si ha un supporto flessibile, cioè meglio disposto a secondare gli eventuali irrigidimenti vetrosi della resina.

Se si accetta di attribuire anche a cause meccaniche di screpolabilità e polverizzazione, e non solo a cause chimiche di carbonizzazione la diminuzione di rigidità dielettrica dello strato a se di gommalacca, si ha un'altra ragione per ammettere, come al § 1/III *b*) l'opportunità di usare, specie per il micafoglio, squame di mica piuttosto piccole.

3/III - Influenza della gommalacca sulla rigidità dielettrica della micanite.

Nella prova di rigidità dielettrica delle micaniti, il collante gommalacca ha grandissima influenza sia per quanto riguarda la rigidità dielettrica e le proprietà tutte della gommalacca stessa, sia indirettamente a seconda della sua fluidità, densità e adesività in soluzione. Queste ultime cause danno luogo a strati più o meno alti e più o meno uniformi, ciò che si ripercuote sull'omogeneità della micanite e quindi sulla maggiore o minore uniformità delle sue caratteristiche elettriche.

Il caso più sfavorevole, già ricordato, è quello di assenza di gommalacca tra due fogli di mica per scorrimento, o per formazione di bolle gassose. In presenza di questi veli gassosi che costituiscono dei punti deboli perchè ionizzabili, la rigidità dielettrica si abbassa fortemente.

Per ricercare queste zone di ionizzazione in una micanite, a dimostrazione della maggior o minor efficacia dell'adesivo, ci si può valere delle curve di perforazione di micaniti in funzione dei tempi di elettrizzazione.

È noto infatti che gli strati gassosi presenti, perdurando la sollecitazione elettrica, provocano, ionizzandosi, l'alterazione dell'isolante; questo produce la perforazione a tensione inferiore a quella disruptiva del materiale intatto.

La perforazione di micaniti deve essere fatta in olio (per evitare la formazione di effluvi o scariche superficiali) e non bisogna dimenticare il fatto che l'olio ha sulla micanite effetti disgregatori che possono falsare i risultati; perciò i tempi di immersione in olio dovranno essere ridotti al minimo necessario per la prova.

Le diverse curve di perforazione in funzione del tempo di elettrizzazione qui riprodotte, (esse hanno andamenti analoghi al variare degli spessori, dei tempi di cottura e delle temperature di perforazione) mettono in luce i seguenti fatti in accordo coi risultati dati dalle ricerche di adesività precedentemente esposti (fig. 7).

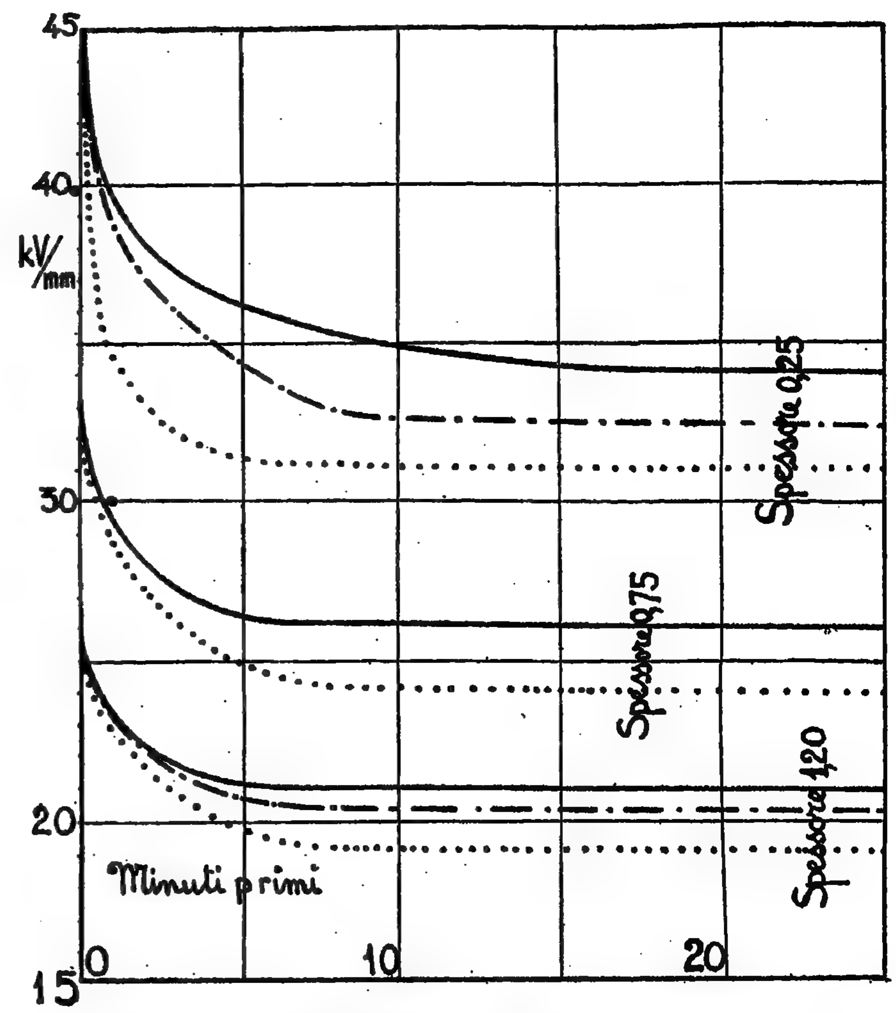


Fig. 7. — Rigidità dielettrica di micaniti a collante gommalacca in funzione dei tempi di elettrizzazione.

———————	prova a 20° C	delle micaniti a cottura normale;
. . . .	» » 60° C	» » » » »
.—.—.—.—.	» » 20° C e 60° C	» » » » prolungata; le due curve coincidono.

a) Esiste il noto fenomeno della diminuzione di rigidità dielettrica coll'aumento di spessore.

b) Se si calcola per ogni curva la differenza percentuale fra rigidità dielettrica istantanea e rigidità limite (cioè la tensione per mm a cui la micanite si perfora dopo un tempo infinito) si vedrà che questa differenza è più sensibile nelle micaniti di piccolo spessore, che in quelle a grande spessore. Il fenomeno è vero per le micaniti normali tanto a temperatura ordinaria che a 60° C; è anche vero per le micaniti a cottura prolungata in cui le curve a 20° C e a 60° C coincidono.

I valori trovati per le differenze percentuali già dette sono riassunti nella tabella N. 4.

Secondo ogni probabilità questo si spiega col fatto che nelle lastre più grosse, essendosi avuta durante la fabbricazione una più omogenea pressatura a causa del maggior spessore, l'adesivo risulta più efficace ed ha lasciato minor numero di interstizi d'aria ionizzabili. Il calore stesso, essendo penetrato dalla piastra riscaldante all'interno più lentamente, ha provocato meno violentemente la formazione di gas.

Conseguenza pratica del fatto è che per le micaniti sottili conviene applicare alla tensione di perforazione istantanea trovata un coefficiente di sicurezza più elevato che per le micaniti più grosse.

c) Se si osserva come la curva di perforazione a 20° C di una micanite a cottura normale si svolge al di sopra della curva di perforazione a 20° C o 60° C di una micanite a cottura prolungata di uguale spessore, si nota come la rigidità dielettrica di quest'ultima sia lievemente peggiorata.

La cottura prolungata di una micanite infatti fa lievemente diminuire la rigidità dielettrica a temperatura normale, probabilmente per due cause: peggioramento della rigidità stessa della gommalacca (fig. 6) e diminuzione della sua adesività (fig. 3) con conseguente maggior numero di vacui interni, coerentemente con le deduzioni tratte al § precedente.

Tabella N. 4.

	Spessore 0,25	Spessore 0,75	Spessore 1,2
Cottura normale - Prova a 20° C	$\frac{45 - 34}{34}\,100 = 32{,}5\,\%$	$\frac{33{,}2 - 26{,}2}{26{,}2}\,100 = 27\,\%$	$\frac{26 - 21}{21}\,100 = 24\,\%$
Cottura normale - Prova a 60° C	$\frac{43 - 31}{31}\,100 = 40\,\%$	$\frac{32 - 23{,}8}{23{,}8}\,100 = 33\,\%$	$\frac{25 - 19}{19}\,100 = 31{,}5\,\%$
Cottura prolungata - Prova a 20° C e 60° C......	$\frac{44 - 32{,}5}{32{,}5}\,100 = 36\,\%$		$\frac{26 - 20{,}3}{20{,}3}\,100 = 28\,\%$

Quest'ultima ipotesi è anche confermata dal fatto che la differenza percentuale tra rigidità dielettrica istantanea e rigidità limite, (cioè la tensione per mm a cui la micanite si perfora dopo un tempo infinito), è maggiore nelle micaniti a cottura prolungata che nelle micaniti a cottura normale (36 % contro 32,5 % per il 0,25 mm; 28 % invece di 24 % per mm 1,20).

d) In compenso però a 60° C una micanite a cottura prolungata si comporta meglio di una micanite a cottura normale, come si nota osservando che la curva di perforazione a 60° C di una micanite a cottura normale si svolge al di sotto della curva di perforazione a 20° C e a 60° C della micanite a cottura prolungata di ugual spessore. Infatti la cottura prolungata provoca l'innalzamento del punto di fusione della gommalacca, e ciò elimina la formazione supplementare di strati d'aria a 60° C, facendo coincidere — come si è visto — la curva di perforazione a 60° C con quella a 20° C, contrariamente al caso *e*) che segue.

e) Dal complesso delle esperienze condotte su micaniti a cottura normale è risultato che, per prolungati tempi di sollecitazione, la differenza tra la rigidità dielettrica a temperatura ambiente e la rigidità dielettrica a temperatura elevata di una stessa micanite è maggiore della medesima differenza considerata per sollecitazione istantanea (questo si spiega perchè, perdurando la sollecitazione elettrica, il gas interno ionizzato ha avuto il tempo di agire sul dielettrico). Inoltre micaniti di diversi spessori — purchè siano state fabbricate con gommelacche uguali e nello stesso modo — mostrano che il rapporto tra la differenza suddetta a sollecitazione prolungata e la rigidità limite è costante al variare degli spessori.

Tale valore costante è, secondo ogni probabilità, funzione della qualità e del trattamento della gommalacca.

Quando si sperimenta a temperatura elevata, per parziale fusione o modificazione della gommalacca, si sono formati e ionizzati strati gassosi interni, sempre nella stessa misura perchè la gommalacca ed il trattamento sono sempre uguali. L'entità di tale ionizzazione denuncia perciò la minor o maggior bontà dell'adesivo e del suo modo di applicazione (grado di cottura, ecc.).

L'attendibilità della deduzione è dimostrata anche dal fatto che se le prove anzidette si fanno su micaniti molto cotte invece che su micaniti a cottura normale, si trova che la curva di perforazione a temperatura normale coincide con quella a temperatura elevata, e pertanto la differenza percentuale anzidetta è nulla. Infatti in una micanite a cottura prolungata la gommalacca rimane allo stato solido anche a temperature superiori, ciò che evita la formazione di ulteriori vani interni.

In conclusione è lecito affermare, che una cottura ragionevolmente prolungata (tale da non portare a una carbonizzazione eccessiva) della gommalacca migliora, nel complesso, le qualità di quest'ultima.

4/III - Ricerca dell'adesività di una gommalacca attraverso le perdite dielettriche di una micanite.

È possibile attraverso la ricerca delle perdite dielettriche determinare la presenza di inclusioni gassose [38] in una micanite; anche questo è pertanto un sistema efficace per studiare l'adesività di una gommalacca usata in una micanite.

Il metodo è di sicura sensibilità e serve a verificare i risultati forniti da altre ricerche indirette, per esempio la sollecitazione di tensione in prova di durata del paragrafo precedente.

[38] Pugno Vanoni: Rendiconti XVIII Riunione annuale A.E.I., pag. 489.

Il fenomeno è evidente a frequenza normale e tensione elevata, usando un circuito appropriato [39], ma appare anche con tensioni basse ad alta frequenza, usando ad esempio il noto metodo di sostituzione [40].

In queste ricerche conviene determinare la variazione del fattore di potenza al variare di alcuni parametri caratteristici [38].

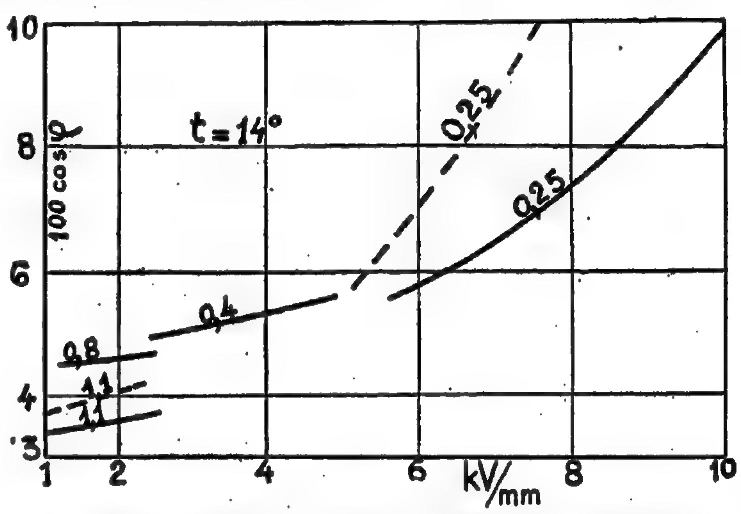


Fig. 8. — Angolo di perdita di micaniti a collante gommalacca in funzione del gradiente elettrico.
——————— micaniti a cottura normale
— — — — — — » » » prolungata.

Dalle misure eseguite a frequenza industriale ho ottenuto (fig. 8) due famiglie di curve: l'una a tratto continuo per micaniti a cottura normale, l'altra, tratteggiata, per micaniti a cottura prolungata. Entrambe queste curve danno la variazione delle perdite dielettriche a frequenza industriale in funzione del gradiente elettrico. Il numero segnato sopra ogni curva indica in mm lo spessore della micanite.

Si nota che:

a) in una stessa famiglia le curve delle micaniti più sottili sono al di sopra di quelle delle micaniti più grosse, e cioè la perdita aumenta col diminuire dello spessore. Si deduce che vi è più alta percentuale di inclusioni gassose nelle micaniti sottili che nelle altre. Di questa differente adesività della gommalacca nei due casi, da cui dipende la diversa quantità dei veli d'aria nella micanite, ho già affacciato una spiegazione al § 3/III dove già ho riscontrato il fenomeno;

b) la curva di una micanite a cottura normale si svolge al di sotto di quella a cottura prolungata e di ugual spessore. Cioè la cottura prolungata ha lievemente peggiorato l'adesività della gommalacca che in questo caso dà micaniti a perdite più sensibili.

Anche questo conferma i risultati esposti al § 1/III e le ipotesi avanzate al § 3/III.

Le prove con alta frequenza diedero risultati analoghi benchè meno appariscenti, essendo in questo caso le perdite minori, perchè col ponte di misura in alta frequenza da me usato il gradiente elettrico è dell'ordine dei volt/mm anzichè dei kV/mm.

5/III - Influenza della gommalacca sulla compressibilità a caldo di una micanite.

La compressibilità a caldo di una micanite appare evidentemente funzione della natura della gommalacca e del punto di fu-

[39] Pugno Vanoni: A.E.I., 1930, n. 2.
[40] Soc. An. Monti e Martini, Milano: op. cit.

sione di quest'ultima, cioè delle modalità di fabbricazione e del grado di cottura.

È desiderabile che su un pezzo montato tale compressibilità sia ridotta al minimo ,così da assicurare l'invariabilità delle dimensioni geometriche ed eliminare dannose fusioni e fuoruscite di collante (vedi § 3/I *b*).

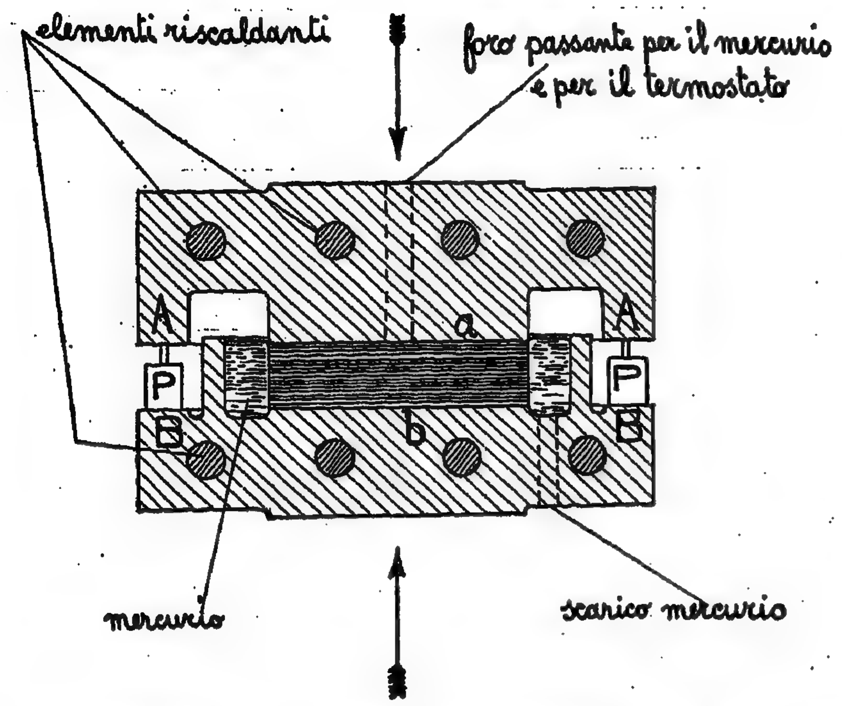


Fig. 9. — Dispositivo per la prova di compressibilità a caldo delle micaniti.

La prova di compressibilità a caldo è indispensabile per le micaniti dure calibrate; essa è però molto espressiva anche per le micaniti comuni, perchè è l'unica che sveli direttamente, in una micanite già fatta, il punto di fusione della sua gommalacca. L'assenza o meno di fuoruscita di collante ai bordi, per una determinata temperatura e pressione, è garanzia o meno delle possibilità di lavoro a quella temperatura della micanite in esame.

Una macchina normale per prove di compressione munita di dinamometro può servire se si applica tra i suoi piani un opportuno dispositivo, per esempio quello della fig. 9, costruito per questo scopo nel laboratorio della S. A. Monti e Martini.

La compressione è applicata a un pacchetto di micaniti, il quale si trova stretto tra due superfici rettificate (*a b*) ed è circondato da mercurio, come risulta dalla figura. Esternamente al pozzetto di mercurio vi sono quattro pezzi di piombo *P* che vengono a trovarsi tra le due corone di riferimento (*AA* , *BB*) pure rettificate e livellate con le superfici di pressione. Quando il pacchetto viene compresso, risultano compresse anche le parti superiori dei piombi (che hanno diametro di circa 2 mm). Quindi a operazione finita, sollevando la metà superiore dell'apparecchio, si possono togliere i piombi e dedurre esattamente, dalla loro altezza, l'altezza che il pacco aveva assunto sotto l'effetto della pressione.

La misurazione degli spessori fatta per mezzo dei piombi non falsa sensibilmente i risultati, in quanto la sezione dei piombi è trascurabile rispetto a quella delle micaniti.

La prova di compressione di una micanite denuncia assai bene anche il potere incollante della gommalacca ivi usata, in quanto dà il grado di compressibilità della micanite; e quest'ultimo è funzione della maggiore o minore presenza di intercapedini interne.

Lo prova il fatto — intuitivo d'altronde — che il grado di compressibilità di una medesima micanite varia a seconda del numero di lastrine che formano il pacchetto in prova (fig. 9). Infatti ogni superficie di separazione tra due lastrine forma un velo d'aria interna, e il grado di compressibilità, benchè riferito all'unità di spessore del pacco, cresce aumentando il numero delle lastrine.

Nella tabella n. 5 sono indicati i risultati medi ottenuti in prove eseguite su pacchetti di 16 lastrine di micanite comune.

Per spessore iniziale s'intende quello del pacco misurato a 10 kg/cm² di pressione.

Ho tracciato i relativi diagrammi (figg. 10, 11 e 12) del grado di compressibilità espresso come diminuzione percentuale dello spessore rispetto al valore iniziale, in funzione dello spessore. I risultati sono coerenti con quelli del § 3/III.

a) Si nota anzitutto dall'andamento generale dei diagrammi, che le micaniti più grosse sono più compatte, mentre, diminuendosi gli spessori, la pressatura, durante la fabbricazione, riesce probabilmente meno omogenea come si è detto al § 3/III, *b*) e perciò la gommalacca lascia maggior numero di vuoti interni.

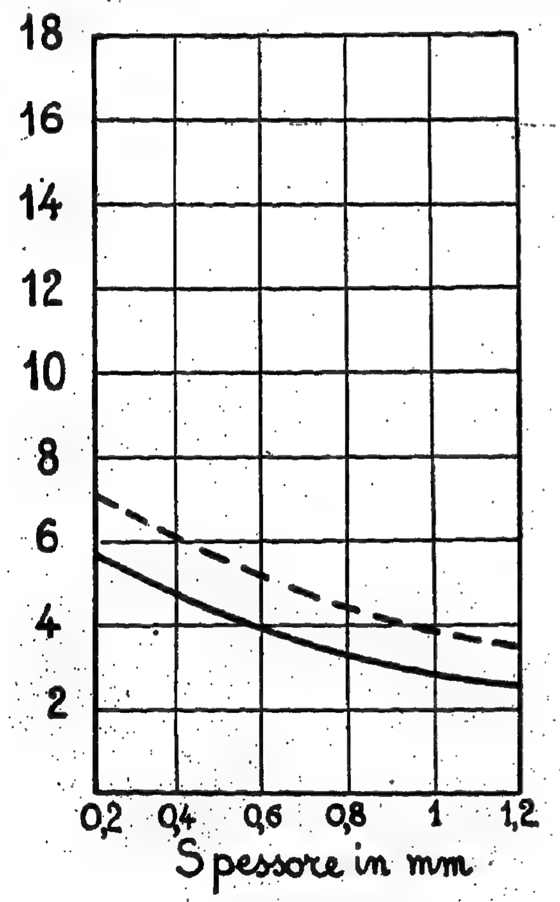


Fig. 10.
Compressibilità di micaniti comuni in funzione del loro spessore:
Passaggio da $P = 10$ kg/cm² a $P = 150$ kg/cm² ; $t = 20°$ C
——— a cottura normale
— — — » » prolungata.

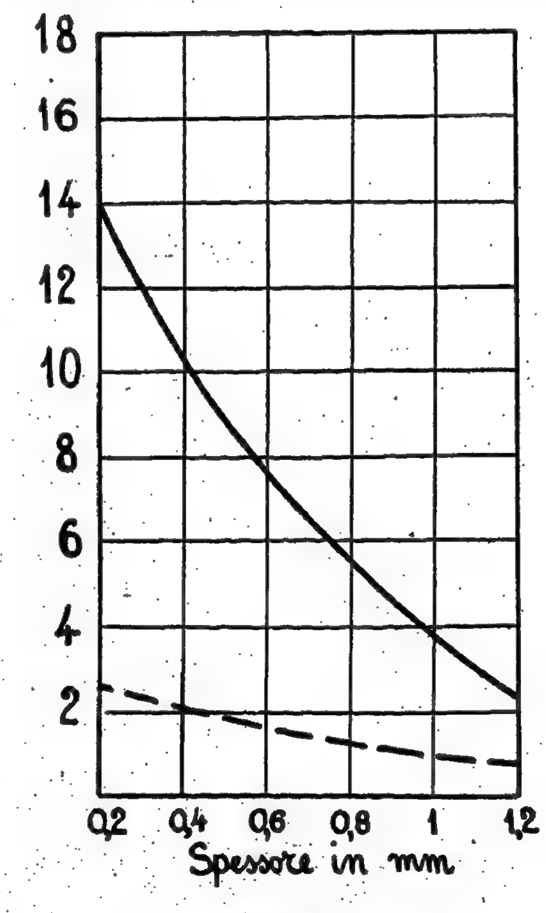


Fig. 11.
Compressibilità di micaniti comuni in funzione del loro spessore:
Passaggio da 20° C a 60° C ; $P = 150$ kg/cm².
——— a cottura normale
— — — » » prolungata.

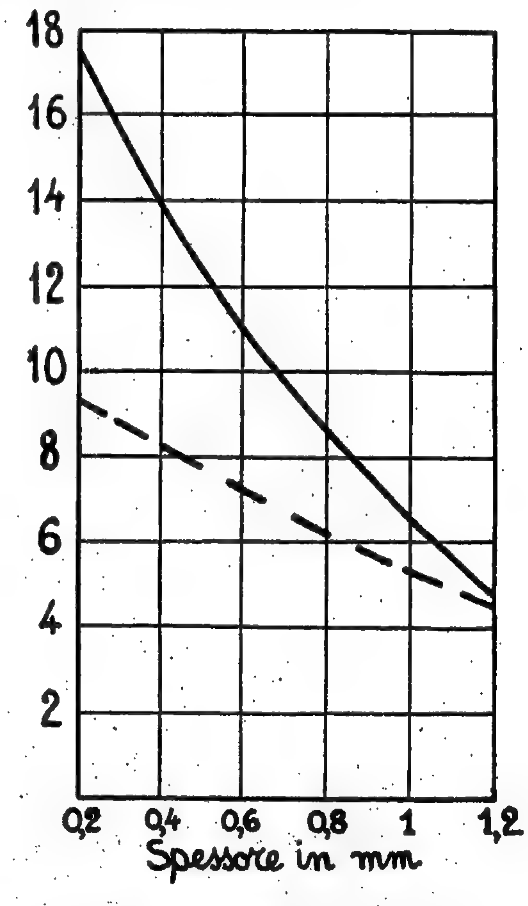


Fig. 12.
Compressibilità di micaniti comuni in funzione del loro spessore:
Passaggio da $t = 20°$ C e $P = 10$ kg/cm² a $t = 60°$ C e $P = 150$ kg/cm².
——— a cottura normale
— — — » » prolungata.

b) Mentre nella compressione a freddo (fig. 10) le micaniti molto cotte (curva tratteggiata) si sono mostrate più comprimibili delle micaniti a cottura normale (curva continua), nella compressibilità a caldo è accaduto il contrario (figg. 11 e 12). Questo coincide con ciò che si è visto nelle curve della rigidità dielettrica in funzione del tempo di elettrizzazione a 20° C e 60° C (fig. 7) delle micaniti molto cotte. Anche di questo fatto ritengo si possa dare la stessa spiegazione che ai §§ 3/III *e*), e 1/III *g*) : cioè la lieve diminuzione di adesività a temperatura normale della gommalacca prodotta dalla cottura prolungata è compensata dall'innalzamento del suo punto di fusione, che impedisce la sconnessione delle squame alle temperature superiori.

Cottura della micanite	Normale				Prolungata	
Spessori in mm.	0,25	0,50	0,75	1,20	0,25	1,20
Diminuzione percent. di spessore per una variaz. di pressione da 10 a 150 kg/cm^2 a t = 20° C (fig. 10)	5,25	4,81	3,00	2,38	6,77	3,59
Diminuzione percent. di spess. per una variaz. di temp. da 20° a 60° C per P = 150 kg/cm^2 (fig. 11)	13,90	7,05	4,32	2,42	2,35	0,8
Diminuzione percent. di spess. da P = 10 kg/cm^2 e t = 20° C a P = 150 kg/cm^2 e t = 60° C (fig. 12)	18,50	10,38	7,85	4,74	8,95	4,62

Questa concordanza di risultati tra ricerche condotte in modi tutt'affatto diversi depone in favore delle ipotesi prima avanzate.

Come ho già detto, è della massima importanza osservare se, comprimendo una micanite a caldo, si verifica fuoruscita di collante ed a quale temperatura.

Per esempio, nelle esperienze ora descritte, il fenomeno cominciò a verificarsi a 65° C per gli spessori minori delle micaniti a cottura normale.

Parte IV.

PROVE SULLA GOMMALACCA USATA IN ELETTROTECNICA.

Benchè la produzione e l'impiego industriale delle gommelacche siano veramente notevoli, tuttavia le cognizioni su di esse non sono così vaste ed estese da render possibile una suddivisione dei vari tipi secondo singole proprietà specifiche.

E quand'anche mediante classificazioni di dubbia efficacia si potessero isolare tipi in cui fosse garantita la presenza di una certa proprietà, per esempio la solubilità in alcool, o l'assenza di una certa impurità, per esempio la colofonia ,questo non direbbe poi nulla di altre proprietà che sono del pari importanti per chi adopera la gommalacca.

Un collaudo in proprio di ogni partita di gommalacca, fatto dall'elettrotecnico che ne adopera gran quantità, non mi parrebbe perciò inutile; non credo che nella maggior parte dei casi esso possa venir sostituito dalle assicurazioni — anche fatte in buona fede — del venditore.

Una gommalacca per elettrotecnica dovrebbe essere il più possibile priva di sofisticanti (i principali sono la colofonia e la coppale) di sostanze estranee (in particolare di orpimento) di impurità organiche, di cera, di elettroliti. Il suo grado di condensazione non deve superare certi limiti, e così pure la sua acidità, la sua igroscopicità e — dopo la cottura — le sostanze volatili. La solubilità in alcool è elemento della massima importanza, e deve essere completa.

Infine di una gommalacca fusa bisogna considerare la fluidità, che deve essere maggiore o minore a seconda degli usi.

Passerò rapidamente in rassegna tutti questi requisiti indicando i metodi di prova più adatti a ricercarne la presenza in una gommalacca, e le tolleranze comunemente concesse (Nota I).

1/IV - Sostanze estranee e sofisticanti di una gommalacca.

Una buona gommalacca per usi elettrotecnici deve essere esente da ogni prodotto di falsificazione, perchè le sostanze estranee usate a questo scopo peggiorano le proprietà del materiale puro.

La gommalacca deve essere senza polvere, secca, translucida, di deve contenere nè cellulosa, nè i suoi derivati, impurità, fibre o legno.

Le sofisticazioni industriali più comuni della gommalacca sono fatte aggiungendo altre resine di minor costo, o orpimento; tra le resine si impiegano specialmente la colofonia e la coppale.

a) *Colofonia e coppale*: Una bassissima percentuale di colofonia in una gommalacca può essere non certo gradita ma considerata come residuo dell'aggiunta fatta durante la raffinazione (vedi § 2/I) per aumentare la fluidità della miscela trattata. In più alte proporzioni invece la presenza di colofonia in una gommalacca è dannosa e non deve essere tollerata. In questo caso la ragione anzidetta non è che pretesto per impiegare materiale di costo molto inferiore e mancante di molte delle caratteristiche richieste alla gommalacca.

La colofonia, una volta seccata, va in polvere, e questo sarebbe un'inconveniente gravissimo tanto per uno strato adesivo che per uno strato isolante. Anche le proprietà dielettriche della colofonia sono inferiori a quelle della gommalacca.

Considerazioni analoghe possono farsi per la coppale.

La colofonia e la coppale hanno un alto numero di iodio, espresso come peso in grammi dello iodio che viene assorbito da 100 grammi del composto. Poichè questo numero rappresenta l'iodio fissato dai composti non saturi (per ogni doppio legame si fissano due atomi di iodio), si può pensare che la stabilità chimica della colofonia e della coppale sia molto inferiore a quella della gommalacca. La stabilità della gommalacca è tale che — si è visto al § 2/I — essa può venire impunemente decolorata con cloro.

La ricerca qualitativa della colofonia nella gommalacca si può fare o col metodo di Halphen Hiches (Nota II) che è sensibilissimo (rivela quantità di colofonia inferiori a 1/1000 del peso della sostanza esaminata) oppure col metodo di Liebermann Storch riportato nella Nota III.

La ricerca qualitativa della coppale nella gommalacca si fa invece seguendo le norme della Nota IV.

La sofisticazione della gommalacca mediante resine essendo dan-

---

Nota I.

La maggior parte delle prove che verranno descritte richiedono procedimenti esatti di pesatura. Convien dunque ricordare che qualche volta, in ambiente molto secco, la gommalacca in scaglie si elettrizza per strofinio, come molte altre resine. Basta talora lo sfregamento prodotto nel maneggiarla; e quando si deve pesarne esattamente piccole quantità per prove di laboratorio, la pesatura può riuscirne falsata se non si lascia la bilancia in riposo per qualche minuto.

Nota II.

Metodo d'Halphen Hicks per la ricerca qualitativa della colofonia in una gommalacca.

Si sciolgano due grammi di gommalacca in polvere in un bicchiere contenente 10 cm^3 d'alcool assoluto. Quando la gommalacca è completamente disciolta si aggiungano 8 cm^3 di tricloretilene o di tetracloruro di carbonio e si agiti accuratamente. Si aggiungano allora 50 cm^3 di acqua fredda per precipitare la gommalacca. L'acqua separa anche il tricloretilene contenente la resina che potrebbe esistere. Si versi il tutto in un separatore lasciando nel primo bicchiere la maggior quantità possibile di gommalacca precipitata. Dopo alcuni minuti il tricloretilene formerà uno strato al fondo. Si versi qualche goccia di questo residuo su una capsula di porcellana e si applichi il reattivo d'Halphen-Hicks sottoindicato. Il cambiamento di tono dal bleu pallido al violetto cupo indica la presenza di resina. Un millesimo di colofonia dà una reazione debole ma visibile. Col 1/2 % di colofonia il colore è intenso.

Reattivo d'Halphen-Hicks: Soluzione n. 1: Bromo 2 cm^3; tetracloruro di carbonio 4 cm^3 (preparato recentemente).

Soluzione n. 2: Fenolo 1 cm^3; tetracloruro di carbonio 2 cm^3.

Si mescolino tre gocce della soluzione n. 2 con qualche goccia della soluzione di tricloretilene. Si mettano alcune gocce della soluzione n. 1 vicino, ma non in contatto, alla soluzione da provare che, se contiene colofonia, si colora anzitutto sui bordi; poi la tinta si estende progressivamente.

Nota III.

Metodo di Liebermann-Storch per la ricerca qualitativa della colofonia in una gommalacca.

Si scaldi circa un grammo di gommalacca con qualche cm^3 di anidride acetica; dopo aver raffreddato si metta una piccola quantità della soluzione di anidride acetica su una piastra bianca e si aggiunga qualche goccia di una soluzione acquosa di acido solforico di densità 1,53 a 15° 5 C sul bordo della piastra, in modo che si mescoli lentamente colla soluzione acetica.

La presenza di colofonia fa sviluppare una tinta fuggevole viola.

Nota IV.

Metodo per la ricerca qualitativa della coppale in una gommalacca.

Si faccia una soluzione al 35 % circa di gommalacca in alcool denaturato a 95 % e si filtri. Si mettano circa 10 cm^3 del filtrato in una grossa provetta (circa 150 × 19 mm), si aggiunga alcool metilico a 99 % fin quasi a riempirla, si mescoli completamente e si lasci a riposo. Se vi è della coppale si avrà un precipitato. Se la gommalacca è pura il liquido rimarrà limpido.

nosa, non conviene fare soltanto la ricerca qualitativa della colofonia o della coppale in una gommalacca; è importante determinarne anche la percentuale. Questa ricerca si fa determinando il numero di iodio della gommalacca secondo il metodo di Vijs della Nota V e sapendo che con questo metodo la colofonia pura rivela un numero di iodio di 228 e la coppale pura rivela un numero di iodio di 130.

Colla determinazione di Vijs si trova che il numero di iodio medio di una gommalacca in scaglie (tipo arancio) non sofisticata è di 18.

Se pertanto una gommalacca saggiata col metodo di Vijs rivela un numero di iodio X, essa conterrà una percentuale di colofonia

$$\frac{X - 18}{228 - 18} 100, \text{ oppure una percentuale di coppale di } \frac{X - 18}{130 - 18} 100.$$

Nota V.

Metodo di Vijs per determinare il numero di iodio di una gommalacca.

Per questa prova occorrono solventi e reattivi ad alto grado di purezza; eccone l'elenco:

1°) *Acido acetico glaciale* 99 %: dovrà avere un punto di fusione di 14°9 C ed avere lo stesso grado di purezza dell'acido acetico glaciale usato come reattivo analitico. La concentrazione dovrà essere del 99 %. In particolare l'acido acetico dovrà essere esente da sostanze riduttrici, e questo deve essere verificato mediante la seguente prova: Si diluiscano 2 cm³ di acido in 10 cm³ di acqua in una provetta, e quando è fredda si aggiunga 0,1 cm³ di permanganato di potassio decinormale. Si copra per proteggere dalla polvere e si metta da parte. Il colore del permanganato non deve essere completamente scomparso dopo due ore, a 24° ± 3° C.

2°) *Soluzione di monocloruro di iodio di Vijs*: Si ottiene sciogliendo esattamente gr 13 di iodio sublimato in un litro di acido acetico 99 % in recipiente ermeticamente chiuso, e scaldando moderatamente. La concentrazione della soluzione deve essere determinata titolando con una soluzione decinormale di tiosolfato di sodio.

Si mettano da parte da 50 a 100 cm³ di soluzione. Nella rimanente si faccia gorgogliare cloro gassoso secco fintanto che non avvenga il caratteristico cambiamento di calore e il contenuto di alogeno sia raddoppiato, cosa che si accerterà mediante titolazione. Se il contenuto di alogeno è stato più che raddoppiato, esso va ridotto aggiungendo la quantità necessaria di soluzione acetica di iodio. Si tolleri piuttosto un leggero eccesso di iodio che di cloro.

Si deve sperimentare con acido acetico e soluzione monocloridrica di iodio preparata di fresco. Il numero di iodio ottenuto deve essere 18 ± 0,2.

3°) *Soluzione di tiosolfato di sodio (iposolfito)*: si ottiene sciogliendo a freddo gr 24,83 di sale puro in un litro d'acqua distillata, lasciando riposare per almeno una settimana e poi titolando con iodio bisublimato.

4°) *Iodio sublimato*: deve essere puro ed essiccato per almeno 24 ore in un essiccatore a cloruro di calcio.

5°) *Soluzione d'amido*: si ottiene facendo bollire gr 1 di amido in 500 cm³ di acqua; deve essere preparata di fresco.

6°) *Soluzione di ioduro di potassio*: si ottiene facendo una soluzione al 10 % in acqua distillata di ioduro di potassio esente da iodati.

7°) *Cloroformio*: deve essere puro e senza acidità, privo di acetone e di alcool.

Metodo di Vijs.

Si metta in una beuta con tappo smerigliato di 250 o 300 cm³ un campione di gommalacca di 0,15 ÷ 0,20 gr e lo si sciolga in acido acetico 99 % scaldando moderatamente, senza preoccuparsi se resterà un lieve residuo di cera. A soluzione completa si aggiungano 10 cm³ di cloroformio e si raffreddi la soluzione fra 21° 5 e 22° 5 C; si aggiungano 25 cm³ di soluzione di monocloruro di iodio di Vijs e si conservi la beuta all'oscurità esattamente per 60 minuti a una temperatura tra 21° 5 e 22° 5 C. La beuta verrà agitata più volte mentre agisce la soluzione di Vijs. Si aggiungano allora 20 cm³ di una soluzione decinormale di ioduro di potassio e si titoli l'eccesso di iodio colla soluzione decinormale di tiosolfato, agitando energicamente fino a che si ottiene un colore paglierino. Si aggiunga ora la soluzione d'amido utilizzandola per determinare il punto finale della titolazione. Tale punto finale risulta evidente, perchè il cloroformio scioglierà i prodotti della reazione della gommalacca. Se il colore ritorna dopo circa 30 secondi lo si può trascurare.

Una prova in bianco si farà con tutti i reattivi allo stesso modo per potersi calcolare la percentuale d'iodio assorbita.

Quando si prevede una forte presenza di resine basterà usare un peso di gommalacca inferiore a 0,15 gr. Così pure quando per la titolazione si richiedano meno di 25 cm³ di soluzione tiosolfato di sodio, converrà fare un'altra prova usando una minor quantità di gommalacca.

Si userà la formula per la colofonia o quella per la coppale a seconda che la precedente prova qualitativa abbia rivelato la presenza di colofonia o la presenza di coppale.

Una comune gommalacca per elettrotecnica contiene circa il 3 % di resine sofisticanti.

b) *Orpimento*: Oltre alle resine, come si è detto, si impiega quale sofisticante della gommalacca anche l'orpimento, cioè un solfuro d'arsenico.

Come l'aggiunta di colofonia, anche quella dell'orpimento in una gommalacca è giustificata entro certi limiti dal processo di raffinazione iniziale (vedi § 2/I); ma essa pure in limiti molto ridotti.

La sua presenza riesce dannosa perchè peggiora le proprietà dielettriche della gommalacca e oltre a questo denuncia la sua qualità scadente. Infatti si è visto che le gommelacche di qualità inferiore hanno colorazione più scura, perchè ricavate dalle ultime parti della filtratura (vedi § 2/I) o perchè invecchiate. Tale colorazione viene mascherata diluendola appunto mediante il bel colore giallo chiaro dell'orpimento che è proprio delle qualità migliori di gommalacca.

La ricerca dell'orpimento in una gommalacca si fa col metodo riportato alla Nota VI.

Nota VI.

Determinazione dell'orpimento in una gommalacca.

Si prenda una quantità di gommalacca sufficiente per dare risultati evidenti, la si macini a un grado di finezza tale che passi attraverso un setaccio di 8 maglie per cm lineare e la si mescoli accuratamente. Se ne mettano 10 grammi in un bicchiere di 250 cm³ e si aggiungano 200 cm³ di alcool denaturato a 95 %. Si faccia bollire a bagnomaria finchè tutta la gommalacca non sia sciolta e si lasci a riposo, al caldo.

Si prepari intanto un filtro sottile di pura fibra di asbesto lavato in un imbuto Buchner da 50 mm fissato a un recipiente d'aspirazione mediante un tappo di gomma. Inumidito l'asbesto con alcool caldo si filtri la soluzione calda di gommalacca, applicando una moderata aspirazione: il filtro tratterrà ogni materia insolubile.

Il residuo viene lavato per decantazione con 200 cm³ di alcool in piccole frazioni, attraverso il filtro.

Si continui l'aspirazione fintanto che l'asbesto è quasi seccato e si trasporti asbesto e residuo nel bicchiere dove si è fatto il lavaggio. Si essichi bicchiere e contenuto a 105° C per almeno 10 minuti per eliminare l'alcool. Si raffreddi il bicchiere e si aggiungano lentamente 10 cm³ di HNO^3; si copra con un vetro da orologio e si scaldi lentamente per circa 10 minuti. Si raffreddi, si aggiungano cautamente 15 cm³ di H^2SO^4 e si scaldi su reticella finche non si svolgano copiosi fumi di SO^3. Per togliere le ultime traccie di HNO^3 che invariabilmente rimangano si raffreddi e si aggiungano 20 cm³ di acqua distillata, poi si evapori di nuovo fino ad avere fumi di SO^3.

Se gli ossidi di azoto o l'HNO^3 non fossero ancora completamente eliminati, la distillazione che si farà poi li porterebbe nel distillato, dove la loro azione ossidante sull'H^2S darebbe luogo a zolfo libero che contamina l'As^2S^3.

Se perciò dopo il trattamento suddetto e la diluizione con acqua, è ancora percettibile l'odore di ossidi nitrici, si deve ripetere l'evaporazione finchè si hanno fumi di SO^3.

Si raffreddi e si trasporti la soluzione lavando il bicchiere con 20 ÷ 25 cm³ di acqua, in un recipiente a collo corto e fondo sferico, di capacità 500 cm³ ed avente un tappo di gomma a due fori.

Attraverso un foro si fa passare un imbuto a rubinetto con l'estremità ripiegata e immersa nella soluzione.

Attraverso l'altro foro si adatta un tubo piegato ad L, il cui lato corto entri nel recipiente e sia sopra la soluzione, e il cui lato lungo sia connesso a un condensatore verticale a quattro bulbi, lungo circa mm 350.

Il fondo di questo condensatore è immerso in un bicchiere di 250 cm³ contenente 50 cm³ di acqua, costantemente traversata da una corrente di H^2S. Si aggiungano alla soluzione 20 gr di sale di Mohr o di solfato di ferro, si monti tutto il sistema e si versino 50 cm³ di HCl attraverso l'imbuto a rubinetto. Scaldando a piccola fiamma il recipiente si svolge tricloruro d'arsenico che traverso il tubo a L passa nel distillatore e ricade nell'acqua attraversata dall'H^2S. In questo bicchiere precipita il solfuro di arsenico e se qualche parte deposita sulle pareti del condensatore, la si dovrà riportare nel bicchiere alla fine della distillazione.

Dopo 25 o 30 minuti si cambi il bicchiere e l'acqua traversata da H^2S, si aggiungano attraverso l'imbuto a rubinetto altri 50 cm³ di HCl e si continui a distillare finchè non si svolga più tricloruro d'arsenico. Di questo ci si renderà conto quando non precipiterà più neppure trisolfuro d'arsenico nel bicchiere contenente l'acqua con H^2S.

Si riunisca il distillato, si passi ancora H^2S e si filtri il trisolfuro attraverso un crogiuolo di Goock pesato che contenga un filtro di asbesto lavato e seccato a 105° C. Il precipitato si dilava via dal

c) *Cera*: La cera esistente in una gommalacca naturale ne viene allontanata durante la raffinazione (vedi § 2/I) perchè costituirebbe un prodotto di scarse caratteristiche dielettriche, di basso punto di fusione e insolubile in alcool.

È bene sincerarsi perciò che anche la percentuale di cera entrante in una gommalacca non sia eccessiva.

Vi sono parecchi metodi di ricerca della percentuale di cera esistente in una gommalacca destinata ad isolamento elettrico.

Per separare la cera animale dagli altri componenti naturali di una gommalacca, ci si basa generalmene sul noto fatto che detta cera è insolubile in parecchi liquidi che sciolgono invece gli altri componenti; per esempio la cera è quasi insolubile in alcool, e in soluzione al 10 % di carbonato di sodio (vedi § 2/I).

Viceversa vi sono solventi della cera che non sciolgono la maggior parte degli altri componenti naturali della gommalacca, per esempio l'etere di petrolio.

La Nota VII dà appunto un metodo di ricerca per mezzo dell'apparecchio di estrazione a ricaduta con condensatore (schematizzato nella fig. 13) e basato sul fatto che la cera è solubile in etere di petrolio e la gommalacca no.

Poichè (vedi Tabella n. 2) esiste nella gommalacca anche una certa percentuale di resine solubili in etere di petrolio, bisogna farne la detrazione col metodo descritto nella Nota VIII.

La Nota IX dà un altro metodo per determinare la percentuale di cera in una gommalacca, basato sul fatto che la cera è insolubile in una soluzione 10 % di carbonato di sodio, la quale scioglie invece gli altri componenti della gommalacca.

La percentuale massima di cera tollerata in una gommalacca per usi elettrotecnici è del 5,5 %.

d) *Sostanze solubili in acqua fredda*: il grado di purezza di una gommalacca per usi elettrotecnici è rivelato anche dalla solubilità in acqua fredda, che deve essere minima; è opportuno che la maggior parte possibile di sostanze solubili in acqua sia stata dilavata durante la preparazione industriale, perchè secondo ogni probabilità si tratta di elettroliti che influiscono sfavorevolmente sulla rigidità dielettrica, e fors'anche sulla igroscopicità del materiale.

Però il fatto che una micanite alla gommalacca immersa in acqua si scompagini per rammollimento del collante non va attribuito alla presenza di sostanze solubili in acqua, bensì alla tendenza di tutte le resine a gonfiarsi per assorbimento di acqua in un processo di idrolisi.

Per eliminare l'inconveniente del rammollimento di una gommalacca in acqua bisogna abolire la sua tendenza ad assorbirne, prolungando la cottura o usando comunque particolari artifici atti a rendere irreversibile lo stadio di polimerizzazione delle resine di gommalacca già descritto.

Così si ottiene la garanzia che una micanite o una carta-lacca non perderanno eccessivamente le loro proprietà meccaniche qualora vengano immerse nell'acqua.

---

bicchiere con acqua calda e si trasporta nel crogiuolo dove lo si lava con acqua ed alcool.

Crogiuolo e contenuto si essichino a 105° C fintanto che il loro peso rimanga costante.

Il peso finale diviso per 10 grammi e moltiplicato per 100 dà la percentuale di trisolfuro d'arsenico.

Occorre fare una prova in bianco con uguali quantità di reagenti: il passaggio del distillato nel bicchiere di acqua con H_2S non deve dar luogo ad alcun precipitato, ad eccezione di zolfo libero, che deve essere solubile in solfuro di carbonio.

Nota VII.

Estrazione della cera e delle resine da una gommalacca.

Si prenda un peso esatto di gommalacca, da 1,5 a 10 grammi a seconda della quantità di cera che si prevede di estrarre. È opportuno che il campione sia ridotto in polvere assai fine e setacciato poi traverso un setaccio di 24 maglie per cm lineare, avente cioè fili di diametro mm 0,211, e distanti tra loro mm 0,211.

Si mescoli intimamente la gommalacca dianzi pesata e polverizzata con una quantità da 1,5 a 6 volte maggiore di sabbia secca, bianca e molto pulita, o di quarzo.

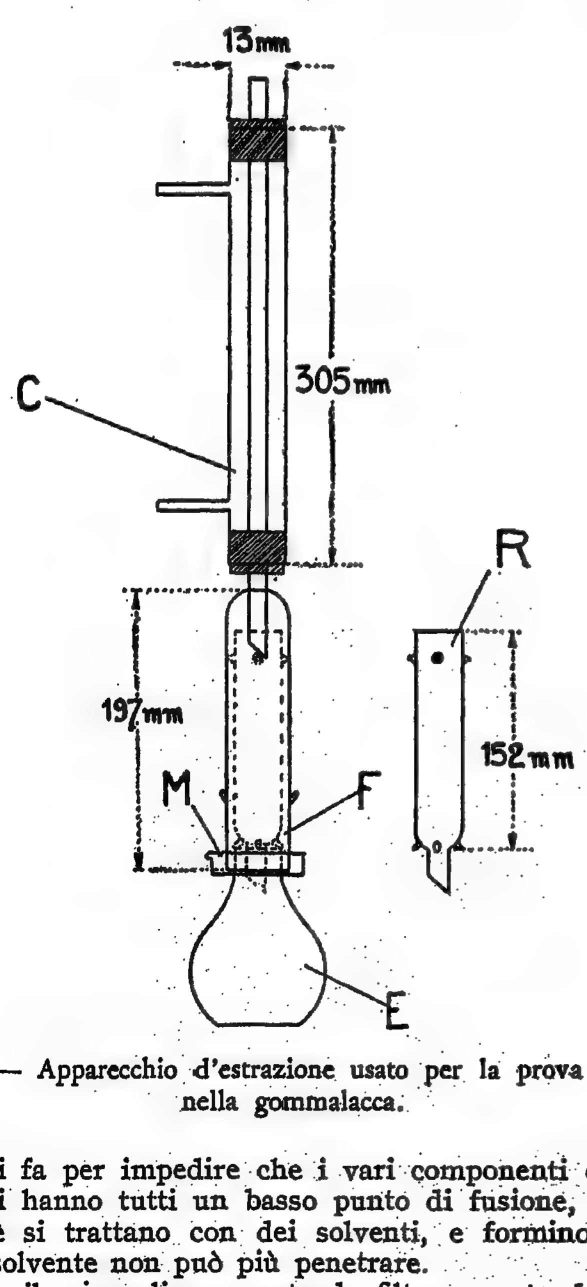


Fig. 13. — Apparecchio d'estrazione usato per la prova della cera nella gommalacca.

Questo si fa per impedire che i vari componenti della gommalacca, i quali hanno tutti un basso punto di fusione, debbano fondere allorchè si trattano con dei solventi, e formino delle croste entro cui il solvente non può più penetrare.

Si stenda il miscuglio su carta da filtro, esente da grassi e da cenere, e di grana molto fine (così da evitare perdite di materiale durante l'estrazione) in modo che il miscuglio formi uno strato su circa 2/3 della superficie di carta; si formi uno strato sottile, ma continuo.

Si copra con un altro foglio di carta da filtro uguale e si pesi.

Si arrotolino le due carte in modo da avere una carta da ciascun lato dello strato di miscuglio, e si rimbocchino le estremità da una parte del tubo così ottenuto, per impedire che il miscuglio cada quando il tubo è tenuto verticale. Si metta allora questo cilindretto nel recipiente d'estrazione *R*.

Si pesi il flacone d'estrazione *E*, lo si riempia con una quantità sufficiente di etere di petrolio e lo si adatti all'estrattore *F* mediante la tenuta a mercurio *M*.

Si riscaldi a bagnomaria il flacone d'estrazione, si attivi il raffreddamento ad acqua nel condensatore *C* e si lasci continuare l'estrazione per otto ore. I vapori di etere saliranno al condensatore *C* e ricadendo da questo sopra il contenuto del recipiente *R* vi scioglieranno parte della cera.

Così ricadranno in *E* dove ricominceranno il ciclo.

Dopo le otto ore si raffreddi l'apparecchio, si tolga il flacone di estrazione, si evapori il solvente a una temperatura che non superi 100° C e si essichi il contenuto del flacone in meno di due ore in forno ad aria a 70° ÷ 80° C.

Poscia si raffreddi e si pesi il flacone *E*. L'aumento di peso dà il peso di cera e delle resine solubili in etere estratte dal campione.

Se si dubita che l'estrazione non sia completa, la si ripeta con del solvente nuovo ed un flacone nuovo per otto ore. Talora si ha un leggero aumento di peso alla seconda estrazione; conviene ripetere due volte tutte le prove.

Alla fine dell'estrazione si esamini il residuo del recipiente *R* per vedere che esso sia sciolto e in polvere come al principio, così da aver la prova che ogni particella è restata separata ed ha subito l'estrazione in tutta la sua superficie. Come controllo il recipiente *R* può anche essere seccato e ripesato, ma ciò non è realmente necessario se non si sono avute perdite nel pesare l'« estratto ».

L'etere di petrolio impiegato deve bollire tra 60° C e 80° C, avere un peso specifico che non superi 0,7 a 15° 5 C e non contenere più del 3 % in peso di idrocarburi aromatici determinati con la prova di temperatura della « solubilità critica ». L'etere di petrolio non deve lasciare residui all'evaporazione.

Nota VIII.

Detrazione dei costituenti resinosi dalla cera.

Si sciolga il materiale estratto in 50 cm^3 di un miscuglio di alcool a 95° C e di benzina in parti eguali, miscuglio che prima deve essere stato neutralizzato mediante addizione di fenolftaleina e titolato fino al rosa pallido con soluzione decinormale di Na OH.

La soluzione si titolerà a freddo con una soluzione alcoolica decinormale di soda. Si calcolerà la resina con l'ipotesi arbitraria che l'acidità della resina sia di circa 160 mg di KOH per grammo.

Calcolata così la percentuale di resine presenti si potrà calcolare la percentuale di cera rispetto al peso iniziale di gommalacca.

La determinazione della percentuale di materie veramente solubili in acqua fredda si fa secondo il procedimento della Nota X e in nessun caso deve dare valori superiori all'1 %.

e) *Sostanze minerali*: È utile fare anche la determinazione del residuo di materiale incombustibile minerale di una gommalacca. Si può determinarne la percentuale con apposita prova (Nota XI). Questa serve per esempio per poter sottrarre la percentuale di ceneri dalla percentuale di gommalacca che entra in una micanite, ma in questo caso si giunge a numeri molto piccoli.

Un'utilità maggiore ha la determinazione quando sia fatta direttamente su una gommalacca, perchè è probabile che le sostanze minerali siano costituite almeno in parte dagli elettroliti solubili in acqua descritti al capoverso *d*), e di presenza poco desiderata. Una gommalacca comune contiene circa l'1 % di ceneri.

f) *Azoto totale*: Tra le impurità che possono entrare in una gommalacca sono notevoli quelle dovute a insetti lacciferi morti. Quale indice della presenza di materia organica estranea si ricerca perciò talora in una gommalacca la percentuale di azoto totale. Il metodo di Kjeldal è dei più indicati allo scopo (Nota XII).

g) *Peso specifico*: La genuinità di una gommalacca si può valutare anche attraverso il suo peso specifico, che si determina praticamente triturando la gommalacca in scaglie e verificando che affondi completamente in soluzioni di determinata densità, per es. in una soluzione di cloruro di sodio di densità 1,08-1,09 (41).

h) *Numero di saponificazione*: La determinazione del numero di saponificazione di una gommalacca si determina col metodo di Lewkovichs. Essa dovrebbe render conto del grado di condensazione della resina della gommalacca stessa. I risultati che se ne ottengono non sono però molto espressivi perchè rendono conto solamente degli esteri presenti (42) e non dicono niente del grado di polimerizzazione nei casi in cui questa sia avvenuta con formazione di altri composti.

La prova non serve inoltre neppure a svelare la colofonia, perchè i numeri di saponificazione della colofonia e della gommalacca sono molto vicini. Per di più essa riesce molto laboriosa giacchè va eseguita sulla pura resina di gommalacca; altrimenti le cere presenti darebbero (vedi § 1/II *h*) numeri di saponificazione altissimi, e non si saprebbe a chi attribuirne la provenienza.

Comunque il numero di saponificazione di una gommalacca normale oscilla tra 195 e 200 (mg di idrato potassico necessari a saponificare un gr di sostanza).

(41) Direz. Armi e Armam. Navali: op. cit.

(42) Il numero di esteri è dato dalla differenza tra il numero di saponificazione e il numero di acidità.

Nota IX.

Metodo per la determinazione diretta della quantità di cera presente in una gommalacca.

(*Metodo del carbonato di sodio*). Si pesino circa 2 gr di gommalacca in polvere, si aggiungano 30 cm³ di soluzione 10 % di carbonato di sodio e 100 cm³ di acqua distillata e si scaldi molto lentamente fino a pochi gradi sotto il punto di ebollizione. Si mantenga la soluzione a questa temperatura fino a che i costituenti resinosi della gommalacca siano sciolti. La cera rimane insolubile e vien filtrata calda attraverso carta tarata da filtro. Il filtro contenente la cera si secca molto accuratamente a bassa temperatura (non oltre 50° C) e si pesa.

Nota X.

Determinazione delle sostanze di una gommalacca solubili in acqua.

Si pesino da 10 a 25 gr di gommalacca accuratamente macinata e si mescolino in un bicchiere con 200 cm³ di acqua distillata. Si copra con un vetro da orologio e si lasci sciogliere per quattro ore a temperatura ambiente (circa 21° C) agitando ogni tanto. Si filtri traverso una carta da filtro dentro una capsula precedentemente essiccata e pesata, dilavando gommalacca e carta con almeno altri 100 cm³ di acqua. Si evapori l'acqua essiccandone il residuo sulla capsula, fino a peso costante e si sottragga da questo peso il peso iniziale della capsula.

Nota XI.

Determinazione delle ceneri (sostanze minerali) di una gommalacca.

Si pesino circa 2 gr di gommalacca e si brucino completamente in un forno chiuso a una temperatura tra i 650° C e 750° C, prendendo precauzioni per evitare le perdite. Si pesi allora il residuo di materia incombustibile e se ne calcoli la percentuale rispetto al peso iniziale di gommalacca.

Nota XII.

Metodo di Kjeldal per la determinazione dell'azoto totale che entra in un composto chimico.

Il composto va trattato con H^2SO^4 concentrato per trasformare l'azoto in solfato di ammonio. Si sposta poi l'ammoniaca con soda caustica per raccoglierla in eccesso di H^2SO^4 decinormale.

Dalla quantità di ammoniaca si calcola la percentuale di azoto totale.

2/IV - Acidità e sostanze volatili di una gommalacca.

a) *Acidità*: La gommalacca ha di per sè stessa un carattere nettamente acido (vedi § 1/II), con molti gruppi carbossilici per ciascun aggregato resinoso, a differenza della coppale, dell'ambra e della stessa colofonia dove la grandezza delle molecole diminuisce molto l'acidità dei carbossili.

L'acidità è sopratutto elevata nella parte resinosa solubile in etere, dove in generale si calcola che occorranno 160 mg di idrato di potassa per neutralizzare l'acidità di un grammo di resina (vedi Nota VIII).

Naturalmente l'acidità del complesso che costituisce una gommalacca è molto minore, e non è neppur detto che essa si trasporti in ugual percentuale nella gommalacca cotta, perchè la polimerizzazione conduce alla neutralizzazione dei gruppi acidi.

È questa un'altra ragione che consiglia a spingere il trattamento termico e la pressatura dei materiali più che sia possibile, compatibilmente però colla subentrante carbonizzazione e fragilità.

L'acidità è deleteria tanto nel caso delle vernici che delle micaniti. L'inconveniente più comune è l'intaccamento del rame, specialmente se si tratta di sostanze acide volatili.

Tipico è il caso (43) delle code di rondine delle cappe isolanti in micaniti per collettori, nel cui angolo la gommalacca può raccogliersi intaccando il rame del collettore stesso.

In questo caso un indurimento insufficiente della gommalacca è doppiamente dannoso: prima perchè consente il rammollimento e perciò la sconnessione della micanite, e poi perchè la gommalacca fusa che si raccoglie su parti metalliche è ancora molto acida.

Conviene assicurarsi che l'acidità di una gommalacca non superi certi limiti. Un metodo di determinazione dell'acidità di una gommalaca è dato nella Nota XIII: di solito si prescrive che non occorrano più di 60 mg di idrato di potassio per neutralizzare un grammo della gommalacca che si prova.

b) *Sostanze volatili*: nelle micaniti queste possono essere costituite, oltre che dai prodotti di distillazione della gommalacca, da residui di solvente usato per la gommalacca stessa.

Sostanze volatili possono liberarsi da una gommalacca anche alle temperature di servizio e dar luogo a bolle che diminuiscono la compattezza e la rigidità dielettrica di un isolante (vedi § 3/III) aumentandone le perdite.

Lo Stäger (fig. 14) dà un diagramma della quantità di sostanze volatili liberate dalla gommalacca in funzione del tempo di permanenza a 100° C. Le sostanze volatili sono espresse attraverso la perdita di peso in percento del peso iniziale di gommalacca.

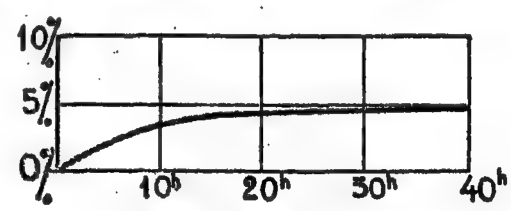


Fig. 14. — Perdita di peso di una gommalacca a 100° C.

La resina pura di gommalacca in fase di indurimento e durante la successiva permanenza a temperature elevate (fino a 200° C) non libera altro che vapor acqueo (44).

Invece le sostanze volatili liberate in esercizio dalla gommalacca di una micanite cotta, sarebbero sensibilmente acide (42).

Perchè in una micanite le sostanze volatili della gommalacca, riescano minime occorre durante la fabbricazione pressare questa

(43) Carlevaro: Rendiconti XVIII Riunione A.E.I., pag. 332.

(44) Gardner e Kross, op. cit., pag. 514.
Nagel e Körnchen, op. cit., VI, 1927, pag. 267.

Nota XIII.

Determinazione dell'acidità di una gommalacca.

Si sciolga la gommalacca da provare in alcool industriale a una temperatura tra i 15° C e i 25° C. Si titoli la soluzione con una soluzione decinormale di KOH, pure a temperatura tra i 15° C e i 25° C. Conviene scegliere opportunamente l'indicatore che deve rilevare la fine della titolazione.

La fenolftaleina serve bene solo per soluzioni chiare. Si suol calcolare l'acidità in mg di KOH per gr di gommalacca.

micanite ad alta temperatura per lungo tempo, compatibilmente con la degradazione delle proprietà adesive del collante, come si è visto.

Dalla percentuale di sostanze volatili di un adesivo in opera si può dedurre il grado di cottura che una micanite ha subito nella fabbricazione.

I costruttori di macchine elettriche esigono che la quantità di sostanze volatili contenute nella gommalacca presente nella micanite non superi una certa percentuale in peso della gommalacca stessa, per es. il 12 %. Nella micanite la percentuale di gommalacca si determina secondo il procedimento indicato nel § 3/I *b*)

3/IV - Solubilità della gommalacca in alcool denaturato.

Tra i vari solventi della gommalacca (alcool metilico, etilico e amilico, acetone, cloroformio, acido formico e acetico, soluzione acquosa di soda, ecc.) industrialmente si usa l'alcool denaturato.

Il requisito della solubilità in alcool è fondamentale per una gommalacca impiegata nella fabbricazione di vernici o di micaniti.

Si è visto (§ 2/II) che tale solubilità dipende dal grado di polimerizzazione di una gommalacca. La stagionatura eccessiva, che invecchia una gommalacca, la deteriora da questo punto di vista, e così pure i trattamenti industriali di aggregazione con acido cloridrico.

Effetto uguale, anzi più profondo perchè irreversibile, ha il riscaldamento.

Lo Stäger [45] dà (fig. 15) il diagramma della diminuzione percentuale di solubilità in alcool di una gommalacca, in funzione del tempo di permanenza a 100° C.

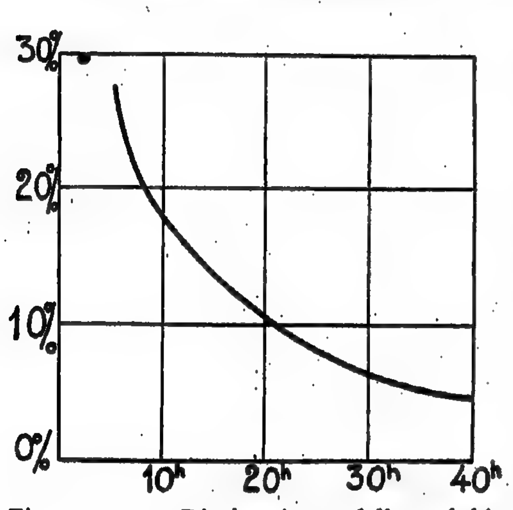


Fig. 15. — Diminuzione della solubilità in alcool della gommalacca tenuta a 100° C.

Di qui risulta l'opportunità di non abusare dei metodi di riscaldamento e fusione nella preparazione industriale delle gommelacche. Per esempio la gommalacca in blocchi (vedi § 2/I), ottenuta cioè per fusione dei residui di altre lavorazioni, è materiale di seconda qualità.

La solubilità in alcool della gommalacca diminuisce, oltre che per il trattamento termico, anche per la presenza dei sofisticanti già visti.

La presenza di troppe sostanze in sospensione o di grumi indisciolti in una vernice isolante oppure in una miscela alcoolica destinata alla fabbricazione di micaniti produce inomogeneità dello strato di collante, variazioni di spessore, formazione di vacui interni, e inconvenienti del genere facilmente immaginabili.

È perciò opportuno che la solubilità in alcool denaturato di una gommalacca da usarsi in elettrotecnica sia la più alta possibile.

Le determinazioni della solubilità di una gommalacca in alcool denaturato consistono nel procedere all'estrazione mediante alcool della parte solubile e poi alla pesatura del residuo.

La Nota XIV dà un metodo di determinazione della solubilità a freddo e uno di solubilità a caldo di una gommalacca.

È bene distinguere tra solubilità a freddo e solubilità a caldo e istituire quella delle due prove che corrisponde all'impiego che si farà industrialmente della gommalacca.

La Regia Marina Italiana [46] esige che nei materiali forniti le sia usata gommalacca completamente solubile a freddo e rapidamente a caldo.

L'alcool usato per sciogliere una gommalacca è elemento di fondamentale importanza, e seri inconvenienti possono scaturire da una sua eccessiva idratazione o dalla presenza di prodotti denaturalizzanti nocivi.

Oltre a ciò, alcuni alcool denaturati di origine americana contengono prodotti derivati dal petrolio che comunicano loro un odore sgradevole.

Altri contengono fino al 4 % di zolfo combinato, il quale può provocare, in casi particolari, l'annerimento delle soluzioni, e aumentare la sua conduttività elettrica.

Da tutto questo scaturisce la necessità, prima ancora di ricercare la solubilità di una gommalacca nell'alcool, di sapere se l'alcool impiegato abbia i requisiti sufficienti per esser usato sia industrialmente, sia nelle prove che si fanno sulla gommalacca in laboratorio.

È opportuno avere verificato il grado di purezza dell'alcool solvente per evitare che si ritengano presenti nella gommalacca sostanze nocive che vi furono portate invece dall'alcool.

L'acidità dell'alcool non deve essere eccessiva ed è bene verificarla con la prova riportata in Nota XV. Non deve occorrere più del 1/2 % in volume di soluzione decinormale di alcali caustico per neutralizzare l'alcool che si prova.

L'alcalinità dell'alcool non dovrà superare il 0,02 % in peso;

(45) loc. cit.
(46) loc. cit.

Nota XIV.

Determinazione della solubilità in alcool di una gommalacca.

a) A *freddo*: si mescolino accuratamente 100 parti in peso di gommalacca polverizzata con 150 parti in peso di alcool industriale, a una temperatura tra i 15° C e i 25° C.

Si lasci sciogliere la gommalacca per 18 ore, agitando costantemente.

Si avrà così una soluzione di densità gr 0,92 ÷ 0,93 per cm³ a 15° 5 C. Si filtri la soluzione attraverso il filtro descritto alla Nota VII; essa non dovrà depositare gommalacca, neppure se lasciata a riposo, nè rivelare particelle insolute, impurità, ecc.

Si può anche passare la soluzione in un separatore centrifugo invece di filtrarla e neppure con questo trattamento si dovrà separare alcuna particella insoluta.

b) *Solubilità di una gommalacca in alcool a caldo*: Si pesino esattamente 5 gr della gommalacca da provare, che sarà stata ridotta precedentemente in forma di fini pagliette o di polvere.

Si metta questa gommalacca nel recipiente *S* di Soxlet (fig. 16) che sarà stato precedentemente essiccato. Si metta il recipiente *S* nel recipiente di sostegno *R*. L'estremità inferiore del recipiente *R* va infilata nella bocca di un recipiente di estrazione uguale a quello della fig. 13, di cui si conosca il peso.

In questo recipiente di estrazione *E* si mettano 125 cm³ di alcool industriale e si unisca ad esso a tenuta la estremità inferiore di *R*.

All'estremità superiore di *R* si applici un condensatore a riflusso uguale a quello della fig. 13. Si scaldi a bagnomaria il flacone *E* fino all'ebollizione dell'alcool i cui vapori salgono al condensatore passando nell'intercapedine tra *R* ed *S*; nel condensatore i vapori d'alcool si condensano e ricadono nel recipiente di Soxlet. Quivi sciolgono parte della gommalacca che trascinano nel recipiente d'estrazione *E* passando attraverso il sifone dove depositano eventuali particelle insolute. In *E* il ciclo ricomincia.

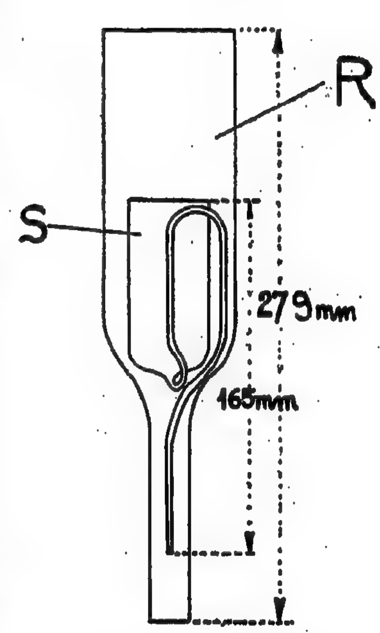


Fig. 16. — Apparecchio per l'estrazione della gommalacca a caldo.

Si regoli il riscaldamento in modo da aversi un ciclo completo ogni due minuti. Si proceda così, fino a completa estrazione, per mezz'ora.

Si smonti allora l'apparecchio e si evapori fino ad essiccamento la soluzione del flacone e lo si essichi ad una temperatura non superiore a 80° C fino a che abbia raggiunto un peso costante. Si determina con questo peso la quantità di gommalacca solubile.

Il recipiente di Soxhlet si seccherà a 80° C e si peserà per determinare la quantità di sostanza insolubile che sarà considerata come impurità in percento del peso iniziale di gommalacca.

Conviene spesso mettere un crogiuolo di Goock svasato nell'apertura superiore del recipiente di Soxlet per trattenere le pagliette di lacca che potessero sollevarsi assieme coll'alcool caldo. Si possono anche evitare le perdite di gommalacca dispondendo una carta da filtro a forma conica.

Il sifone del recipiente di Soxlet *S* sarà fissato nel tubo largo esterno del recipiente *R* così che vi sia uno spazio sufficiente per lasciare entrare i vapori di alcool in questo tubo largo.

È necessario mantenere l'alcool caldo a una temperatura tale che il sifone resti attivo.

Nota XV.

Determinazione dell'acidità e dell'alcalinità dell'alcool usato come solvente di una gommalacca.

L'acidità dell'alcool si determinerà su 20 cm³ esatti di liquido addizionati di due gocce di fenolftaleina come indicatore. Si aggiunga a gocce una soluzione decinormale di KOH smettendo quando compaia una tinta rosa permanente.

Il volume di soluzione alcalina impiegato si assume ad indicare il valore dell'acidità dell'alcool.

L'alcalinità dell'alcool si determina in modo analogo titolando 50 cm³ di alcool con acido solforico ventinormale, usando rosso di metile come indicatore.

generalmente la si calcola in soda, secondo le modalità della suddetta Nota XV.

Il grado di distillazione dovrà essere tale che l'alcool non dia residuo superiore al 0,01 % in peso ;si può determinarlo con l'apparecchio della fig. 17, secondo le norme della Nota XVI.

Un altro criterio sulla genuinità dell'alcool si ha poi sempre dalla considerazione del suo peso specifico che, determinato a 15° 6 C non deve superare 0,8171 rispetto all'acqua di ugual temperatura.

4/IV - Igroscopicità di una gommalacca.

La gommalacca usata in elettrotecnica non deve essere igroscopica affinchè non trasmetta anche solo parzialmente dell'umidità all'isolante.

C'è un metodo tipo di determinazione dell'umidità di una gommalacca, ed è descritto alla Nota XVII.

Però con questo si determinano più che altro le quantità di acqua naturalmente presenti in una gommalacca e perciò — data la facilità alla disidratazione dell'acido aleuritinico e dei suoi affini ([47]) — non si è generalmente in grado di sapere se si tratti di residui di quell'acqua che entrava al 3 % nella costituzione della gommalacca naturale (vedi Tabella II), o di acqua chimicamente legata.

Ad ogni modo spesso si richiede che la quantità di acqua trovata colla prova della Nota XVII non superi il 2 %.

Per realizzare invece una prova di igroscopicità intesa come assorbimento dell'umidità ambientale nelle stesse condizioni di lavoro di una gommalacca in opera (che si presenta sempre come uno strato continuo ottenuto per evaporazione del solvente alcool e cottura), ho provato a verniciare per immersione e cuocere lastrine metalliche di aree note e pesarle subito dopo l'estrazione dal forno, e subito dopo l'estrazione da un condizionatore igrometrico col 100 % di umidità relativa (permanenza di una settimana).

La differenza di peso rapportata all'area della superficie verniciata può dare un criterio comparativo dell'igroscopicità.

Non si trovano variazioni sensibili in funzione del grado di cottura.

Come ordine di grandezza l'aumento di peso oscilla tra i 20 e i 40 milligrammi per ogni dm² dello strato cotto di soluzione alcoolica di gommalacca.

Astraendo però dalle variazioni di peso, dal fatto che una pellicola umida può provocare arrugginimenti e corrosione dei metalli, o rammollimento dei supporti cartacei, e astraendo pure dalle qualità meccaniche, le variazioni di umidità di una pellicola di gommalacca non hanno eccessiva influenza sulla sua rigidità dielettrica ([48]).

([47]) NAGEL e KÖRNCHEN, op. cit., pag. 242.

NOTA XVI.

Grado di distillazione dell'alcool usato per le prove su una gommalacca.

Si distillino 20 cm³ di alcool nell'apparecchio della fig. 17 alla velocità di due gocce al secondo; il grado di distillazione dovrà essere tale che non meno di 95 cm³ distillino tra i 76° C e i 79° C alla pressione di 760 mm.

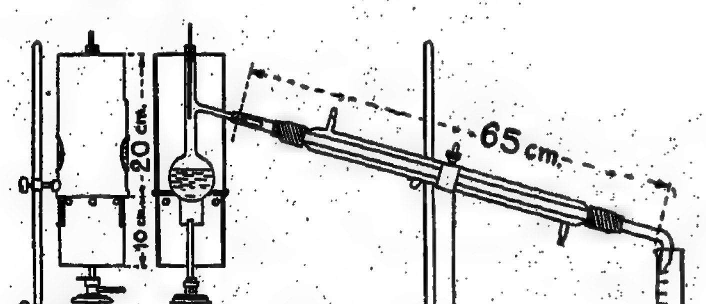


Fig. 17. — Apparecchio per distillazione dell'alcool.

La quantità di residuo si determinerà mettendo 10 cm³ di alcool su una capsula pesata e scaldando in un bagno maria d'acqua bollente fino ad evaporazione delle parti più volatili del liquido. La capsula sarà poi scaldata per un'ora a 100° C e poi raffreddata e pesata.

NOTA XVII.

Determinazione dell'umidità di una gommalacca.

Si macini finemente il campione di gommalacca che si vuol provare; se ne riempia per 3/4 un recipiente, mescolandola bene. Al momento della prova si pesino 5 gr di campione e si mettano in una capsula a fondo piatto di circa mm 100 di diametro; si tenga il piatto in un forno a gas o elettrico ben ventilato per almeno sei ore a una temperatura di 41° ± 2° C. Si raffreddi in un essiccatore e si pesi.

5/IV - Durezza, flessibilità e fluidità di una gommalacca.

Anche le caratteristiche meccaniche hanno grande importanza in una gommalacca.

La sua durezza e flessibilità si trasmettono parzialmente a una micanite. Colla cottura una gommalacca acquista in durezza, ma anche in fragilità. Esagerando la cottura, tale fenomeno si accentua e nuoce all'elasticità; una lastra di micanite a cottura normale dà — se percossa — una chiara vibrazione metallica, assai diversa dal suono cupo e smorzato di una lastra « bruciata ».

Per studiare la flessibilità in funzione del tempo di cottura, si possono verniciare, per immersione in soluzione alcoolica di gommalacca, delle sottili lastrine metalliche, cuocerle per tempi diversi e sollecitarle poi a flessione fino a frattura dello strato aderente. Operando con molta cautela, si possono stabilire criteri comparativi di giudizio sull'elasticità di gommelacche diverse o diversamente cotte. Si è visto [§ 1/IV *a*)] che i sofisticanti affini alla colofonia nuocciono all'elasticità, mentre la presenza di cere non è indesiderata da questo punto di vista.

Si noti che un brusco raffreddamento conferisce maggior fragilità allo strato. Sarà poi sempre da preferirsi un trattamento termico più prolungato e a temperature inferiori, che non un trattamento termico rapido ad alte temperature.

Anche la fluidità della gommalacca fusa è elemento da considerarsi.

Se la fluidità fosse troppo abbondante apporterebbe una soverchia tendenza a scorrere e ad abbandonare, sotto l'effetto del calore, le parti interessate; se fosse troppo scarsa, provocherebbe per contro incrostazioni e disuniformità di stratificazione.

A seconda degli usi cui servirà la gommalacca e delle caratteristiche di impiego che le si richiedono, si esigono gommelacche più o meno fluide.

Si possono istituire prove basate sulla velocità di scolamento di una gommalacca fusa valendosi ad esempio dell'apparecchio della fig. 18 che va impiegato secondo le istruzioni della Nota XVIII.

([48]) WAMBURG-BÜLTEMANN: Dielectriches Material, pag. 34.

NOTA XVIII

Determinazione della fluidità di una gommalacca coll'apparecchio di rame.

L'apparecchio usato a questo scopo è rappresentato nella fig. 18.

Esso consiste principalmente in un blocco di rame rettangolare, lungo 178 mm, largo 76 e spesso 51. In esso è praticata una cavità a forma di capsula di 25 mm di diametro e 19 mm di profondità nella quale la gommalacca viene fusa.

Alla cavità fa seguito una scanalatura per lasciar colare la gomalacca fusa quando si inclina lo strumento secondo il procedimento che si vedrà.

Questa scanalatura è graduata in mm per tutta la sua lunghezza.

Nel blocco di rame si ha pure una cavità per un termometro *A*, la quale penetra fino all'altezza del centro della capsula (si veda la figura). Il centro del foro per il termometro deve essere a 6 mm dall'estremità del bordo della capsula.

Il termometro deve riempire completamente il foro. Il calore è fornito da un elemento di riscaldamento elettrico fissato al di dietro del blocco di rame, com'è indicato nella figura. Il blocco e il riscaldatore sono circondati da refrattario e sostenuti di un leggero telaio d'acciaio, la cui base è munita di un perno in modo che tutto l'apparecchio possa essere inclinato nel senso della lunghezza di un angolo di 60° con l'orizzontale. Questo valore è quello scelto arbitrariamente per lo scolamento della gommalacca. Un coperchio di vetro di circa 178 mm di lunghezza e 76 mm di larghezza copre la scanalatura di scolamento ed è mantenuto in posto da ganci metallici.

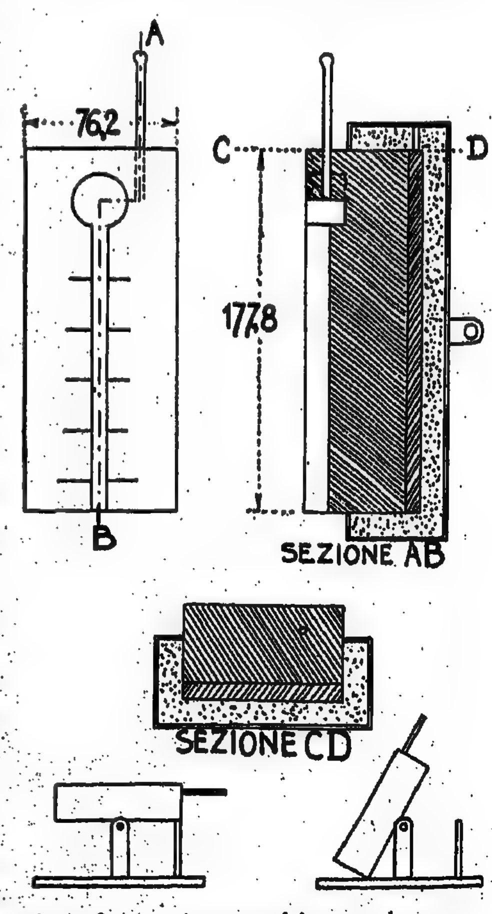


Fig. 18. — Apparecchio per la prova di fluidità della gommalacca.

È spesso usato anche il metodo, più semplice, del tubo a V, descritto nella Nota XVIX.

La velocità di scolamento è elemento fissato volta per volta dal compratore, a seconda degli usi cui la gommalacca è destinata.

I valori, determinati col metodo del tubo a V, variano da 25 a 100 mm, in tubo inclinato a 45°.

Parte V.

CONCLUSIONI.

Gli studi e le ricerche sulla gommalacca si presentano da molti lati affini a quelli sulle resine sintetiche, trattandosi in ambo i casi, di composti aggregabili e polimerizzabili, con analogo meccanismo di trasformazione e di stabilizzazione.

Dato che in generale il comportamento di queste sostanze è poco noto agli elettrotecnici, credo non aver fatto opera inutile nel riportare quanto sopra è esposto, tenendo sopratutto di vista i metodi per la prova delle proprietà della gommalacca.

Dalle ricerche sperimentali eseguite si possono ricavare le seguenti conclusioni:

1°) È preferibile da tutti i punti di vista un trattamento termico prolungato, ma a temperature non eccessivamente alte ad un trattamento rapido ad alte temperature.

2°) È possibile nel trattare industrialmente la gommalacca, ridurre gli antagonismi tra le varie sue caratteristiche a un compromesso di massimo rendimento complessivo. Nei riguardi di una sostanza essenzialmente costituita da idrogeno, ossigeno e carbonio, ed avente la proprietà di separare acqua con continuità sotto l'azione del calore a tutte le temperature e per qualunque durata del trattamento, viene fatto di pensare che il riscaldamento conduca sempre alla sua carbonizzazione (vedi § 2/III).

Tale riscaldamento nei processi industriali va perciò limitato a quel punto in cui si sono conseguiti gli effetti necessari di adesività, innalzamento del punto di fusione, neutralizzazione dei radicali acidi, ecc., senza entrare in quei limiti in cui la carbonizzazione possa avere effetti nocivi.

Conviene dunque ricercare caso per caso un « optimum » di trattamento della gommalacca al di qua e al di là del quale le sue varie qualità si deteriorano.

Poichè il non raggiungere o il superare tale punto all'atto pratico significa rispettivamente risparmiare oppure profondere tempo e denaro (tempi e temperature di cottura e impiego di mano d'opera) è facile immaginare verso quale dei due eccessi sia tendenzialmente orientato chi tratta industrialmente la gommalacca. È consigliabile però avvicinarsi più che sia possibile alle condizioni di massimo rendimento, per soddisfare anche con la gommalacca, alle attuali esigenze di isolamento e sopratutto di resistenza alle temperature di esercizio delle macchine elettriche.

Esprimo la mia sentita riconoscenza al Prof. Ing. E. Pugno Vanoni che mi ha consigliato e guidato per tutto il lavoro e ringrazio la Soc. An. Monti e Martini di avermi fornito tutti i mezzi di ricerca e di studio.

Milano, aprile 1935-XIII°.

BIBLIOGRAFIA

Altre pubblicazioni riguardanti la gommalacca, oltre a quelle citate nel testo, sono le seguenti:

C. Harries: Wiss. Veröff a. d. Siemens Konzern, 1923, vol. 3, fasc. 1, pag. 248.
W. Nagel: Wiss. Veröff a. d. Siemens Konzern, 1925, vol. 4, fasc. 2, pag 322.
W. Nagel: Wiss. Veröff a. d. Siemens Konzern, 1931, vol. 10, fasc. 2, pag. 108.
Nagel e Baumann: Wiss. Veröff a. d. Siemens Konzern, 1932, vol. 11, fasc. 2, pag. 99.
Nagel e Körnchen: Wiss. Veröff a. d. Siemens Konzern, 1934, vol. 13, fasc. 3, pag. 42.
Eibner: Z. angew. Chem., 1923, pag. 33.
H. Wolff: Z. angew. Chem., vol. 35, pag. 555.
Endemann: Z. angew. Chem., vol. 20, pag. 1776.
Tschirche e Lüdy: Helvetica chim. acta, vol. 6, pag. 994.
Ulzer e Defris: Dissertation Bern., 1887.
Normann: Chem. Umschau, 1912, vol. 19, pag. 205.
C. Steipel: Seifensieder Ztg., 1926, vol. 53, pag. 617.
Vaubel: Chem. Zg., 1910, pag. 991.
Whitmore e Gardner: Ind. Eng. Chem. Anal. Ed., 1929, 21, 266.
Whitmore - Gardner e Weinberger: Ind. Eng. Chem. Anal. Ed., 1932, 4, 78.
Pribyl - Gardner e Weinberger: Ind. Eng. Chem. Anal. Ed., 1934, 6, 259.
Ranganathan e Aldis: Indian Lac. Research Inst. Bull., 1933, n. 14.
Ranganathan e Aldis: Journ. Soc. Chem. Ind., vol. 30, pag. 13.
Corothers: Chem. Reviews, 1931, 8, 386.
Corothers: I. Amer. Chem. Soc., 1929, 51, 258.
Wolff: Farbenzeitig, vol. 15, pag. 2374.
Harries e Nagel: Kolloid. Zeit., 1923, 33, pag. 248.
Seeligmann Zieke: Handbuch der Lac und Firnisindustrie, 3ª ediz., pag. 677.
Wolf: Laboratoriumsbuch für die Lack und Farbenindustrie, pag. 107.
Scheiber: Die Lacke und ihre Rohstoffe.
Nagel: Metallborse, 1930, 20, 2133, 2190.
A. S. T. M.: Standards, 1924.

« Mentre si stampa il presente articolo il London Shellac Research Bureau pubblica un interessante opuscolo (C. Verman - Fundamental Physical Properties of Lac) che tratta delle proprietà meccaniche della gommalacca. Sono annunciati altri opuscoli sulle proprietà termiche elettriche e ottiche, sulla solubilità e caratteristiche colloidali, proprietà termoplastiche, indurimento al calore, e formazione e proprietà della pellicola di gommalacca ».

Per la prova si scalda a 125° C con l'apparecchio orizzontale.

La temperatura deve essere controllata in modo da non aver variazioni di ± 1° C.

Si pesi esattamente un campione di 2 gr di gommalacca finemente polverizzata e setacciata attraverso un setaccio avente da 14 a 20 maglie per cm lineare. Si metta il campione nella capsula di fusione e si metta a posto il coperchio di vetro.

Dopo quattro minuti (si usi il contasecondi) si inclini l'apparecchio di un angolo di 60°. Si misuri il tempo in secondi impiegato dalla gommalacca a raggiungere ciascun intervallo della graduazione di 127 mm.

Nota XIX.

Determinazione della fluidità di una gommalacca col metodo del tubo a V.

Questa prova si fa usando un tubo a V di pyrex piegato a 45°, con diametro esterno 10 mm e interno 8 mm (quest'ultimo calibrato); un lato è lungo circa 260 mm e l'altro circa 150, quest'ultimo graduato in mm per quasi tutta la sua lunghezza.

Per la prova si introduce cautamente per il lato lungo un grammo di gommalacca polverizzata e setacciata attraverso un setaccio di 24 maglie per cm lineare. Il tubo deve essere ben secco e pulito, e la polvere deve venir obbligata a raggiungere l'estremità opposta, chiusa con un tappo.

Si mette ora per 5 minuti il tubo in bagno d'olio a 120° C, col lato corto verticale e il tappo in basso; si leva e si lascia raffreddare per un'ora, leggendo poi a quale livello si è arrestato il menisco (sono ammessi errori di qualche mm). Poi si rimette nel bagno a 105° C il tubo, col lato lungo verticale e l'estremità aperta in alto.

Il livello dell'olio deve superare di almeno 50 mm l'estremità chiusa del tubo.

Dopo 15 minuti si toglie il tubo dal bagno e si legge di quanti millimetri la gommalacca è scorsa giù per il tubo, assumendo tale percorso come indice della fluidità.

SUGLI INTERRUTTORI DI PROTEZIONE

A. RANELLETTI

Un interruttore di protezione per motori deve comprendere la protezione di minima e di massima. La protezione di massima da alcuni costruttori viene affidata a relais termici accoppiati con relais elettromagnetici, da altri a relais termici accoppiati con valvole. Nell'articolo viene sostenuta la convenienza della seconda soluzione che dà il vantaggio di un interruttore più economico ed una interruzione di corto circuito più sicura.

Il concetto della protezione dei motori si è in questi ultimi anni decisamente affermato: non si ammette oggi che, in un impianto razionale, vi siano motori senza la rispettiva protezione. Ed infatti, installare un motore senza protezione, vuol dire abbandonarlo alla probabilità di numerosi incidenti che possono danneggiare il motore, la macchina condotta e gli apparecchi: si aggiungano i danni che possono derivare da una interruzione più o meno prolungata del lavoro.

Questo criterio ha portato naturalmente con sè numerosi problemi, sia per gli installatori sia per i tecnici costruttori: problemi che non tutti sono ancor oggi risolti.

Tra questi problemi vogliamo qui trattare della protezione elettromagnetica in unione con la protezione termica, nel senso di esaminare se è conveniente e necessario riunirle ambedue in un comune interruttore per protezione di motori.

Questa comprende:

— protezione contro la mancanza o l'eccessivo abbassamento di tensione;

— protezione contro il sovraccarico.

La protezione relativa alla tensione è data dall'elettromagnete dell'interruttore di linea il quale scatta quando la tensione manchi o si abbassi eccessivamente. Se, a causa dell'abbassamento di tensione, il motore si sovraccarica prima che l'interruttore scatti, interviene la protezione di massima; questa è assicurata normalmente da:

— relais termici, contro i sovraccarichi leggeri ma duraturi (dal 20 al 500 %);

— relais elettromagnetici o valvole, contro i sovraccarichi violenti ed istantanei (di corto circuito).

I costruttori sono tutti d'accordo nell'affidare la protezione di tensione all'eletromagnete dell'interruttore.

Non sono invece d'accordo per la protezione di sovraccarico nel senso che:

— alcuni riuniscono nello stesso interruttore il relais termico ed il relais elettromagnetico;

— altri inseriscono nell'interruttore il solo relais termico lasciando alle valvole — generalmente disposte fuori dall'interruttore — il compito della protezione contro i sovraccarichi violenti.

Questo disaccordo nuoce sia al cliente sia al costruttore: il cliente è naturalmente portato a preferire la prima soluzione con pericolo però di gravi sorprese, mentre il costruttore rimane perplesso se deve attenersi alla richiesta del cliente o alla soluzione per lui più razionale.

Esaminiamo la questione nei suoi particolari.

L'azione del relais, sia essa termico od elettromagnetico, viene naturalmente riportata sull'interruttore, nel senso che questo deve essere in grado di interrompere la corrente che ha fatto scattare il relais.

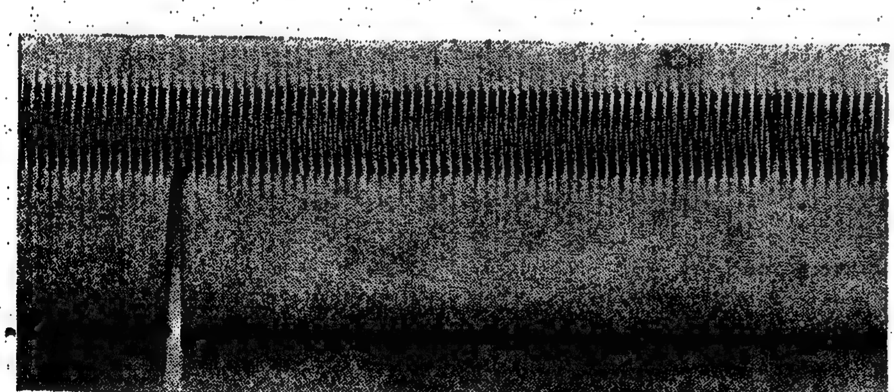
Il relais termico ha il compito di produrre lo scatto dell'interruttore per sovraccarichi dal 20 al 500 %: poichè un interruttore di protezione deve essere in grado di sopportare almeno la corrente di corto circuito del motore che esso avvia (corrente che si aggira su sei volte la normale), risulta che nessun danno può avvenire all'interruttore per il sovraccarico interrotto dal relais termico.

Il relais elettromagnetico invece ha il compito di produrre lo scatto dell'interruttore per sovraccarichi violenti, come quello che può avvenire in caso di corto circuito.

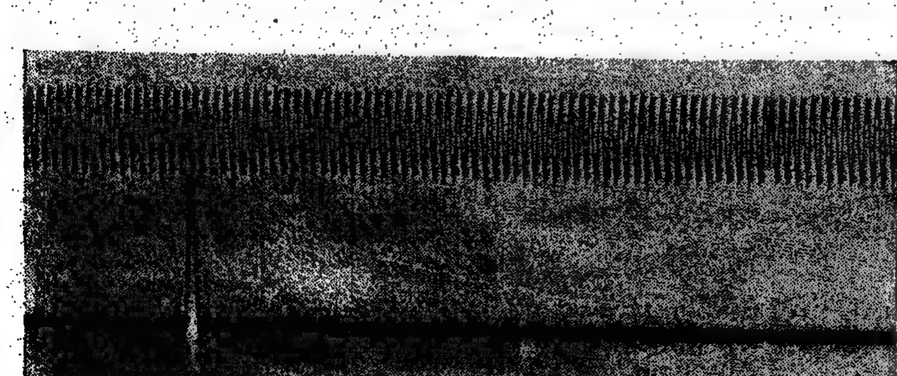
Ora, quando si tratta di corto circuiti, noi non possiamo prevedere di quale entità sarà la corrente che l'interruttore deve interrompere, essendo essa funzione dell'impedenza della linea: perciò un interruttore di protezione con relais elettromagnetico può essere sollecitato ad interrompere una corrente superiore alla sua capacità fino ad esserne deteriorato.

Nè si pensi che la corrente interrotta sia quella di taratura, perchè l'inerzia stessa dell'apparecchio fa sì che la corrente realmente interrotta sarà sempre superiore.

Vedi a riguardo gli oscillogrammi seguenti.

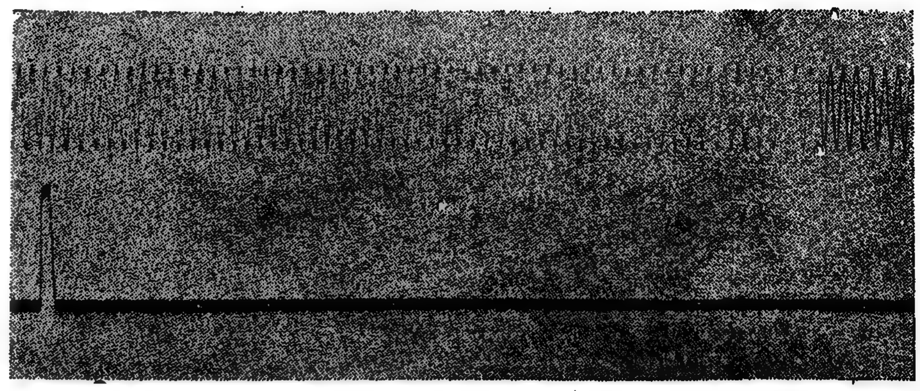


Oscillogramma N. 1.

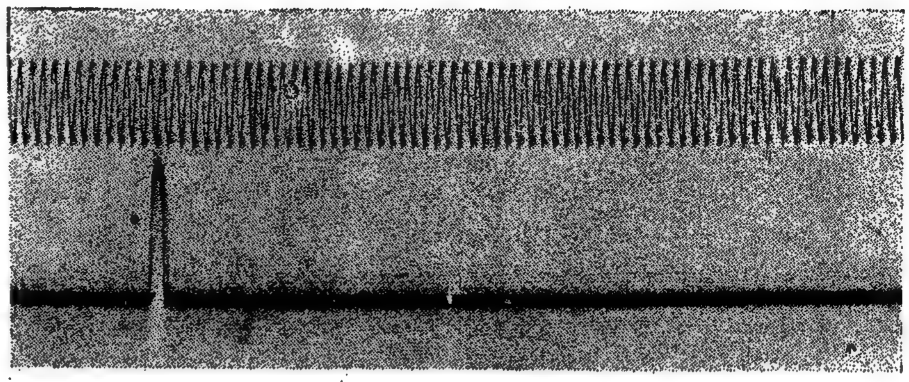


Oscillogramma N. 2.

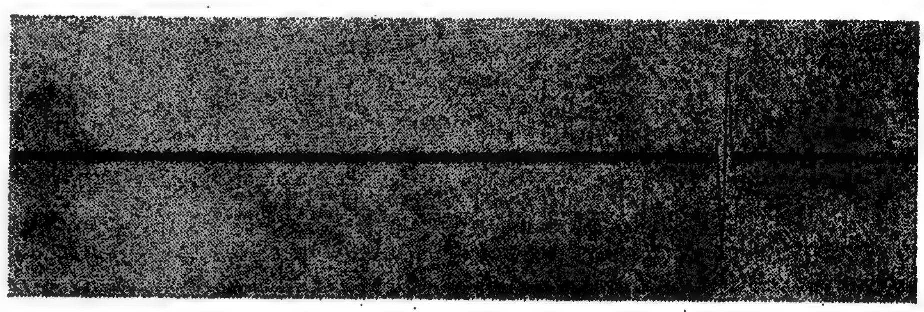
Si deduce che, se non si vuole correre il rischio di deteriorare l'interruttore, è necessario dimensionarlo per una prefissata corrente di corto circuito: ma in tal caso l'apparecchio diverrebbe un vero e proprio interruttore di rete, mentre esso vuol essere soltanto un



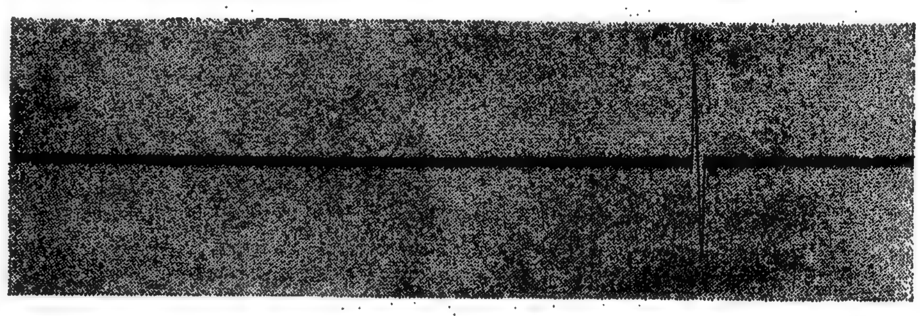
Oscillogramma N. 3.



Oscillogramma N. 4.



Oscillogramma N. 5.



Oscillogramma N. 6.

Prove su interruttori muniti di relais elettromagnetici, inserendo sul relais correnti istantanee superiori a quella di taratura.

Tipo di interruttore	Oscillogramma N°	Corrente di taratura del relais Amp.	Corrente inserita nel relais e che l'interruttore realmente ha interrotta Amp.	Tempo di interruzione secondi
Per corrente continua	1	3,5	6	3,3/100
	2	3,5	20	2,9/100
	3	3,5	53,5	2,7/100
	4	3,5	106	2,8/100
Per corrente alternata per. 42	5	100	150	2,5/100
	6	100	215	2,5/100

apparecchio di protezione e cioè un apparecchio che serve ad avviare ed a fermare il motore assicurandone nel tempo stesso una normale

protezione; ne conseguirebbero dimensioni e costi certamente sproporzionati.

Da mettere in evidenza che le Norme sugli interruttori, edite dalla A. E. I. nel 1933, dichiarano esplicitamente che tali norme non riguardano gli interruttori di protezione (pag. 7, nota 1).

Vi sono costruttori che, per conciliare una cosa e l'altra, offrono interruttori con relais elettromagnetici fino ad una data corrente di corto circuito, oltre la quale prescrivono le valvole.

Non ci sembra che ciò sia consigliabile, perchè la corrente di corto circuito non è facilmente valutabile a priori: e perciò, se si omettono le valvole, rimane il pericolo che l'interruttore debba interrompere una corrente superiore e possa bruciare.

Riteniamo dunque che la migliore soluzione sia quella di affidare all'interruttore di protezione il solo compito di interruttore normale di esercizio, unitamente alla protezione di minima e di massima contro sovraccarichi leggeri, affidando invece a valvole disposte a monte dell'interruttore il compito della protezione contro sovraccarichi violenti.

Un interruttore di protezione da 10 amp. può oggi costare circa L. 150; tre fusibili a turacciolo corrispondenti costano L. 3 circa.

In un impianto costituito da un interruttore e tre fusibili, se avviene un corto circuito di 2000 A saltano le valvole e l'interruttore rimane incolume, mentre in un impianto costituito da un interruttore con relais elettromagnetico garantito fino ad una corrente di 1600 amp., salta l'interruttore; ed è evidente il maggior onere della seconda soluzione.

Da tener presente che, con un interruttore di protezione, le valvole vanno dimensionate per una corrente sempre superiore a quella di avviamento e perciò esse salteranno solo in caso di forti sovraccarichi, cosa che avviene solo raramente: perciò non occorre troppo preoccuparsi dell'eventuale costo di sostituzione.

A corredo delle nostre argomentazioni riportiamo qui appresso alcui estratti di riviste e listini.

E. T. Z., ottobre 1933, pag. 983. « Oggi si tende a riunire i dispositivi di protezione dei motori in punti centrali. In questi punti la corrente di corto circuito arriva spesso ad una intensità che gli interruttori protettivi non riescono a contenere. Oggi perciò si tende a separare le due funzioni: al salvamotore rimane il compito di servire da interruttore normale mentre la funzione di togliere il corto circuito è passata alle valvole. Si raggiunge così il vantaggio di poter affrontare correnti di corto circuito molto grandi sino a 25.000 ampere senza bisogna di quei costosi interruttori per grande corrente nominale che venivano usati anche per motori di piccola potenza solo per contenere la scarica di corto circuito. L'accoppiamento di interruttori con valvole ha permesso all'interruttore l'ingresso negli impianti industriali, mentre nell'ultimo decennio esso non aveva potuto mai imporsi nel campo dei piccoli motori a causa del suo costo sproporzionato a quello del motore ».

E. T. Z., marzo 1932, pag. 202. « Negli impianti industriali attuali, nei quali si possono verificare correnti di corto circuito fino a 100.000 ampere con 500 volt, non si possono costruire piccoli salvamotori che permettono di interrompere con sicurezza qualsiasi corrente.

« L'esperienza ha dimostrato che non sarebbe economico munire anche i piccoli motori di interruttori di grande potenza. Un mezzo favorevole e pratico si ha nei fusibili, si collega cioè al salvamotore un fusibile preinserito e si rinunzia alla grande potenza dell'interruttore.

« All'opposto oggi si chiede alta frequenza di avviamento, sicurezza, maneggiabilità, montaggio comodo e *sopra tutto* basso prezzo ».

World Power, luglio 1933, pag. 22. « Sovraccarichi di 5-10 volte possono essere interrotti nell'interruttore, ma maggiori sovraccarichi debbono essere interrotti da valvole. Se queste sono di alta capacità di rottura, la combinazione relais termico-valvola dà completa protezione.

« Con relais elettromagnetico, l'interruttore deve essere capace di interrompere forti corto circuiti: mentre un interruttore di protezione può in genere interrompere 5000 kVA, il corto circuito di una installazione può essere di 10.000 fino a 25.000 kVA. Inoltre il tempo minimo di scatto di un elettromagnete è di 0,1 secondi mentre quello di fusione di una valvola è di 0,01 secondi: si ha perciò una considerevole riduzione nel danno che può accadere nei cavi durante il periodo di corti circuiti ».

Klöckner: Listino 1935. « Per prevenire i pericoli derivanti da corto circuiti violenti è necessaria l'installazione di valvole fusibili fra teleruttori e rete ».

Calor Duisburg: Listino 1933. « Si può predisporre la protezione contro forti sovraccarichi disponendo, a monte degli apparecchi, delle valvole. Queste ultime *non hanno il compito di proteggere il motore*, ma dovranno entrare in azione unicamente in caso di forti corto circuiti col preciso scopo di evitare che l'interruttore abbia ad aprirsi direttamente sotto eccessive correnti di corto circuito. Si ottiene con ciò di utilizzare il teleruttore limitatamente al suo preciso scopo ».

Westinghouse: Listino 20524. « Negli interruttori per motori la protezione contro corti circuiti è assicurata dalle valvole »

Listino IL, 1948. « I relais termici di sovraccarico funzioneranno senza deteriorarsi quando siano protetti da valvole ».

Listino 226. « Gli interruttori termici non sono designati per protezione contro cortocircuiti: in ogni circuito sono prescritti fusibili alle origini delle derivazioni ».

W. C. E. H. (pag. 2201). « Il relais termico protegge contro sovraccarichi fino alla massima corrente possibile con motore in corto circuito e bloccato, ossia circa il 600 % della corrente normale: per la protezione contro i corti circuiti devono essere usate valvole fusibili tarate per una corrente di circa quattro volte la normale ».

Concludendo, noi riteniamo che convenga oggi affidare all'interruttore di protezione la sola funzione di interruttore e di protettore normale del motore, lasciando alle valvole la protezione eventuale dal corto circuito.

Con ciò si hanno i seguenti vantaggi:

— l'interruttore può essere costruito su dimensioni e prezzo tali da renderlo accetto anche a piccoli motori;

— le valvole, essendo dimensionate per le forti ed eccezionali correnti di corto circuiti, entrano in azione solo eccezionalmente e perciò la spesa di sostituzione non deve preoccupare;

— la interruzione di corto circuito, fatta su valvole, è rapida, netta e sicura.

XL RIUNIONE ANNUALE

SANTA MARGHERITA LIGURE - 23-28 Settembre 1935-XIII

Riassunti di Relazioni e Memorie presentate al Congresso

N. 28.

MISURE INDUSTRIALI DI CORRENTI E TENSIONI A FREQUENZE DI SCORRIMENTO

Lorenzo Bosisio

L'adozione in recenti impianti elettrici di grandi macchine asincrone ad eccitazione rotorica, particolarmente per gruppi convertitori di frequenza, ha reso necessaria la misura di correnti e di tensioni alle frequenze di scorrimento, generalmente variabili da 0 a $5 \div 6$ periodi.

A tale scopo non si prestano gli ordinari strumenti per misure industriali, perchè le oscillazioni dell'indice dovute al troppo basso valore della frequenza rendono impossibile la lettura del valore efficace della corrente o della tensione.

È stato perciò studiato un nuovo sistema di misura che ha permesso di superare queste difficoltà.

*

I circuiti di eccitazione rotorica sono generalmente trifasi, simmetrici nelle tensioni ed equilibrati nelle correnti; inoltre in essi la forma d'onda sia delle correnti che delle tensioni si può considerare praticamente sinusoidale.

Queste caratteristiche permangono anche quando la frequenza di scorrimento scende a zero od è prossima a zero; si hanno cioè allora nelle tre fasi di questi circuiti correnti o tensioni continue o lentamente variabili, le cui terne di valori sono sempre legate dalle relazioni che esistono fra le grandezze di un sistema trifase simmetrico, equilibrato ed a forma d'onda sinusoidale.

In un sistema di questo tipo, fra i quadrati dei valori istantanei delle correnti o delle tensioni ed il corrispondente valore efficace sussiste la relazione

$$i_1^2 + i_2^2 + i_3^2 = 3/2\ I^2_{max} = 3\ I^2_{eff.}$$
$$v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 = 3/2\ V^2_{max} = 3\ V^2_{eff.}$$

sul quale si fonda il sistema di misura in questione; esso sostituisce alla misura della corrente o della tensione delle singole fasi,

che, come si è detto in principio, non è praticamente possibile cogli ordinari strumenti, la misura simultanea delle correnti o delle tensioni delle tre fasi, mediante amperometri o voltmetri tripli.

*

L'applicazione della relazione considerata richiede un apparecchio di misura in cui, essendo la coppia antagonista proporzionale alle deviazioni dell'indice, la coppia deviatrice sia la somma di tre coppie proporzionali ai quadrati dei valori istantanei di ciascuna delle tre correnti o delle tre tensioni del circuito; con ciò gli spostamenti dell'indice sono proporzionali al quadrato del valore efficace della grandezza misurata.

Inoltre, per ragioni pratiche, occorre che i circuiti di misura di ciascuna delle tre fasi siano, anche nello strumento, isolati per la tensione massima che si può avere nel circuito di eccitazione rotorica (parecchie centinaia di volt).

Si sono perciò prescelti apparecchi a coppie termoelettriche, che rispondono ad entrambi i requisiti.

Per ogni strumento le coppie sono tre, ciascuna delle quali ha l'elemento riscaldatore percorso da una corrente proporzionale alla corrente o alla tensione di ciascuna fase e dà quindi una forza elettromotrice proporzionale al quadrato di detta corrente. Le coppie termoelettriche sono opportunamente isolate dai rispettivi elementi riscaldatori, e, collegate in serie fra loro, alimentano un millivoltmetro a magnete permanente, al quale è perciò applicata la somma delle forze elettromotrici generate nelle tre coppie, che risulta proporzionale al quadrato del valore efficace della grandezza misurata.

Gli strumenti descritti sono stati realizzati dalla C. G. S. di Monza e sono in esercizio da qualche anno in alcuni importanti impianti, dimostrandosi perfettamente rispondenti allo scopo.

N. 32.

MODERNI PROGRESSI NELL'ANALISI ARMONICA ELETTRICA

F. VECCHIACCHI

La tecnica dell'analisi armonica elettrica, dallo scrivente considerata limitatamente alla determinazione delle ampiezze, ha progredito, nell'ultimo decennio, sia per perfezionamenti prodottisi negli organi impiegati nei diversi metodi, sia per l'introduzione di nuovi procedimenti di uso più pratico e di più vasta applicazione. Anche in questo campo, la principale ragione del progresso è costituita dall'introduzione dei tubi elettronici.

L'attuazione dei metodi di analisi per risonanza resta anzitutto migliorata in seguito agli sviluppi importanti subiti dalla tecnica dei filtri, ed ai considerevoli progressi relativi ai componenti dei filtri stessi. Si debbono annoverare, le notevoli diminuzioni di perdite conseguite in vario modo nelle bobine d'induttanza per alta frequenza, le riduzioni dell'angolo di fase dei condensatori, ed infine, introduzione dei risuonatori elettromeccanici quali nuovi elementi di filtro. L'impiego, sempre nei metodi di risonanza, di amplificatori, non solo conduce ad una maggiore sensibilità, ma, consentendo la riduzione degli smorzamenti, permette anche di raggiungere più alti valori di selettività complessiva.

Di notevolissimo ausilio, si rilevano i tubi elettronici nei metodi di analisi con l'elettrodinamometro. Grazie alla facoltà di generazione, essi risolvono anzitutto nella migliore maniera il problema della produzione dell'oscillazione sinoidale ausiliaria, ed in grazia della facoltà di amplificazione, rendono possibile l'impiego di elettrodinamometri anche poco sensibili, come quelli previsti per alte frequenze. Un'applicazione ancora più caratteristica ed importante si è ottenuta, sostituendo l'usuale elettrodinamometro con un complesso equivalente, costituito da un semplice galvanometro a corrente continua, e da un tubo elettronico a caratteristica parabolica.

*

L'applicazione più brillante dei tubi elettronici ,ed il progresso più importante modernamente conseguito nel campo della analisi armonica elettrica, consiste peraltro nell'introduzione del metodo che può essere chiamato di « analisi per conversione di frequenza », fondato sull'utilizzazione della facoltà di modulazione. Questo metodo può essere dedotto, sia dai metodi con l'elettrodinamometro, sia, più direttamente, dagli usuali metodi con filtro accordato. Di questi ultimi il metodo stesso può essere considerato una radicale variante o piuttosto un'attuazione tipica e profondamente nuova.

Il nuovo procedimento elimina il più grave inconveniente presentato dagli usuali metodi di risonanza, della necessità di un filtro molto selettivo e nello stesso tempo avente frequenza passante facilmente regolabile entro vasta gamma. Grazie ai tubi elettronici, tale difficoltà viene girata con una conversione di frequenza che in ogni particolare analisi riporta la frequenza delle varie armoniche ad un valore fisso, ben definito, sul quale il filtro resta costantemente accordato. Si sovrappone nel circuito di un tubo elettronico a caratteristica parabolica, l'oscillazione in esame ed una oscillazione sinoidale ausiliaria di frequenza regolabile; come risultato della composizione si ha la creazione di due nuove oscillazioni, aventi rispettivamente frequenza differenza e frequenza somma, in ciascuna delle quali l'ampiezza relativa delle armoniche di vario ordine, conserva il valore caratteristico dell'oscillazione originaria.

A seconda che venga utilizzata la prima o la seconda delle due oscillazioni, la frequenza su cui il filtro è accordato dovrà essere più bassa della più bassa frequenza fondamentale ammessa, ovvero più alta della più alta frequenza presentata dalle armoniche che si desidera considerare. Nel secondo caso il filtro dovrà possedere una altissima selettività relativa, che non è possibile raggiungere mediante elementi elettrici ma che è peraltro consentita con l'uso di elementi elettromeccanici. Si è avuta in questo campo una brillante applicazione delle spiccate doti di selettività presentate dai risuonatori piezoelettrici, la cui tecnica ha appunto compiuto negli ultimi anni importanti progressi in questo senso.

La soluzione basata sull'impiego della frequenza somma si è rivelata assai conveniente per il caso di analisi alle frequenze acustiche, l'altra soluzione, fondata sull'impiego della frequenza differenza, ancorchè di applicazione generale, si è particolarmente imposta per l'analisi di alte frequenze.

Il sistema di analisi per conversione di frequenza ha condotto al risultato brillantissimo dell'attuazione di apparecchiature del tutto automatiche, capaci di fornire la registrazione fotografica dell'intero spettro di un'onda periodica complessa, od addirittura la visione stroboscopica contemporanea dello spettro medesimo.

N. 38.

IL PRIMO RIDUTTORE DI TENSIONE PER 350.000 VOLT. RISULTATI DI PROVA.

P. DE POL.

La sala per prove ad alta tensione del Laboratorio di Misure Elettriche del Politecnico di Milano è stata dotata di un riduttore di tensione per 350 kV, che è appunto la massima tensione che può dare l'impianto di prove. Tale riduttore è il primo che sia stato costruito per tale tensione primaria.

Si espongono le ragioni che hanno consigliato questa scelta, scartando invece gli spinterometri e gli altri tipi di voltmetri per alte tensioni.

Si descrivono poi le prove a cui il riduttore è stato sottoposto e se ne danno i risultati. Veramente soddisfacenti, poichè il riduttore è risultato esatto a meno del 0.5 % dal 10 al 100 % della tensione nominale.

N. 30.

DEFINIZIONE E MISURA DI INDUTTANZE A RADIOFREQUENZA

C. COCCI.

In radiotecnica si fa un largo uso del termine induttanza senza in generale definire esattamente il significato di tale qualifica quando applicata ad un elemento reale di circuito. Da questa relativa imprecisione di definizione deriva anche una imprecisione nei metodi di misura.

Nel presente lavoro, dopo di aver rilevate le difficoltà di conservare una definizione di induttanza basata su grandezze magnetiche, viene proposta una definizione di induttanza di un elemento in corrispondenza di una determinata frequenza che è babasata solo sull'andamento dell'impedenza dell'elemento in un intorno della frequenza considerata e quindi su una quantità esattamente misurabile. Precisamente viene preso come circuito equivalente una induttanza in parallelo con una capacità ed una resistenza e viene definita induttanza dell'elemento considerato quel valore di L che, posto nel circuito equivalente ne rende la parte immaginaria dell'ammettenza e la sua derivata rispetto alla frequenza eguali a quelle dell'elemento considerato.

Volendo misurare l'induttanza così definita, non essendo noti metodi per misurare direttamente la derivata dell'ammettenza, viene proposto di sostituire alla misura di detta derivata la misura della variazione di ammettenza passando da una frequenza leggermente inferiore ad una leggermente superiore alla frequenza in corrispondenza della quale si vuole eseguire la misura; viene mostrato come basti conoscere la variazione di capacità necessaria per accordare sulla seconda frequenza l'elemento da misurare che con una capacità ausiliaria è stato già accordato sulla prima per potere calcolare l'induttanza.

Vengono discussi alcuni dispositivi sperimentali per potere eseguire con ragionevole precisione questa determinazione e viene anche esposto un metodo con ponte a radiofrequenza per il confronto di induttanze.

Vengono infine discussi alcuni dati numerici per illustrare meglio le difficoltà dei singoli metodi e le eventuali cause di errore.

N. 40. SUI COMPARATORI PER LA PROVA DEI TRASFORMATORI DI MISURA

A. Barbagelata.

I recenti grandi progressi realizzati dai trasformatori di misura nei riguardi della precisione, hanno tolto praticamente ogni valore a molti metodi già in uso per la loro prova. I metodi migliori, rimasti, hanno dato origine ai molteplici tipi di *comparatori* oggi in commercio, destinati ad agevolare le prove dei trasformatori stessi. La maggior parte di essi derivano dal noto metodo differenziale, mentre altri, che si potrebbero chiamare meglio *apparecchiature*, derivano da ordinari metodi da laboratorio sia assoluti che di paragone [1].

Il metodo differenziale nel caso dei *TA* consiste nel misurare in ampiezza e fase la differenza $\overline{\Delta I} = \overline{I_x} - \overline{I_c}$ fra le correnti secondarie dei due riduttori a confronto, aventi lo stesso rapporto nominale ed i primari collegati in serie. Le componenti di ΔI in fase e in quadratura con la I_c (o ciò che fa praticamente lo stesso, con la I_1) divise per I_c, danno rispettivamente le differenze:

$$\Delta \eta = \eta_x - \eta_c \quad \text{e} \quad \Delta \varepsilon = \varepsilon_x - \varepsilon_c$$

fra gli *errori di rapporto* η e fra gli *errori d'angolo* ε dei due *TA*.

Le differenze $\Delta \eta$ e $\Delta \varepsilon$ sono le due componenti della differenza vettoriale $\overline{\Delta e} = \overline{\Delta I}/I_c = \overline{e_x} - \overline{e_c}$ degli errori *complessi* e dei due *TA*.

Per l'esattezza dei risultati bisognerebbe però che lo strumento usato per misurare le $\overline{\Delta I}$ avesse impedenza interna (s) nulla.

Ciò non essendo nasce un *errore sistematico* e_s perchè la tensione $s \cdot \overline{\Delta I}$ ai morsetti dello strumento fa aumentare la prestazione di uno dei due *TA* e diminuire quelle dell'altro. Si misura in sostanza una $\Delta \overline{e'}$ diversa dal vero commettendo un errore complesso $\overline{e_s} = \Delta \overline{e'} - \Delta \overline{e}$ che si traduce poi nei due errori $\Delta \eta' - \Delta \eta$ e $\Delta \varepsilon' - \Delta \varepsilon$ sul rapporto e sulla fase.

Per un confronto dei varî metodi basta considerare l'*ampiezza* dell'errore sistematico data dalla relazione algebrica: $e_s = s \cdot \Delta e \cdot \Sigma y$ dove Δe è l'ampiezza della differenza degli errori complessi dei due *TA* e $\Sigma \overline{y} = \overline{y_x} + \overline{y_c}$ è la somma delle loro ammettenze in derivazione. Per ogni data misura (Δe e Σy dati) l'errore sistematico aumenta con s com'è intuitivo. Se non che la diminuzione di s porta con se una diminzione della sensibilità del metodo: donde il problema caratteristico del metodo differenziale.

Usando per la misura di ΔI un *ordinario wattmetro*, secondo il procedimento originario, se si vuol rendere trascurabile l'errore sistematico, la sensibilità diventa insufficiente. Le condizioni mediamente migliori si hanno usando un wattmetro da 1 A ($s = 5 \div 6\ \Omega$) col quale si può apprezzare abbastanza bene una Δe di 0,1 %, mentre l'errore sistematica è mediamente dello stesso ordine di grandezza. Ricorrendo a wattmetri speciali, di maggior sensibilità intrinseca, si possono tuttavia avere risultati soddisfacenti specie quando si tratti di confrontare riduttori dello stesso tipo per cui Δe risulta sempre molto piccolo.

Per migliorare le cose alcuni tipi di comparatori in commercio, derivati dal metodo differenziale, misurano la tensione $v = s \cdot \Delta I$, agli estremi di uno shunt non induttivo s, percorso dalla ΔI. La misura può farsi per *lettura diretta mediante* un sensibile *elettrodinamometro* ad eccitazione separata (*Allocchio e Bacchini*) oppure mediante *millivoltmetro* a corrente continua con l'interposizione di un *raddrizzatore vibrante* sincrono (*Siemens*).

Con entrambi gli apparecchi, previa una opportuna regolazione, si leggono direttamente i valori di $\Delta \eta$ e di $\Delta \varepsilon$ in percento. Entrambi sono autocontrollabili ed indipendenti dalla frequenza. L'errare sistematico è praticamente trascurabile (s dell'ordine dell'ohm) mentre la sensibilità, alquanto maggiore per il Siemens, consente di apprezzare sicuramente 1/20 di percento.

La misura della $v = s \cdot \Delta I$ può farsi per *riduzione a zero* con metodo potenziometrico, come nel comparatore Hartman e Braun. La sensibilità diventa in tal caso esuberante e l'errore sistematico trascurabile; ma il dispositivo è sensibile alle variazioni di frequenza, per quanto, entro i limiti ordinari, i conseguenti errori non siano preoccupanti.

In altri tipi di comparatori si elimina l'errore sistematico rendendo temporaneamente $\Delta e = 0$. Il risultato può ottenersi sia deviando la ΔI dallo strumento di misura — che si riduce ad un semplice indicatore di zero — ad un circuito parallelo nel quale si può indurre la f.e.m. a ciò necessaria; oppure modificando il flusso nel trasformatore campione mercè un avvolgimento terziario percorso da corrente opportunamente regolabile. Ridotto a zero il galvanometro basterà misurare in valore e in fase, nel primo caso la f.e.m.; nel secondo la corrente ausiliaria. Al primo concetto risponde, non completamente, il comparatore Silsbee della *Leeds e Northrup;* il secondo quello della *Koch e Sterzel*.

Tutti i tipi di comparatori considerati richiedono un *TA* campione per ogni valore del rapporto nominale dei *TA* in prova. Oggi si trovano in commercio ottimi campioni a molteplici rapporti, mentre, d'altra parte, c'è una spiccata tendenza ad uniformare e ridurre il numero dei rapporti normali. Va comunque ricordato il già menzionato comparatore Allocchio e Bacchini il quale consente il confronto di *TA* di rapporti nominali sensibilmente diversi. Con il modello originario era necessario tener conto dell'errore sistematico nello stabilire le prestazioni dei due *TA*. Col nuovo modello invece si ha una compensazione dell'errore cosicchè i due riduttori vengono a lavorare sempre con la medesima prestazione. Essendo di conseguenza possibile scambiare di posto i due *TA*, il campo di applicazione del comparatore viene notevolmente esteso. Così per es. con TA_c, per 100 A primari, si possono provare TA_x per correnti primarie comprese fra 75 e 150 A.

Fra le *apparecchiature* derivate da noti metodi da laboratorio, meritano particolare menzione pel fatto di presentare qualche novità concettuale, quella della *Trüb* e *Teuber*, la quale, mediante un trasformatore campione ausiliario, inserito nel secondario del TA_x, consente di misurare direttamente gli errori η_x ed ε_x di quest'ultimo, anzichè le differenze $\Delta \eta$ e $\Delta \varepsilon$; e la recentissima della Casa *Kip e Zonen* in cui si utilizzano ingegnosamente per la prima volta i convertitori termici.

*

Il problema delle *prove dei TV* è intrinsecamente assai più facile ,almeno finchè la tensione primaria non supera i $10 \div 20$ kV. Già il metodo differenziale applicato con un ordinario wattmetro consente sensibilità largamente sufficienti pur con errori sistematici trascurabili.

Con tutto ciò si trovano in commercio parecchi tipi di comparatori, fra cui l'*Allocchio e Bacchini*, e quello della Casa *Koch e Sterzel* nel quale anzichè misurare direttamente la $\overline{\Delta V} = \overline{V_x} - \overline{V_c}$ la si compensa con la caduta di tensione prodotta in una resistenza nota da una corrente ausiliaria regolabile e misurabile in valore ed in fase.

Numerose pure sono le apparecchiature derivate da noti metodi di laboratorio, come quelle della *Leeds e Northrup* e della *Tinsley*.

*

Concludendo, il problema della prova dei *TA* e *TV* può dirsi completamente risolto in quanto i metodi a disposizione hanno una *sensibilità* assai superiore alla *precisione* effettivamente raggiungibile date le imperfezioni dei campioni usati, ed alla necessità della pratica. Un apparecchio che consenta di apprezzare con sicurezza il 0,1 % può ritenersi infatti generalmente sufficiente.

Fra i diversi tipi di dispositivi sembra doversi dare la preferenza ai comparatori veri e proprî, per il fatto che i trasformatori campioni danno oggi maggiore affidamento che non i shunt ed i divisori di tensione, e fra i comparatori sembrano preferibili quelli a lettura diretta, insensibili alle variazioni di frequenza e con possibilità di autocontrollo.

(1) Vedasi A. Barbagelata: « Sulle prove dei trasformatori di misura », *L'Elettrotecnica*, 15 marzo 1921.

N. 34.

LA MISURA DELLA RESISTENZA INTERNA DI ACCUMULATORI E DI ELETTROLIZZATORI

Ugo Beretta - Mario M. Jacopetti.

Per la misura della resistenza interna di accumulatori e di elettrolizzatori gli AA. ritengono preferibile l'uso dei metodi a c. c. rispetto a quelli a corrente alternata, per i quali non si può sempre garantire che si raggiunga, al crescere della frequenza, un valore limite indipendente dai fenomeni di polarizzazione.

Tra i vari metodi a c. c. gli AA. trovano preferibile quello proposto da Scarpa, il quale permette di eseguire la misura in condizioni per le quali la maggior parte della d.d.p. disponibile risulta compensata.

Con dati sperimentali rilevati direttamente, gli AA mettono in evidenza la necessità di un rilievo istantaneo della caduta di tensione che si verifica all'atto della apertura del circuito, qualora si voglia effettivamente dare carattere di generalità al metodo, permettendone la sicura applicazione in tutti quei casi (che formano la maggioranza) nei quali si verifica in un breve intervallo di tempo (frazioni di secondo), per effetto dei fenomeni di depolarizzazione, una caduta di tensione non trascurabile rispetto a quella istantanea dovuta alla resistenza interna globale.

Gli AA. pertanto descrivono un loro dispositivo sperimentale, fondato sull'uso di un galvanometro registratore fotografico, aperiodico, e di grandissima prontezza, fornendo anche i dati di dettaglio del montaggio, che permette la rapida taratura dello strumento ad ogni misura. Gli AA. rendono conto di alcune misure eseguite su accumulatori a piombo nella fase di carica e di scarica, con risultati di approssimazione tale da permettere una sicura indagine sulle variazioni della resistenza interna globale nelle varie condizioni di funzionamento.

Oltre ai diagrammi relativi alle misure gli AA. forniscono un diagramma rappresentativo della legge di variabilità della resistenza in un ciclo completo di carica e discarica.

Infine viene indicata anche una applicazione del metodo per la misura della resistenza interna di cellule destinate all'elettrolisi dell'acqua.

N. 33.

MISURE RELATIVE ALLE CORRENTI VAGANTI

Mario M. Jacopetti.

Le misure relative alle correnti vaganti costituiscono una branca importante degli studi sulle corrosioni elettrolitiche. È necessaria la applicazione di metodi ed apparecchi particolari, poichè non è in generale possibile far uso di quelli normali, a causa delle difficoltà derivanti dalle condizioni in cui si eseguono la misure e dalla grande variabilità delle grandezze da misurare.

Teoricamente la conoscenza della densità di corrente anodica, completata da quella di alcuni altri dati, sarebbe sufficiente per determinare l'eventuale pericolo di una struttura metallica interrata. Ma la misura della densità di corrente presenta notevoli difficoltà nella sua esecuzione, ed anche la interpretazione dei dati sperimentali non è semplice, poichè non è in generale applicabile la legge di Faraday. Si dà notizia dei metodi più noti per la misura della densità di corrente nel terreno ed alla superficie delle strutture.

Premessi i criteri generali sulla durata dei rilievi e sulla interpretazione dai dati della misura onde ricavarne un valore medio, si espone il metodo della misura della intensità di corrente nelle strutture, mediante il rilievo della caduta di potenziale su di un tratto di lunghezza nota. Per calcolare poi la corrente è necessario di conoscere la resistenza del tratto in esame. Mentre ciò riesce facile per i cavi con guaina in piombo, per il caso delle condotte nasce la incertezza dovuta alla resistenza dei giunti. Questi hanno in generale una resistenza equivalente a quella di parecchi metri di condotta, ma se ne possono incontrare con resistenza anche molto maggiore.

La stessa misura si può eseguire su di un tratto di condotta privo di giunti, ma nel caso di correnti deboli e di tubi di grande diametro si incontrano sempre difficoltà.

Altri metodi per la misura della intensità della corrente vagante nelle condotte e cavi sono quelli a compensazione. A Napoli, mediante l'impiego di un apparecchio di costruzione Cambridge, si sono ottenuti buoni risultati. Si è anche eseguito il controllo delle indicazioni di questo apparecchio mediante un amperometro, contemporaneamente inserito nella condotta, con risultati suddisfacenti. Si riporta un esempio di tali controlli effettuati.

Vengono ricordati i diversi tentativi fatti a Napoli per risolvere il problema della misura della intensità di corrente vagante nelle strutture, dando notizia di altri metodi ideati per lo stesso scopo.

La alterazione prodotta dallo scavo ha per questa misura importanza diversa a seconda che si tratti di condotte principali o di piccole derivazioni incrocianti altre strutture. Le piccole derivazioni, che attraversano i binari, hanno una funzione principale nello scambio di corrente tra rotaie e strutture. Si riportano alcuni esempi al riguardo, esprimendo il parere che, per mitigare i fenomeni di corrosione, è conveniente, oltre alla sistemazione delle reti di binari, di proteggere le piccole derivazioni, nella zona di uscita, ma sopratutto nella zona di entrata delle correnti.

Si espongono i criteri generali per la misura della d.d.p. tra le strutture e le rotaie, e fra ognuna di queste e il terreno, nonchè per l'impiego degli apparecchi più adatti. La misura della d.d.p. ha significato diverso a seconda che essa si esegue rispetto alla terra vicina o alla terra lontana. Servono per tale rilievo gli elettrodi impolarizzabili, di cui si ricordano i tipi più noti, nonchè i criteri per il loro impiego e qualcuno dei risultati ottenuti.

Viene anche preso in considerazione il metodo approssimato che recentemente l'Ing. Longfield ha proposto per determinare se una condotta assorbe o cede corrente, servendosi della corrispondenza tra le fluttuazioni della d.d.p. rotaia-terreno e quelle struttura-terreno.

Ricordate le misure che si eseguono sulle reti di binari, ed i criteri principali per la loro attuazione, si espongono particolarmente le misure relative alla resistenza di passaggio rotaia-terreno.

Non è possibile definire un valore medio di tale grandezza da introdurre nel calcolo. Si ricorda la importanza della resistenza di passaggio ai fini della compilazione delle Norme, e del confronto tra i valori delle differenze di potenziale calcolate e quelle che in effetti si riscontrano.

Si ricordano infine alcuni apparecchi recentemente proposti per eseguire le ricerche relative alle correnti vaganti senza necessità di scavo, e si illustrano i loro concetti informatori.

La determinazione della causa del fenomeno di corrosione, e in un secondo tempo, la discriminazione delle responsabilità tra i diversi esercizi di trazione a c. c. coesistenti, è il problema più difficile che si presenti ad un tecnico. Viene accennato, riportando qualche esempio, ai sistemi proposti per la sua risoluzione, nonchè ad altri studi di carattere diverso, eseguiti in relazione ai fenomeni di corrosione elettrolitica.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

La Medaglia Kelvin a J. A. Fleming. — Come è noto la «Medaglia «Kelvin» fondata per onorare la memoria del grande Fisico inglese, è una delle più alte distinzioni scientifiche inglesi, che viene attribuita ogni triennio come riconoscimento di particolari meriti acquistati nel campo degli studi prediletti da Lord Kelvin.

Il 7 maggio 1935, con solenne cerimonia venne effettuata la consegna della medaglia per l'ultimo triennio, a Sir John Ambrose Flemming. Nella cerimonia vennero ricordati i grandi meriti scientifici del Flemming specialmente nei campi dell'elettrofisica, delle radiotrasmissioni e dell'illuminazione elettrica.

Rammentiamo che nel 1932 la medaglia fu assegnata a Guglielmo Marconi.

* *

Interruttori a volume d'olio ridotto di costruzione italiana. — Il giorno 12 luglio u. s. aderendo ad un gentile invito della Società «Adda» un gruppo di elettrotecnici si è recato alle Officine della Società, a Lodi, per esaminare una terna di interruttori a volume d'olio ridotto, costruiti nelle Officine stesse.

Accolti colla massima cortesia dai Dirigenti e accompagnati dai tecnici della Ditta, Ing. Schmidt, Mori, Della Casa, Jenna e Mattei, i visitatori poterono prendere visione delle particolarità costruttive dei nuovi interruttori per 150 kV esaminandone una unità appositamente smontata.

Vennero anche eseguite interessanti prove circa la forza di apertura del coltello sezionatore e relativo dispositivo rompighiaccio, e sul grado di isolamento realizzato colle colonne in porcellana, spingendo fin oltre 350.000 V la differenza di tensione applicata fra il morsetto e la terra.

Gli interruttori, destinati a un impianto italiano, sono proporzionati per tensione e correnti nominali, rispettivamente di 150 kV e 500 A, e hanno una capacità di rottura di 1.500.000 kVA (a 150 kV).

Caratteristico è il fatto che la quantità totale d'olio occorrente complessivamente pei 3 poli è ridotta a soli 120 litri.

La visita ha suscitato in tutti vivo interesse.

Terminate le prove, la Direzione dell'Adda volle anche offrire ai convenuti un signorile rinfresco.

* *

VIII. Congresso Nazionale delle Acque. — Nei giorni 12 a 16 ottobre 1935 sarà tenuto a Padova l'VIII Congresso Nazionale delle Acque, indetto dalla Associazione Idrotecnica Italiana.

I temi in discussione sono i seguenti: Idraulica Sperimentale - Navigazione interna - Bonifiche - Acque del sottosuolo - Acque potabili e acquedotti.

Sono annunciate numerose relazioni.

Le domande di iscrizione devono essere rivolte alla Sede della Associazione Idrotecnica Italiana (Milano - Via Borgonovo, 14); la quota di iscrizione è fissata in L. 30 per i Soci della A.I.I. e in L. 50 per i non Soci.

SUNTI E SOMMARI (*)

ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA.

J. Lester Woodbridge — **Carica delle batterie.** (Elec. Eng., maggio 1935, pag. 515-525, con 14 fig.). **2 b**

Richiamata la teoria della doppia solfatazione durante la carica degli accumulatori a piombo l'A. accenna ad alcuni fenomeni secondari che intervengono e che possono assumere rilevante importanza pratica. La elevata concentrazione di acido che si produce nei pori delle piastre in confronto all'elettrolita esterno produce un effetto ritardatore nella carica, specialmente per la piastra negativa, e può anche impedire la formazione del piombo spugnoso. Se la corrente di carica è eccessiva si decompone l'acqua dell'elettrolita dando luogo a svolgimento di gas. La produzione di calore che si manifesta durante la carica è dovuta a tre cause: la resistenza ohmica dell'elemento, effetti termochimici e finalmente un fenomeno ancora non ben spiegato che si manifesta verso la fine della carica Un altro fenomeno che qualche volta si osserva è quello del formarsi di una stratificazione nell'elettrolita con diversa acidità in superficie e al fondo: le conseguenze pratiche sono per lo più di assai piccola importanza. Più importanti praticamente sono i così detti effetti localizzati che si manifestano specialmente sulla piastra negativa e che portano alla solfatazione del materiale negativo e all'abbassamento della densità dell'elettrolito. Il così detto rendimento di tensione della batteria (rapporto fra tensione di carica e di scarica) dipende principalmente dai regimi rispettivi di carica e scarica. Il rendimento in ampere-ora dipende dalle perdite dovute agli effetti localizzati, e alla decomposizione dell'acqua durante la carica; questo rendimento può essere elevato, assai prossimo a 1 $^0/_{00}$, regolando attentamente la corrente di carica. Il problema della carica razionale di una batteria si scinde in due: determinazione della densità della corrente di carica e dell'istante in cui bisogna arrestare la carica. Vengono in proposito descritti alcuni metodi di pratico impiego. Vi sono anche dispositivi automatici per l'arresto della carica al momento opportuno. Le cose si complicano quando le batterie devono essere costantemente connesse al circuito di carica e si scaricano solo a intervalli e per breve tempo per sopperire a punte di carico. Parecchi dispositivi automatici vengono descritti per tali applicazioni. *N.*

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

P. Wittich — **La protezione mediante valvole a fusibile contro le correnti di ritorno nelle reti a maglia.** (E. u. M., N. 51, 23 dicembre 1934, pag. 602-603, con 2 fig.). **3 e**

La protezione contro le sovracorrenti nelle reti a maglia può essere disimpegnata da valvole a fusibile quando il dimensionamento delle valvole generali è messo opportunamente in relazione con quello delle valvole delle singole derivazioni e col numero di queste ultime. L'A. trova una relazione che deve legare il rapporto delle correnti nominali dei due tipi di valvole al numero delle derivazioni affinchè sia conservata la selettività della protezione tanto contro le sovracorrenti dirette quanto contro le sovracorrenti di ritorno. *V. D. Ma.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

S. E. Heuland — **Il forno elettrico ad arco.** (Bull. Soc. Franc., maggio 1935, pag. 481-512, con 19 fig.). **5 b**

Come è noto, nei forni a elettrodi ed a volta bisogna disporre nei punti, dove gli elettrodi attraversano la volta, un dispositivo detto parafiamme o economizzatore, il quale ha lo scopo di impedire, realizzando un giunto a tenuta quanto più possibile stagna, che le fiamme vadano a lambire gli elettrodi di grafite portandoli alla temperatura di ossidazione. Dalle aperture suddette si ha anche una uscita di gas, a cui deve corrispondere una entrata d'aria degli orifici inferiori del forno e questa circolazione di gas rende illusorio il mantenimento di una atmosfera neutra nel forno. L'A. descrive alcuni di questi sistemi di economizzatori attualmente in uso, rilevandone gli inconvenienti. Descrive poi un nuovo tipo di tenuta che ha subito successivamente diverse modificazioni. Nella sua forma definitiva esso consiste sostanzialmente in un cilindro anulare entro cui si muove un pistone tubolare; un pezzo in bronzo fissato alla parte superiore del pistone assicura la fissazione dell'elettrodo e il contatto elettrico. Nel cilindro può essere introdotto a mano o per mezzo di un regolatore un fluido motore. L'economizzatore è posto sotto il cilindro e si prolunga entro di esso circondando l'elettrodo. Il tutto è raffreddato a circolazione forzata d'acqua. Complessivamente il dispositivo comprende 4 pezzi tubolari, che si prestano ad una facile lavorazione, tutti su di una medesima macchina e senza necessità di smontaggi intermedi; ciò rende economica la costruzione del dispositivo. Esso, secondo l'A., presenta numerosi vantaggi, che vengono dettagliatamente illustrati; in particolare vengono assai ridotti i casi di rottura dell'elettrodo e viene anche migliorato il fattore di potenza del forno; i refrattari possono venire scaricati completamente dal peso degli elettrodi e degli organi connessi; anche la rapidità delle manovre di caricamento del forno riesce sensibilmente aumentata. *Ri.*

APPLICAZIONI VARIE.

S. P. Zebrowski — **Funzionamento in parallelo di trasformatori a bassa e ad alta frequenza per l'alimentazione dei filtri elettrici.** (Phys. Zeit. Sow., 1935, N. 2, pag. 213-225, con 17 fig.). **6 c**

Nel funzionamento di un elettrofiltro per depurazione di gas si devono distinguere 2 ordini di fenomeni, cioè la produzione di cariche sulle particelle sospese nel gas e l'azione di trasporto delle particelle cariche stesse fra gli elettrodi. Se fosse possibile produrre in altro modo le cariche sulle particelle, che inquinano il gas, si potrebbe lasciare all'elettrodo la sola funzione di creare il campo elettrico per il quale non è necessario ricorrere alle elevatissime tensioni. Aumentando il numero delle cariche in un centimetro cubo di gas, deve crescere la densità di corrente e quindi a parità di tensione applicata deve crescere anche la quantità di materiale che si deposita agli elettrodi. L'A. ha cercato di produrre artificialmente ioni mediante un trasformatore ad alta frequenza. Nello schema proposto un trasformatore a bassa frequenza ed uno ad alta frequenza funzionano in parallelo su una stessa sbarra e sono fra loro elettricamente connessi mediante opportune induttanze e capacità. Si genera così nell'elettrofiltro una doppia corona: quella ad alta frequenza si forma sopra a quella a bassa frequenza. Come generatore di alta frequenza viene impiegato un trasformatore di Tesla connesso a una rete a 120 V. Con questo dispositivo sono state fatte accurate esperienze, le quali hanno dimostrato come si possa ottenere una grande efficacia di deposizione delle polveri sugli elettrodi. Viene anche proposta una formula che permette di calcolare la velocità delle particelle in un filtro elettrico e conseguentemente la quantità di polvere e la corrente ionica. In ultimo viene anche considerato il caso del funzionamento in parallelo di un trasformatore di Tesla con un raddrizzatore meccanico. *Ri.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

Operazioni per la costruzione di contatori elettrici. (Engin., 18 gennaio 1935, pag. 70-71, con 6 fig.). **11 f**

La nota tratta delle operazioni che vengono effettuate nelle officine di Kingsway, della English Electric Limited », per la fabbricazione dei contatori elettrici: vengono così esposi i diversi cicli di lavorazione. La maggior parte dei pezzi costituenti gli apparecchi sono fabbricati in posto e controllati coi metodi più moderni: quali il metodo stroboscopico per il controllo della velocità, il metodo microscopico per il controllo dei piccoli cuscinetti a sfere, ecc.

È pure previsto un funzionamento parziale di prova mediante un montaggio speciale e col quale si può funzionare ad un carico corrispondente a frazioni del carico massimo. I magneti inoltre vengono accuratamente verificati e seguiti nel loro comportamento. Gli avvolgimenti poi sono sottoposti alle prove più disparate di isolamento, sia nei riguardi della tensione che in quello della durata, e gli errori tollerati sono sempre inferiori all'1 per mille anche in condizioni del 300 per 100 di sovraccarico. *E. R.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

A. W. Hothersall, S. G. Clarke, D. J. Magnaughton — **Deposito elettrolitico di stagno da soluzioni di stannato di soda con impiego di anodi insolubili.** (Bull. Soc. Franc., maggio 1935, pag. 431-444, con 4 fig.). **13 b**

È assai difficile ottenere un deposito elettrolitico di stagno sano e regolare; in soluzione acida tendono a formarsi arborescenze cri-

(*) Per i titoli delle riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

stalline, mentre in soluzione alcalina si ha tendenza alla produzione di un deposito spugnoso. L'impiego di agenti di addizione permette di ottenere in soluzioni acide depositi soddisfacenti, ma la condotta dei bagni in tali condizioni è delicata, e d'altra parte l'impiego di soluzioni alcaline dà un migliore rendimento. Nel procedimento Oplinger si utilizza come elettrolita una soluzione di stannato di soda con l'aggiunta di acetato di soda e con anodi di stagno; è necessario aggiungere periodicamente un agente ossidante perchè lo stagno che si dissolve all'anodo allo stato bivalente, come stannito di soda, non può depositarsi convenientemente al catodo che allo stato tetravalente (stannato di soda). Gli AA. hanno modificato il procedimento Oplinger evitando la produzione di stagno bivalente col fare uso di anodi insolubili. Basta infatti la presenza di 0,2 grammi di stagno bivalente per litro, per rendere il deposito spugnoso. Con anodi insolubili conviene fare uso di anodi in ferro o in nichel. In tali condizioni si ha formazione per ogni equivalente di stagno deposto, di 2 equivalenti di idrossido di sodio, Na OH, parte del quale si trasforma in carbonato per assorbimento di acido carbonico dall'aria. Occorre quindi periodicamente rigenerare l'elettrolita, il che non può farsi per addizione di stannato di soda, perchè si verrebbe ad aumentare il tenore del bagno in idrossido di sodio con detrimento notevole del rendimento catodico. Per tale rigenerazione gli AA. propongono un processo che consiste nel produrre nel liquido, fuori dal banco di elettrolisi, stannito di soda per mezzo di dissoluzione anodica di stagno, e trasformarlo poi in stannato per ossidazione. La temperatura del bagno deve essere mantenuta fra 70° e 75°; la densità di corrente può essere spinta fino a 6 A/dm², ma è meglio limitarla a 2 A/dm², nelle quali condizioni bastano 30 minuti per produrre un deposito di 0,015 mm di spessore, sufficiente per assicurare una buona protezione del metallo sottostante. *Ri.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

J. W. KURTSCHATOW, E. Z. KOSTINA, L. J. RUSINOW — **Fenomeni di contatto sulle resistenze di carborundum.** (Phys. Zeit. Sow., 1935, N. 2, pag. 129-154, con 18 fig.). **15 b**

È noto il comportamento particolare delle resistenze di carborundum, le quali non seguono la legge di Ohm, perchè la loro conduttività cresce coll'aumentare della tensione ad esse applicata. Si può dire che le resistenze formate con tale materiale si approssimano al comportamnto di un isolatore nei riguardi dei campi elettrici deboli, mentre per campi forti esse assumono il comportamento di un cattivo semiconduttore. È noto come tali resistenze abbiano potuto trovare applicazioni pratiche nei riguardi delle protezioni contro le sovratensioni. La caratteristica volt-ampere del carborundum può essere rappresentata dalla formula $R I^{\alpha}$ = Cost. dove α è prossimo a 0,7 e C è dell'ordine di 2000, se si esprimono R ed I in ohm e in ampere. Gli AA. hanno condotto uno studio sperimentale sistematico su tale materiale per trarne poi argomento ad una spiegazione teorica del fenomeno. Le esperienze si devono compiere con impulsi di tensione, perchè la resistenza cade rapidamente alle tensioni un po' elevate e si generano quindi correnti eccessivamente intense. Le osservazioni furono eseguite con l'aiuto di oscillografi a raggi catodici. Vengono ricordate le teorie emesse da Slepian e da Günterschulze e la teoria puramente termica. Nessuna di esse sembra dare una soddisfacente spiegazione dei fenomeni presentati dalle resistenze di carborundum, le quali si sottraggono anche alla interpretazione in base alla teoria degli strati limiti di Claus e Lossew. Gli AA. svolgono una teoria propria, dimostrando che i fenomeni in questione sono connessi al movimento degli elettroni sotto l'azione del campo elettrico di contatto e che questi spostamenti si accordano bene per piccoli potenziali colla cosiddetta teoria del tunnel di Frenkel. Le ricerche eseguite hanno anche messa in evidenza l'influenza della temperatura sulla caratteristica volt-ampere del carborundum ed hanno permesso di riconoscere alcune proprietà dei semiconduttori. *Ri.*

IDRAULICA.

L. KAMBO — **Proposta di un nuovo metodo di calcolo delle dighe.** (L'En. Elettr., aprile 1935, pag. 279-294, con 30 fig.). **18 c**

Facendo seguito ad altro articolo precedentemente pubblicato (vedi *L'Elettrotecnica* 1934, pag. 708) l'A. esamina anzitutto le azioni interne che si sviluppano in una diga, criticando le ipotesi messe finora a base delle calcolazioni e che consistono, come è noto, nell'immaginare scomposto il corpo della diga in tanti archi o mensole indipendenti. Rileva come non sia razionale trascurare gli effetti di taglio, come si fa di solito con la ipotesi del Ritter. Considerando la diga come un tutto unico, sviluppa la ricerca degli sforzi di taglio, studiando l'influenza della forma della diga su tale sollecitazione. Esamina poi l'influenza dell'effetto Poisson sulle forze interne, rilevando come esso abbia lo stesso effetto di un aumento della curvatura della diga. Considera poi gli effetti dell'elasticità della roccia, osservando che, sebbene tale elasticità sia assai piccola in confronto a quella della muratura, essa non è trascurabile perchè interviene a modificare le frecce di inflessione in grandezza e forma, e quindi modifica le azioni contro-idrostatiche. L'elasticità della roccia è confermata da spostamenti alle imposte osservati in molte dighe. L'elasticità della roccia va anche considerata quando la gola presenti forti convessità o concavità. Poche sono le osservazioni pratiche che si hanno a disposizione nei riguardi di tale argomento. Esso viene volto dall'A. in base a considerazioni di indole generale e ad opportune ipotesi semplificative, considerando separatamente diversi tipi di dighe: diga ad arco con spalle artificiali e dighe aventi un'asse di simmetria obliqua: a quest'ultimo caso si riportano in generale la maggior parte dei casi reali, potendosi eliminare le piccole irregolarità della linea rocciosa con opportuni lavori, in modo da ottenere la simmetria delle imposte. Rilevata l'utilità della curvatura planimetrica delle dighe riesce interessante stabilire la situazione planimetrica in modo da rendere massima la curvatura, pur essendo certi che le imposte non abbiano tendenza a scorrere; viene indicato un metodo pratico per tale determinazione. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

P. TOULON — **Alcune applicazioni delle emulsioni fotografiche alla fotometria.** (Bull. Soc. Franc., maggio 1935, pag. 465-476, con 7 fig.). **19 f**

Sembrerebbe a prima vista che il metodo di registrazione fotografica non possa presentare alcuna precisione, in quanto che è ben difficile che la sensibilità di una emulsione fotografica sia omogenea, tanto più che essa varia col tempo e con numerose cause accessorie. Contro questi inconvenienti ci si premunisce utilizzando sempre l'emulsione come organo di confronto, cioè dopo ogni registrazione si fa cadere una quantità di luce nota su una porzione di emulsione immediatamente vicina, ottenendo così una taratura cioè una base di riferimento. L'emulsione fotografica possiede, come l'occhio e come la cellula fotoelettrica, una curva di sensibilità spettrale e ciò permette soltanto misure di confronto, col vantaggio però, sul confronto oculare, di conservare una traccia indelebile. Insieme allo spettrografo l'emulsione fotografica costituisce il solo mezzo, veramente fedele e pratico, per conoscere la ripartizione spettrale di una sorgente luminosa. Per l'ispezione del grado di illuminazione di superfici estese si presta molto bene un dispositivo a emulsione fotografica, consistente in una cassetta, entro cui si svolge una pellicola cinematografica; per ogni passo della pellicola, che può essere ad esempio di mm 2, se ne utilizza metà per registrare l'illuminazione da misurare e l'altra metà per registrare una quantità di luce conveniente (taratura) dovuta ad una sorgente luminosa tarata, come una lampada campione a tensione costante. Si ottiene così sulla pellicola una registrazione alternata, dove accanto ad ogni valore utile si trova il valore di taratura. Per lo studio dell'illuminazione di vaste zone non basta rilevare l'illuminazione orizzontale e quella verticale; si hanno dati molto più completi fotografando una semisfera dipinta in bianco. Viene in proposito descritto un dispositivo che può essere montato su un'automobile e che può essere molto utilmente impiegato per la registrazione continua del grado di illuminazione di una strada in modo molto rapido. *Ri.*

M. COHU — **L'illuminazione naturale.** (Lux, ottobre e novembre 1934, gennaio, febbraio e marzo 1935, pag. 121-123, 138-141, 11-15, 22-26 e 33-37, con 25 fig.). **19 a**

L'A. si occupa principalmente dell'esposizione dei più importanti metodi che sono stati ideati per risolvere i problemi dell'illuminazione naturale, metodi che, occorre notare, si prestano anche per i calcoli dell'illuminazione artificiale nei casi in cui si ha da fare con sorgenti luminose estese (soffitti, cassoni, ecc., luminosi) che si possono considerare come aventi splendore uniforme. Esamina pure altri metodi più semplici, che si applicano esclusivamente per il calcolo dell'illuminazione prodotta dalla luce diffusa dal cielo, che comportano l'impiego degli speciali dispositivi di misura del cosidetto quoziente d'illuminazione diurna ed alcuni dei quali sono descritti nell'articolo. Sono parimenti descritti alcuni apparecchi per la determinazione della durata dell'illuminazione diretta del sole in ambienti provvisti di determinate aperture aventi una esposizione determinata. Infine, passa in rassegna alcune memorie sull'argomento che furono presentate al Congresso Internazionale dell'Illuminazione del 1931 ed i regolamenti vigenti, in materia, a Parigi. *G. Co.*

O. REEB — **La luce artificiale in fotografia.** (Licht, marzo 1935, pag. 54-58, con 4 fig. e 2 tab.). **19 v**

L'A. definisce l'attinicità di una sorgente di luce artificiale come il rapporto fra le esposizioni (lux × secondi) a cui è necessario sottoporre un determinato materiale fotografico per ottenere lo stesso grado d'annerimento, rispettivamente, con una sorgente luminosa campione (lampada ad incandescenza nel vuoto avente una temperatura di colore di 2360° K e schermata col noto filtro Davis-Gibson) e

con la sorgente luminosa in esame, e mostra come se ne possa determinare il valore con un apparecchio che è descritto nell'articolo. Riassume poi in una tabella i risultati ottenuti con lampade ad incandescenza nel vuoto e nel gas, con lampade ad arco, con lampade a vapori di mercurio a bassa e ad alta pressione, e con lampade a vapori di sodio, sia per materiale pancromatico che ortocromatico, come pure per quello prevalentemente sensibile alle radiazioni di lunghezza d'onda più corta dello spettro visibile. Il confronto di questi risultati è interessante: fra l'altro, si rileva la maggiore efficienza attinica delle lampade a vapori di mercurio ad alta pressione. *G. Co.*

Nuovi apparecchi di illuminazione elettrica, per miniere. (La Tech. Mod., 15 aprile 1935, pag. 273-274, con 2 fig.). **19 d**

La nota riporta le caratteristiche di due speciali lampade per le miniere. Una di queste è il risultato di una riuscita combinazione di una lampada elettrica a proiettore, con una lampada di sicurezza a petrolio. L'accumulatore e la lampada elettrica sono contenuti nella carcassa, ed il primo non può essere visibile che mediante la azione di una forte elettrocalamita che rende libera la chiusura di sicurezza. Gli elementi dell'accumulatore sono due; ciascuno di essi è proporzionato per 1,3 V; completa questa parte un interruttore a vite. La lampada a petrolio è disposta lateralmente a quella elettrica ed opportunamente collegata a questa. La seconda lampada consta di una ampolla elettrica e di un'altra sorgente luminosa, costituita da un corpo incandescente. Il primo tipo descritto risponde bene per la ricerca del grisou mentre il secondo è più usato per l'illuminazione nello scavo di gallerie, ecc. *E. R.*

H. J. SPANNER — **La lampada a vapori di mercurio e di cadmio ad alta pressione: una lampada a vapori metallici d'uso generale.** (Tr. Ill. Eng. S., febbraio 1935, pag. 178-189). **19 d**

Affinchè una sorgente di luce artificiale possa essere impiegata in ogni caso della pratica occorre che abbia una grande efficienza, una lunga durata e, inoltre, che la composizione della luce da essa prodotta non sia molto dissimile da quella della luce naturale. L'A. esamina le diverse lampade a luminescenza per rilevare che nessuna di esse soddisfa completamente e contemporaneamente a tutte e tre le suddette condizioni. Per contro, si può giungere ad un buon risultato modificando la luce delle lampade a vapori di mercurio ad alta pressione col mescolare ai vapori di mercurio i vapori di un altro metallo atto a colmare le lacune che, specialmente nella parte meno rifrangibile, presenta lo spettro di emissione del mercurio.

Zinco ,rubidio e cadmio sono i metalli all'uopo più adatti, anche per le loro favorevoli caratteristiche fisiche; fra di essi è da preferire il cadmio perchè apporta un'intensissima riga nel rosso (6550 Å), una riga assai marcata nel verde (5040 Å) e due righe più deboli nell'azzurro (4670 e 4790 Å), sicchè in complesso, scegliendo opportunamente le percentuali dei due vapori del miscuglio, si ottiene una luce che sarebbe perfettamente bianca se non mostrasse una leggera tendenza verso il verdeazzurro; comunque, l'importante è che i colori degli oggetti non vengono apprezzabilmente deformati.

Una lampada avente tali caratteristiche è stata messa a punto recentemente. La sua efficienza dipende unicamente dalle quantità relative dei vapori di mercurio e di cadmio presenti nell'ampolla: in media è del 50 % maggiore di quella delle lampade ad incandescenza di ugual potenza. La sua durata può essere compresa fra le 2000 e le 5000 ore, a seconda della qualità di vetro di cui è costituita l'ampolla e a seconda della natura e della superficie degli elettrodi. Permangono in essa i difetti propri alle altre lampade a vapori metallici già conosciute, ma ad essi si può ovviare con gli accorgimenti indicati dall'A. *G. Co.*

IMPIANTI.

B. M. HELLSTROM — **Impianto idroelettrico sul fiume Perock.** (Engin., 28 dicembre 1934, pag. 707). **20 i**

La nota tratta schematicamente di questo impianto, che produce energia totalmente impiegata nelle miniere di zinco a Kinta Valley. La centrale è equipaggiata con macchinario atto a produrre una potenza totale di 27.000 kW, la quale a mezzo di una linea di trasforto a 66.000 V, lunga circa 150 km, alimenta 11 posti di trasformazione disposti appunto nella zona delle miniere. Per assicurare in ogni caso l'energia è effettuato il collegamento della linea ad una centrale termica di 18.000 kW. A completamento di tali indicazioni la nota riporta un cenno relativamente allo sbarramento ed ai primi risultati di esercizio dell'impianto. *E. R.*

I. V. ROBINSON — **L'equipaggiamento delle centrali termoelettriche.** (J. I. E. E. Londra, LXXVI, 459, marzo 1935, pag. 289-298). **20 f**

La più grande unità termoelettrica finora costruita è stata installata a Chicago; la sua potenza è di 208.000 kW su 3 assi; sebbene tecnicamente siano costruibili unità fino a 250.000 kW, si ritiene che tali unità non saranno richieste anche perchè difficilmente trasportabili. Qualche successo hanno avuto le turbine a vapore ad asse verticale; il minor ingombro non compensa però il maggior costo. Nella temperatura di ammissione del vapore è stata già raggiunto il valore di 537° C, di solito però non si superano i 450° C. La pressione massima finora usata in impianti termici industriali è stata di 124 kg/cm². Due turbine a vapore di mercurio da 20.000 kW sono già entrate in funzione con esito soddisfacente; gli ostacoli che si oppongono all'adozione del ciclo a mercurio sono il costo elevato di questo liquido e la difficoltà di costruire tenute perfette fra i tubi che devono portare il vapore di mercurio. La massima potenza ottenuta da un alternatore solo è stata finora di 160.000 kW a 1500 giri/minuto; normalmente però non si superano i 100.000 kW sebbene la tecnica sia in grado di costruire unità di 200.000 kW. Il raffreddamento di queste unità è sempre in ciclo chiuso con un dispositivo automatico di introduzione dell'anidride carbonica, per spegnere gli incendi. Notevoli progressi sono stati realizzati nella costruzione degli interruttori senza olio; l'eliminazione dell'olio dagli impianti elettrici è certamente desiderabile finchè non sarà introdotto un liquido isolante con punto d'infiammabilità più elevato. La potenza massima dei trasformatori trifasi installati in Inghilterra è stata di 93.700 kW con circolazione forzata dell'olio entro refrigerante ad acqua. Oltre alle caldaie a vapore Benson (a pressione variabile col carico), Loeffler (a circolazione forzata dell'acqua) è stata introdotta anche la caldaia Velox con circolazione forzata dei prodotti della combustione e ricupero della pressione residua dei gas mediante una turbina a gas sistemata prima del camino; si ritiene che i due ultimi tipi possano essere riuniti insieme per formare unità di grande potenza e di piccolo ingombro. Le centrali termoelettriche ad olio pesante sono relativamente meno importanti, fra le più grandi vi sono quelle installate a Los Angeles (26.000 kW) ed a Roma (10.000 kW). *I. L.*

M. DUREPAIRE — **Telecomando senza filo pilota su reti di distribuzione di energia elettrica.** (Bull. Soc. Franc., maggio 1935, pag. 513-525, con 5 figure). **20 e**

La scopo del dispositivo che viene descritto è quello di poter effettuare da un punto centrale l'accensione e lo spegnimento della illuminazione pubblica, o la messa in o fuori circuito di apparecchi utilizzatori, il comando di contatori a tariffe multiple, o in generale qualunque manovra di interruttori o commutatori a distanza. Richiamati alcuni altri tipi di comandi a filo pilota, l'A. descrive un nuovo sistema da lui studiato, il quale utilizza il filo neutro della rete; poichè l'isolamento di tale filo non è mai nullo, l'A. ha pensato di utilizzare relais polarizzati montati fra il filo neutro e la terra; i relais, essendo polarizzati, sono insensibili alle correnti alternate della rete che possono derivarsi fra il nuetro e la terra; l'emissione dei comandi è fatta per mezzo di una batteria di accumulatori dal posto centrale. Non è possibile utilizzare per i comandi un'emissione di corrente continua fra il neutro e la terra, quando s'imponga la condizione di mantenere il neutro a terra, perchè i relais, se sono abbastanza sensibili, per essere azionati dalla tenue corrente continua di comando, lo sono anche alle correnti continue parassite dovute ai ritorni delle tramvie, alle correnti telluriche, ecc. L'A. ha quindi pensato di utilizzare pel comando correnti a bassissima frequenza, dell'ordine di 0,8 a 2 per/sec. I relais sono il meno smorzati possibili e la loro sensibilità a una corrente continua permanente è debole, mentre, essendo polarizzati e avendo periodo proprio dell'ordine di un secondo, la sensibilità alle correnti di frequenza industriale è nulla. I vantaggi del sistema sarebbero i seguenti: l'iniezione della corrente di comando può farsi in un punto qualunque della rete; l'impiego di correnti a bassissima frequenza, che non attraversano i trasformatori permette una facile limitazione della zona percorsa dalla corrente di comando; il montaggio dei relais fra la terra e un conduttore messo anch'esso sistematicamente a terra, evita gli inconvenienti che potrebbero derivare dalle sovratensioni di origine atmosferica. *Ri.*

M. BARRÈRE — **La centrale idroelettrica della Boulder Dam.** (Bull. Soc. Franc., maggio 1935, pag. 441-464, con 7 fig.). **20 i**

La centrale è costruita sul fiume Colorado; l'edificio macchine è appoggiato al dorso della diga ed è foggiato ad U con 2 sale macchine che si appoggiano alle sponde della gola, mentre la parte centrale di collegamento contiene i magazzini e l'apparecchiatura ausiliaria. I trasformaori e l'apparecchiatura a bassa tensione sono installati su una piattaforma su un lato del fiume, mentre la cabina di manovra e di partenza delle linee è situata sulla stessa sponda ma più in alto. La centrale è prevista per contenere 15 gruppi generatori ad asse verticale da 82.500 kVA e 2 gruppi da 40.000 kVA, oltre a 2 gruppi da 2600 kW per servizi ausiliari. In un primo tempo si stanno installando 4 gruppi da 82.500 kVA, 150/180 giri al minuto, 50/60 per/sec, 13,8/16,5 kV. Ogni coppia di alternatori alimenta un gruppo di trasformatori monofasi da 55.000 kVA, che elevano la tensione a un valore fra 280 e 303 V per inviare la energia a Los Angeles con una linea a doppia terna lunga km 426 e divisa in 3 tronchi da 2 cabine di sezionamento intermedie. Gli alternatori da 40.000 kVA, 60 per/sec, 13,8 kV, 257,5 giri al minuto, alimentano, attraverso trasformatori monofasi da 13.333 kVA, una linea a 132 kV lunga km 386. Gli alternatori da 82.500 kVA sono i più potenti del mondo; sono co-

struiti in profilati saldati ed hanno una reattanza transitoria assai bassa, del 21 %, il rapporto di corto circuito è di 2,4, assai elevato. Il diametro massimo è di m 12,20, l'altezza di 9,75 m e il peso di 900 tonnellate; il PD^2 è di 4650 tonnellate m^2. Gli alternatori sono provvisti di protezione contro gli incendi per mezzo di anidride carbonica, che si diffonde automaticamente nel circuito di ventilazione in caso di guasto. I trasformatori, oltrechè per la elevata potenza unitaria, sono interessanti per le speciali condizioni imposte relativamente alla resistenza alle onde di impulso e per il razionale studio dell'isolamento. Gli interruttori a 288 kV sono parte del tipo a esplosione a volume d'olio ridotto e parte del tipo deion; la corrente normale è di 1200 A, ma possono sopportare fino a 20.000 A per 5 secondi; la capacità di rottura è di 2,5 milioni di kVA con un tempo di interruzione di 3 periodi. La linea, con pali in ferro, è provvista di 2 fili di terra e di un contrappeso sotterraneo collegato a ciascuno dei pali. *Ri.*

L'impianto di Söndenaahavan (Norvegia). (Boll. Escher-Wyss, gennaio-febbraio 1934, 5 pag., con 8 fig.). **20 i**

L'impianto di Söndenaahavan fa parte delle utilizzazioni del bacino di Storelven, già in parte realizzate. Esso utilizza un salto di m 253, con una portata massima di 32 m^3/sec, derivata dal lago Starlivann, di cui è appunto emissario il fiume Storelven. Lo sbarramento, costruito ai margini del lago, è del tipo ad arco, e consente di sopraelevare di m 12,5 il livello del lago stesso. Le opere di presa comprendono una camera alla base della diga, con valvola sulla luce di efflusso, da cui parte una galleria lunga m 7300, della sezione di m^2 21,3, fino al pozzo piezometrico il quale consente una escursione delle acque di m 7,85 sul livello massimo del lago, in maniera da escludere ogni tracimazione. Dal pozzo piezometrico partono due condotte forzate lunghe m 800 che alimentano due gruppi verticali in centrale, da 22.000 kW ciascuno, ruotanti a 500 giri al minuto; ed è previsto un terzo gruppo di riserva. Gli alternatori, montati superiormente, generano energia a 12.500 V, e sulla loro crocera superiore è disposto il perno portante che sopporta il carico di 150 tonn. derivante dal peso delle parti rotanti e dalla reazione idrodinamica. Numerose illustrazioni mettono in evidenza le caratteristiche delle principali opere. *E. R.*

T. HALCROW — **Impianti idroelettrici in Scozia.** (Engin., 14 settembre 1934, pag. 288-290, con 1 fig.). **20 i**

Vengono passate in rassegna le più importanti centrali idrauliche per generazione di energia, esistenti in Scozia; esse sono: quella di Foyers da 5000 kW, quella di Kinlochleven da 20.000 kW, di Lochaber da 100.000 kW, tutte della « British Aluminium Company, quelle di Loch Rannoch e del Tummel, da circa 35.000 kW ciascuna, della « Grampian Electricity Supply Company »; quelle di Bonnington da 9800 kW e di Stonebyres da 5700 kW sul Clyde; ed infine quella di Galloway, in corso di progetto, che sarà utilizzata per il servizio di punta e avrà una potenza di 100.000 kW, destinata all'alimentazione della rete nazionale Britannica.

L'autore mette in evidenza le caratteristiche principali di queste centrali, fa un confronto con gli impianti termici e conclude favorevolmente per la messa in valore delle utilizzazioni idrauliche in Scozia. *E. R.*

F. G. BAILY — **Produzione economica di energia elettrica.** (Engin., 14 settembre 1934, pag. 290-292, ocn 2 fig.). **70 f**

L'autore illustra un metodo di produzione economica di energia elettrica considerando la cosa da un punto di vista del tutto generale. Esso si basa sulla possibilità di poter creare presso pozzi di miniere, centrali nelle quali possa essere utilizzato carbone di qualità inferiore. Egli espone diverse curve comparative, stabilite in funzione del fattore di carico, del prezzo di produzione dell'energia e del prezzo della sua trasmissione, con i prezzi desunti per una centrale termica normale o di un impianto idroelettrico con e senza accumulazione. Viene inoltre messo in evidenza l'utilità delle turbine a contropressione, di cui già si notano importanti esempi anche in Italia. *E. R.*

MATERIALI.

A. MEISSNER — **Materiali isolanti con grande conducibiltià termica.** (E. T. Z., N. 49, del 6 dicembre 1934, pag. 1193-1195; N. 50, del 13 dicembre 1934, pag. 1218-1222, con 18 fig.). **26 f**

L'A. si propone di mostrare come sia possibile realizzare un risparmio nella sezione dei conduttori quando si eseguisca il loro isolamento, con materiali aventi buona conducibilità termica, in modo da favorire la dissipazione del calore. Per ottenere ciò, poichè i cristalli di quarzo e di amianto sono gli isolanti che hanno la migliore conducibilità termica, l'A. aggiunge tali cristalli, in polvere minuta, agli isolanti organici nella misura del 75 % circa, migliorando la conducibilità termica dell'isolante fino ad 8 volte e raggiungendo rigidità dielettriche fra 200 e 400 kV/ cm. Coll'adozione di questi isolanti ad alta conducibilità termica si può arrivare ad un'economia nel rame fino al 40 %. Vantaggiosa ne è l'applicazione nella costruzione di bobine di elettromagneti, di altoparlanti, di trasformatori ,ecc. *Tt.*

MECCANICA.

Dispositivi di accoppiamento per pompe destinate all'accumulazione idraulica. (Engin., 18 gennaio 1935, pag. 75-77, con 8 fig.). **27**

La nota passa in rassegna alcuni fra i tipi più usati degli accoppiatoi idraulici dei gruppi elettropompe. Così mentre per le potenze comprese fra 1000 e 8000 kW si impiegano frequentemente innesti a frizione comandati elettromagneticamente; oltre tale valore e fino a circa 20.000 kW gli accoppiatoi meccanici, con estremità coniche, non hanno dato buoni risultati, di modo che si è ricorso ai tipi di accoppiamento idraulico, già impiegati in marina. L'articolo tratta così di una costruzione del genere per una pompa accoppiata ad una macchina sincrona da circa 13.000 kW a 500 giri al minuto, installata nella centrale di Schwarzenbach ed in cui l'accoppiamento idraulico viene comandato dalla corrente della rete. Altri esempi del genere sono quelli delle centrali di Schluchsee e di Waldeck che comportano due accoppiatoi, uno per la trasmissione di 20.000 kW e l'altro di 23.000 kW, rispettivamente, i quali sono pure descritti nell'articolo. *E. R.*

MISURE.

A. DROUGGE, B. SILFVERHJELM — **Nuovi contatori di elettricità.** (Ericsson Review, 1935, pag. 27-34, con 7 fig.). **28 e**

Vengono descritti alcuni nuovi tipi di contatori elettrici studiati dalla Società Ericsson. Il primo apparecchio è un indicatore di carico, che può essere utile ad esempio in tutti i casi nei quali si vuole evitare che l'impiego di potenza superi un certo valore. L'apparecchio si compone di 2 bande luminose contenute in un medesimo quadrante e dotate di una scala unica disposta fra le 2 bande; queste sono ottenute mediante 2 cilindri luminosi, davanti ai quali si svolge una tendina mobile. La lettura può essere fatta anche a grande distanza. La tendina di sinistra è comandata da un motorino sincrono e si sposta quindi con velocità costante durante il funzionamento fino ad un certo punto della scala; quella di destra è comandata da impulsi di corrente provenienti da un contatto ausiliario del contatore principale e quindi la velocità di essa sarà proporzionale in ogni istante alla potenza impegnata. Quando vien dato il segnale del raggiungimento della massima potenza ammessa, la posizione delle 2 scale luminose permette di vedere da quanto tempo tale potenza sia stata superata e quindi quanto tempo rimanga per provvedere a ridurre, in base al contratto, l'impegno di potenza. Un altro apparecchio è destinato a dare indicazioni riassuntive di quelle di parecchi contatori singoli, tanto per elettricità, che per acqua o gas, ecc. Nei singoli contatori è disposto un contatto ausiliario che lancia un impulso di corrente ogniqualvolta sia stata registrata una certa quantità delle grandezze da misurare. Questi impulsi vengono trasmessi al contatore totalizzatore attraverso un gioco di selettori che tengono conto dell'ordine e dello spostamento nel tempo degli impulsi provenienti dai singoli contatori. Il campo di applicazione di questo dispositivo è assai vasto; p. es. viene citato il caso in cui si voglia misurare la produzione di una macchina durante un certo periodo di tempo, potendosi fare in modo che gli impulsi elementari corrispondano a quantità di prodotto invece che a quantità di energia. L'ultimo apparecchio descritto è un contatore orario per corrente alternata, destinato ad indicare soltanto il tempo, durante il quale un apparecchio consumatore di energia è stato inserito in circuito. *Ri.*

A. POLETTINI — **Misure dell'energia elettrica prelevata da impianti trifasi funzionanti con neutro a terra.** (L'En. Elettr., aprile 1935, pag. 295-298, con 4 fig.). **28 d**

Lo studio è particolarmente rivolto alla misura dell'energia impiegata per l'alimentazione di caldaie elettriche. Uno degli inconvenienti che può presentare l'esercizio delle caldaie elettriche dipende dal fatto che, se una fase del circuito alimentatore va a terra, ne consegue una errata misurazione dell'energia elettrica assorbita per tutto il periodo durante il quale permane il guasto sulla linea. Richiamate alcune considerazioni generali sulle misure dell'energia elettrica nei sistemi trifasi, l'A. considera in particolare il caso di un contatto a terra accidentale sulla linea di alimentazione, dimostrando come ne possano derivare considerevoli errori nella integrazione della potenza: in meno, se la fase guasta è una delle due che interessano le spirali amperometriche dei contatori; in più, se il guasto è nella terza fase. Vengono in proposito riportati i risultati sperimentali ottenuti in laboratorio utilizzando un speciale circuito che può considerarsi come equivalente ad una caldaia elettrica. Tali risultati confermano le considerazioni teoriche svolte dall'Autore. In conclusione per la misura sicura in ogni momento e in ogni caso dell'energia assorbita da un impianto di caldaie elettriche conviene considerare il circuito come se fosse a quattro fili, inserendo quindi tre contatori monofasi in modo da totalizzare la energia delle fasi singolarmente e indipendentemente una dall'altra; i contatori monofasi, se direttamente collegati, devono avere le bobine amperometriche capaci di sopportare la tensione concatenata per un tempo adeguato alla durata che può avere il guasto. Meno opportuno si presenta l'impiego di contatori trifasi per circuiti a 4 fili. *Ri.*

M. D. Ross — **Prove di rapidità di raffreddamento per determinare le perdite delle macchine.** (Elec. Eng., maggio 1935, pag. 512-515, con 3 fig.). **28 d**

Il metodo consiste essenzialmente nel portare la macchina, nelle condizioni di carico volute, a regime stabile di temperatura e sopprimere poi il carico riducendo così a zero le perdite elettriche; se il sistema di ventilazione a raffreddamento non viene cambiato l'inclinazione iniziale della curva delle temperature θ in funzione del tempo immediatamente dopo la soppressione del carico dà una misura della quantità di calore q che viene fornita alla parte di macchina che si considera. Prima della soppressione del carico questa quantità di calore veniva interamente dissipata nel sistema refrigerante. Quando il calore q si riduce a zero, la temperatura del materiale diminuisce in modo tale che, per breve tempo, la quantità di calore che viene ceduto al sistema refrigerante non cambia. Basta determinare accuratamente l'inclinazione iniziale del diagramma e introdurre questo valore nella formula $q = - c\, d\,\theta/d\,t$ (dove c è il calore specifico del materiale) per determinare il valore q. Praticamente quando si debba sperimentare su un turboalternatore conviene saldare coppie termoelettriche nei punti dove si vogliano determinare le perdite, collegandole a un potenziometro per misurare le temperature; un commutatore permette di leggere rapidamente le indicazioni delle diverse coppie. Viene ad esempio sommariamente descritta l'installazione per la misura delle perdite in un turboalternatore da 100.000 kVA. Dalle esperienze raccolte su diversi grossi turboalternatori si è potuto riconoscere la buona attendibilità del metodo descritto. *N.*

H. E. Edgerton — **Un registratore stroboscopio dell'angolo di potenza.** (Elec. Eng., maggio 1935, pag. 485-488, con 6 fig.). **28 d**

Gli apparecchi di tipo oscillografico quando sono impiegati per lo studio delle condizioni transitorie delle macchine sincrone durante fenomeni perturbatori, riescono bensì molto utili ma hanno l'inconveniente di non poter indicare l'angolo di potenza, così come indicano le tensioni e le correnti, perchè tale angolo non è misurabile elettricamente ai morsetti. Gli accorgimenti in proposito proposti (uso di dinamo ausiliaria di egual numero di poli rigidamente connessa alla macchina sincrona, uso di speciali commutatori, ecc.) sono di difficile applicazione specialmente nel caso di grosse macchine. D'altra parte la conoscenza dell'angolo di potenza è fondamentale perchè da esso dipende la stabilità della macchina. Un dispositivo stroboscopico con lampi luminosi in sincronismo colla tensione dello statore farebbe vedere i poli in una posizione fissa nello spazio quando la macchina si muove in sincronismo a carico costante; cambiando il carico si vedranno muoversi verso la loro nuova posizione di equilibrio e oscillare intorno ad essa. L'oscillazione dura così poco che coll'occhio è impossibile rilevare la curva dei valori dell'angolo in funzione del tempo ma ciò si può fare con una opportuna registrazione fotografica. Viene appunto descritto un apparecchio basato su tale principio. Il circuito principale è stato studiato in modo da assicurare una relazione di fase ben precisa fra l'istante del lampo luminoso e la tensione ai morsetti e di assicurare una grande intensità luminosa istantanea di durata brevissima (meno di 10^{-6} secondi). L'apparecchio è stato impiegato per lo studio delle condizioni di stabilità di un alternatore a 48 poli nell'impianto di Bellows Fall e sono in proposito riportati alcuni dei rilievi fotografici eseguiti; su un rotolo di pellicola di 30 metri si poterono registrare completamente sette casi di fenomeni transitori, senza bisogno di ricaricare la macchina fotografica. *N.*

E. D. Bassett, F. M. Potter — **Eccitazione capacitiva per generatori a induzione.** (Elec. Eng., maggio 1935, pag. 540-545, con 7 fig.). **29 a**

L'applicazione di motori a induzione comandati a velocità più elevata del sincronismo per generare correnti alternate è finora rimasta assai limitata probabilmente perchè tali macchine devono essere fatte funzionare in parallelo con altra macchina, sincrona, per determinare la loro frequenza e la loro tensione e per ottenere la necessaria ruotazione. D'altra parte stanno parecchi vantaggi a favore dei generatori a induzione: robustezza meccanica, minor pericolo per corti circuiti, attitudine a velocità di rotazione elevata, e piccolo costo iniziale e di manutenzione. Gli AA. dimostrano come sia possibile fornire ai generatori a induzione direttamente una eccitazione capacitiva fornendo cioè corrente di eccitazione o magnetizzazione attraverso capacità statiche connesse in derivazione attraverso i morsetti della macchina. In tali condizioni il generatore a induzione genera tensione come fa un generatore a corrente continua in derivazione e il valore della tensione generata è determinato dalla curva di saturazione della macchina e dal valore della capacità di eccitazione. L'onda di tensione generata in queste condizioni è sinosoidale; la frequenza è proporzionale alla velocità del rotore meno la velocità di scorrimento. Un generatore a induzione può sopportare qualunque genere di carico purchè questo sia composto in modo da presentare un fattore di potenza eguale all'unità nel generatore. L'applicazione di questi generatori a induzione con eccitazione capacitiva può essere utile sia in laboratori per ottenere un'onda sinusoidale di potenza oppure in piccole installazioni nelle quali il costo dei generatori sincroni riesca proibitivo; infatti le attuali condizioni di basso costo dei condensatori rendono possibile di effettuare installazioni molto convenienti. *N.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

L. J. Levine — **Una analisi del motore a induzione.** (Elec. Eng., maggio 1935, pag. 526-530, con 4 fig.). **29 a**

Mentre la letteratura sul funzionamento del motore a induzione a carico costante è assai vasta, molto minore attenzione è stata portata sul caso del motore soggetto a un carico variabile, oppure quando si manifestino corti circuiti o dissimmetrie negli avvolgimenti. L'A. presenta una analisi completa che permette di studiare il comportamento di un qualsiasi motore a induzione in qualsiasi condizione di funzionamento. In particolare il metodo viene applicato a un motore trifase equilibrato ma può facilmente essere esteso a qualunque altro motore a induzione semplicemente variando i dati iniziali. L'ipotesi su cui il metodo si basa sono che la saturazione magnetica e le perdite d'armatura siano trascurabili e che le variazioni di resistenza per effetto del riscaldamento siano piccole. Partendo dalla relazione generale di un circuito elettrico, l'A. sviluppa la teoria del motore a induzione arrivando a tre equazioni differenziali simultanee che, risolte, danno le tre correnti nelle tre fasi dello statore, coinvolgendo i valori istantanei delle correnti, delle tensioni e della velocità del motore. Come esempio di applicazione viene svolto il caso della ricerca delle correnti di corto circuito in un motore a induzione ruotante a velocità costante. *N.*

RADIOTECNICA.

W. Nestel — **Stazioni radiotrasmittenti a onde corte della Reichs-Rundfunk-Gesellschaft.** (E. T. Z., N. 49, del 6 dicembre 1934, pag. 1195-1197, con 3 fig.). **34 b**

La società che esercisce il servizio delle radiocomunicazioni in Germania ha adottato due tipi di trasmettitori per onde corte da 50 a 120 m, l'uno da 0,6 W e l'altro da 10 W. Il primo fa uso di antenna di un metro e comprende uno stadio oscillatore a quarzo, un microfono a condensatore e un amplificatore in bassa frequenza a tre stadî. Il secondo comprende una valvola oscillatrice, due valvole in stadio di potenza e modulazione e un amplificatore in bassa frequenza a quattro stadî. Le stazioni sono alimentate da batterie e hanno una portata dispettivamente di $1 \div 2$ km e di 10 km. Vengono impiegate specialmente nei casi in cui si debbano trasmettere radiocronache da mezzi di locomozione in movimento, came aeroplani, piroscafi, autoveicoli, ecc. *Tt.*

Interferenze nelle radioricezioni. (The Elec., 1 febbraio 1935, pag. 151-152; 8 febbraio 1935, pag. 179-188, con 6 fig.). **34 c**

L'Ufficio postale inglese ha raccolto numerosi casi di lamentele di utenti delle radiodiffusioni abitanti in moderni edifici i quali sono equipaggiati con una quantità di apparecchi elettrici di ogni genere; per di più la struttura metallica dell'edificio agisce più o meno come schermo, rendendo difficili le ricezioni nell'interno dell'edificio. L'unico rimedio soddisfacente è l'installazione di una completa rete a radiofrequenza completamente schermata, alla quale possano connettersi tutti gli apparecchi interni riceventi e che comunichi con una antenna posta sul tetto dell'edificio. Fra le cause di maggiori disturbi vengono ricordati specialmente i raddrizzatori a vapore di mercurio, i tram cittadini, i veicoli a motore e gli apparecchi elettrodomestici ed elettromedicali; è fatto cenno dei dispositivi più adatti per evitare i disturbi che ne derivano. Una bobina a radiofrequenza per la soppressione delle interferenze deve avere la più alta impedenza possibile a tutte le frequenze entro la zona considerata; il meglio sarebbe che la bobina fosse progettata in modo da essere in risonanza a una frequenza corrispondente alla media geometrica fra la più alta e la più bassa frequenza della banda considerata. Per la soppressione delle interferenze si usano anche condensatori di tipo non induttivo; l'effetto dell'induttanza propria nei condensatori per questi usi può essere notevole, e specialmente assume importanza l'induttanza dei conduttori di connessione del condensatore al resto del circuito. Questa induttanza in serie colla capacità del condensatore deve essere tenuta la più piccola possibile. Quando non si possa fare a meno di usare lunghi conduttori di collegamento è conveniente usare condensatori di piccola capacità, inferiore a 2 μF. Si va diffondendo la tendenza ad eliminare i disturbi all'origine, costruendo con opportune precauzioni i diversi apparecchi che danno origine ai disturbi stessi. Numerosi costruttori inglesi di apparecchi elettrodomestici hanno già cominciato ad attenersi a tali norme, favoriti in questo dalla cooperazione degli uffici del Ministero delle Poste. Sono state in proposito emanate regole per le opportune schermature dei diversi apparecchi. *Ri.*

STATISTICA.

L'elettrificazione in Austria. (E. u. M., N. 48, 2 dicembre 1934, pag. 561-563, con 4 tabelle). **36**

I rilievi statistici sui progressi dell'elettrificazione in Austria mettono in evidenza un rapido incremento della potenza installata e del consumo di energia nel decennio 1920-1930. La potenza totale installata negli impianti con disponibilità maggiore di 370 kW è infatti salita da 240 a 620 mila kW e la produzione annua di energia, da 900 a 1700 milioni di kWh. La crisi economica ha rallentato

il ritmo di questo incremento: tuttavia, grazie all'iniziativa delle imprese distributrici rivolta all'estensione dell'elettricità nell'economia domestica, nella piccola industria e nell'agricoltura, nell'ultimo quadriennio si è registrato un ulteriore aumento di potenza installata pari a 120.000 kW. L'estensione dell'elettrificazione risulta da una tabella che contiene i consumi specifici per abitante nei principali paesi europei: l'Austria figura con un consumo di 350 kWh per abitante. Altre tabelle contengono i dati caratteristici dello sviluppo delle centrali termiche ed idrauliche e delle line di trasporto e distribuzione dell'energia. *V. D. Ma.*

J. Ornig — **Produzione dell'energia elettrica in Austria nel 1933.** (E. T. Z., N. 46, del 15 novembre 1934, pag. 1126-1128). **36**

Nel 1933 la produzione di energia elettrica in Austria è stata di 2,27 miliardi di kWh, di cui 300 milioni esportati, con una potenza installata di circa un milione di kW. Il consumo medio, per piccoli utenti è stato di 270 kWh nelle città e di 390 kWh nelle campagne. La rete di trasmissione e distribuzione ha raggiunto circa 30.000 km con 9000 sottostazioni per una potenza complessiva di 2,6 milioni di kVA. *Tt.*

E. Bachmann — **La produzione di energia elettrica nella Slesia.** (E. T. Z., N. 1, del 3 gennaio 1935, pag. 10-11). **36**

Vengono esaminate le caratteristiche degli impianti elettrici della Slesia destinati a pubblici servizi. Nel 1933 esistevano 19 centrali con una potenza installata di circa 500.000 kVA: il consumo di energia in tale anno è stato di circa 750 milioni di kWh con un aumento del 5 % rispetto al 1932. Lo sviluppo delle linee ad alta tensione raggiungeva circa mille km. *Tt.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

G. Wuckel — **Problemi fisici nel quadro dei più recenti sviluppi della tecnica dei cavi per telefonia a lunga distanza.** (E. T. Z., N. 48, del 29 novembre 1934, pag. 1166-1171, con 14 fig.). **38 c**

L'A. dà uno sguardo ai più recenti sviluppi della fabbricazione dei cavi telefonici per grandi distanze; come è noto, i cavi moderni contengono parecchie centinaia di circuiti telefonici e in essi devesi ottenere perfetta equivalenza tra i diversi circuiti e assenza di influssi di un circuito sull'altro, pur raggiungendosi condizioni economiche di costruzione vantaggiose. Da numerose prove eseguite su cavi di diversa lunghezza si sono dedotte curve delle costanti elettriche dei cavi, che servono di guida nello stabilire gli errori che si possono verificare durante la fabbricazione. In tal modo si possono evitare asimmetrie di capacità e di induzione fra i diversi circuiti senza dover ricorrere all'impiego di condensatori dopo la posa del cavo per equilibrare i diversi circuiti. Si è trovato poi che per la fabbricazione riesce molto utile l'esecuzione di esperimenti in laboratorio su appositi modelli. *Tt.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

M. Humruzian — **Le cabine blindate della rete alternata complementare della Co. Parigina di distribuzione d'elettricità.** (Rev. Electr. Mec., marzo-aprile 1935, pag. 15-24, con 10 fig.). **40 e**

Nella zona parigina la distribuzione d'energia elettrica è ancora fatta in larga parte a corrente continua. Si sta tuttavia sostituendo una rete a corrente alternata difase a 12.500 volt che alimenta una quantità di piccole cabine di trasformazione installate negli edifici che richiedono almeno 50 kW. Siccome però questi erano relativamente poco numerosi, si è cominciato a stendere nel 1930 una nuova rete a corrente alternata sovrapposta a quella preesistente a corrente continua. Questa nuova rete complementare sarà alimentata da cabine sotterranee, in generale collocate sotto il piano stradale e in qualche caso nei sotterranei degli edifici. La costruzione di tali cabine deve rispondere a condizioni particolari: riduzione al minimo dell'ingombro, robustezza e sicurezza di funzionamento, protezione del personale di ispezione contro i contatti accidentali, sicurezza nel caso di eventuali inondazioni. Si è quindi scelto un materiale particolarmente protetto, di tipo blindato per l'alta tensione, che ha permesso di mantenere tutte le cabine nelle dimensioni massime di m 6,20 × 3,20 in pianta con m 3 di altezza. Le cabine sono alimentate a 12.500 V e ciascun arrivo comprende un interruttore tetrapolare a grande capacità di rottura e due giochi di coltelli collegati a due cavi a quattro conduttori ciascuno da 100 mm². Ogni cabina comprende un reparto alta tensione con gli arrivi dei due cavi difasi, un interruttore, i riduttori di corrente e i relais di protezione; due trasformatori monofasi da 250 kVA, 12.000/230 V; un complesso di scatole di manovra per le partenze a bassa tensione.

L'interruttore tetrapolare del tipo a getto d'olio, per 15.000 A a 12.000 V, contiene soltanto 80 kg d'olio. Vengono date numerose notizie circa i dispositivi per il montaggio e la manovra del materiale installato. *Ri.*

CRONACA TECNICA

APPLICAZIONI TERMICHE.

5 c **Un interessante caso di saldatura elettrica** è riferito da Lebrun in *R. G. E.* (16 marzo 1935, pagg. 355-57). Si tratta della riparazione della carcassa di un motore Diesel per sottomarino, gravemente avariato da un'esplosione, operazione resa più difficile dal fatto che molte parti da saldare erano accessibili a fatica ed alcune addirittura invisibili. In complesso sono stati compiuti 160 m di saldatura su lamiera di 5 mm. *G. Cc.*

CONDUTTURE.

9 b **Un nuovo tipo di giunto d'ancoraggio** per sostegni di linee rurali a bassa tensione formato da tubi gas da applicarsi a tetti, abbaini, incavallature, ecc., è descritto da Müller in *R. G. E.* (23 marzo 1935, pag. 375-76. È costituito da una semisfera munita di un manicotto destinato a formare premistoppa ed ha sul comune giunto a cono il vantaggio di potersi adattare a qualsiasi inclinazione del cavo d'ancoraggio. *G. Cc.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

15 b **Il calcolo delle reti di impedenza** di forma qualsiasi senza limitazione del numero dei vertici (formanti coppia o no) è sviluppato da Baranov in *R. G. E.* (16 marzo 1935, pagg. 339-51) facendo uso delle matrici di impedenze e di ammettenze. Esposto il calcolo del sistema l'A. indica come si possa passare alle reti incomplete (alcuni capi delle quali non sono connessi con l'esterno), si possa valutare l'impedenza nei circuiti aperti, si possa ridurre a un quadripolo una rete qualsiasi. Il metodo delle matrici è applicato a scopo dimostrativo a un trasformatore a più avvolgimenti e a un ponte di misura. *G. Cc.*

IMPIANTI.

20 **Di una centrale idroelettrica progettata nel Tanganika** è fatto cenno in *The Elec.* del 1° febbraio 1935, n. 149. L'impianto avrà due gruppi turboalternatori da 2500 kW e alimenterà un anello di linee a 33.000 kV che toccherà i principali centri della Colonia. La centrale sarà costruita alle cascate del fiume Pangani. Durante la costruzione della centrale idroelettrca è stata costruita anche una piccola centrale termoelettrica per alimentare alcuni stabilimenti industriali. *Ri.*

MISURE.

28 c **Il dispositivo di misura delle alte tensioni** impegato nel laboratorio dell'Istituto di Nancy è descritto da Manduit in *R. G. E.* (9 marzo 1935, pagg. 307-15); esso è basato sull'uso di un condensatore a disco circolare con anello di guardia la cui capacità è facilmente e direttamente calcolabile con sicurezza in microfarad. Il piatto superiore è in diretta comunicazione con la tensione da misurare; quello inferiore è collegato attraverso due kenotron al microamperometro a magnete permanente. Sono descritti alcune prove allo scopo di indicare diversi fattori di correzione che è possibile e opportuno far intervenire; le tensioni massime misurabili sono dell'ordine di 300 kW. *G. Cc.*

STATISTICA.

36 **Sullo stato dell'industria elettrica nella Nuova Zelanda** sono contenute notizie in *The Elec.*, 4 gennaio 1935, pag. 12. Nel marzo 1934 si contavano nella Nuova Zelanda 334.000 utenti, 36.000 cucine elettriche, 50.000 riscaldatori d'acqua, 17.000 macchine per l'industria del latte. Grandi difficoltà s'incontrano per la trasmissione della energia, dato lo stato selvaggio di molte zone. Già da molti anni sono in funzione linee a 110 kV. Sono anche fornite notizie circa i tipi di tariffe in uso. *Ri.*

TRASFORMATORI.

39 d **Un dispositivo per ottenere elevate tensioni continue** è descritto in *The Elec.* 26 ottobre 1934, pag. 537. Il dispositivo fa uso di valvole termoioniche inserite fra le sezioni dell'avvolgimento secondario del trasformatore per alta tensione. Il complesso risulta così costituito alternativamente da gruppi di bobine e da unità raddrizzatrici a valvole ioniche. Per questo uso si presta specialmente il tipo di trasformatore ad alta tensione coll'avvolgimento ad alta diviso in una serie di bobine spirali concentriche a un solo strato. In uno dei primi tipi costruiti con rapporto 220/100.000 V l'avvolgimento ad alta era separato in 20 bobine, fra le quali erano connesse 5 valvole termoioniche. Il dispositivo diede ottimi risultati. In altri dispositivi analoghi i raddrizzatori termonionici vengono sostituiti da raddrizzatori rotativi a spinterometro; si possono raggiungere tensioni continue di 500 kV con correnti di 300 mA. Questi dispositivi servono bene per prove di cavi od esperienze con alte tensioni. *Ri.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XL RIUNIONE ANNUALE DELL'A. E. I.

Santa Margherita Ligure - 23-28 Settembre 1935-XIII

PROGRAMMA TECNICO

« MISURE »

A) DI CARATTERE GENERALE.

Sartori R. – La misura mediante tubi elettronici di piccole tensioni e correnti costanti (**26**).
Vecchiacchi F. – La misura mediante tubi elettronici delle tensioni alternative.
Vecchiacchi F. – Un decennio di progressi nel campo delle misure di frequenza (**23**).
Vecchiacchi F. – Moderni progressi nell'analisi armonica elettrica (**32**).
Pontremoli E. – La tecnica moderna degli oscillografi catodici (**29**).
Rutelli G. – Prove su tubi trasmettenti e di potenza (**16**).
Bocci F. – Sul fasometro a triodi (**15**).
Bosone L. – I dispositivi di schermatura e di guardia nelle misure elettriche (**2**).
Lucchi I. – Il galvanometro balistico e la misura degli impulsi elettrici di forma esponenziale (**13**).
Severini E. – L'impiego dell'oscillografo in alta e in bassa frequenza (**17**).
Piontelli R. – Le pile campione dal punto di vista elettrochimico (monografia) (**20**).
Piontelli R. – Sulla determinazione della differenza di potenziale di elettrodi singoli.
Sacerdote G. – La misura dei rumori (**19**).
Benussi P. – Oscillografo a specchio con motore sincrono a frequenza comandata (**21**).
Palandri G. – Confronto fra misure di perdite nel dielettrico a frequenza telefonica ed a frequenza industriale (**47**).

B) COMUNICAZIONI.

Bernetti S., Marietti F. – Misure nell'esercizio delle radiodiffusioni (**25**).
Boella M. – Misure di stabilità dei tubi elettronici.
Boella M. – Misura dell'angolo di perdita dei condensatori in a. f. (**10**).
Boella M. – Misure assolute di resistenza in a. f.
Rutelli G. – Rilievo delle caratteristiche di radiazione delle antenne per mezzo di aeroplani.
Rutelli G. – Misure sulla linearità di sistemi ricorrenti nella radiotecnica.
Gnesutta E., Malavasi A. – Misura della percentuale di modulazione nei trasmettitori radiofonici.
Cocci G. – Definizione e misura di induttanze a radiofrequenza (**30**).
Gramaglia G. – Rilievo di caratteristiche di tubi elettronici trasmittenti (**9**).
Boella M. – Un metodo assoluto di misura della resistenza equivalente dei circuiti oscillatori.
Pincione G. – Le misure sui radioricevitori.
Salom G. – Sulla misura della selettività dei radioricevitori (**18**).
Di Roberto P. P. – Sulle misure di selettività (**12**).
Lecchi P. – Misure elettroacustiche su altoparlanti nella radio industria (**22**).
Treves S. – Terminologia e misure nella trasmissione telefonica (**8**).
Niccolai L. – Notizie su alcuni apparecchi per la misura della forza elettromotrice psofometrica nei circuiti telefonici disturbati (**42**).
Borsarelli C., Vecchiacchi F. – Il risuonatore piezoelettrico.
Bozzi G. – La misura del fattore di distorsione (**27**).
Nicolich A. – Nuovi tipi di multivibratore (**39**).

C) IMPIANTI INDUSTRIALI.

Alfieri S. – Sulla misura delle precipitazioni nell'alta montagna (**5**).
Visentini M. – Misura della evaporazione dagli specchi liquidi (**7**).
Bottani E. – La misura dei componenti simmetrici nei sistemi trifasi qualunque.
Correggiari F. – Un separatore di componenti simmetriche.
Usigli B. – Perfezionamenti negli istrumenti di misura industriali indicatori e registratori.
Lucchini A. – Le moderne tendenze degli indicatori di zero.
Meda G. – Comportamento delle resistenze addizionali per wattmetri.
Bosisio L. – Misure industriali di correnti e tensioni a frequenze di scorrimento (**28**).
Someda G. – La misura di correnti continue di grande intensità (**35**).
Bottani E. – Perfezionamenti nella teoria dei riduttori di tensione e delle prove relative.
Pagliari G. – La taratura dei riduttori di tensione.
De Pol P. – Il primo riduttore di tensione per 350 kV. – Risultati di prova (**38**).
Barbagelata A. – Sui comparatori per la prova dei trasformatori di misura (**40**).
Pugno Vanoni E., Di Pieri C. – La misura delle alte tensioni mediante spinterometri (**37**).
De Pol P. – Note sulla misura delle alte tensioni per mezzo degli spinterometri a sfere.
Palandri G. – Misure dei fenomeni transitori a mezzo dell'oscillografo catodico a catodo freddo (**48**).
Piva P. – La costante di tempo delle resistenze da laboratorio (**11**).
Regoliosi P. – Sulla precisione raggiungibile nella misura della cifra di perdita dei lamierini magnetici.
Somaini G. – Apparecchi idroelettrodinamometrici. (Nuovo permeametro) (**4**).
Savagnone R. – Di un nuovo metodo per la rapida misura dei campi magnetici.
Savagnone R. – Misure e determinazione di rendimento nei gruppi trasformatori-raddrizzatori a vapori di mercurio.
De Fassi G. – Metodi e dispositivi di misura per il « fenomeno corona » (44).
Keinath G. – La registrazione delle perdite nel dielettrico degli apparecchi ad alta tensione mediante raddrizzatori vibranti (**14**).
Dassetto G. – Metodi di misura delle vibrazioni su linee elettriche (**6**).
De Stefani C. – Misure stroboscopiche.
Barletta S. – Misure di alti e altissimi vuoti (**3**).
Arimondi E. – Considerazioni su sistemi di misura e di tariffìcazione dell'energia elettrica in relazione al fattore di potenza. (Vedi *L'Elettrotecnica* del 25 luglio 1935) (**1**).
Bozzi G. – Il rilievo mediante diodi delle caratteristiche magnetiche del ferro.
Beretta U., Jacopetti M. M. – La misura della resistenza interna di accumulatori e di elettrolizzatori (**34**).
Jacopetti M. M. – Misure relative alle correnti vaganti (**33**).
Viviani G. – L'influenza della temperatura sui contatori elettrici (**24**).
Asta A. – Risultati dell'applicazione ai motori asincroni trifasi della prova a vuoto e a squilibrio per interruzione di una fase (**36**).
Lampis C. – Sulla prova dei trasformatori elettrici da forno (**31**).

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI BOLOGNA

Sabato 15 giugno, nella solita aula di Elettrotecnica del Regio Istituto Superiore d'Ingegneria, presentato dal Presidente Comm. Ing. Spani, che fece rapidamente un breve accenno all'importanza degli apparati centrali nei riguardi della circolazione dei treni, l'Ispettore delle FF. SS. Cav. **Giuseppe Pacetti** ha tenuto una conferenza dal titolo: **« Origini e sviluppo degli apparati di sicurezza ferroviari in Italia »**.

L'oratore ha passato in rassegna i vari tipi di apparati centralizzanti le manovre degli scambi e segnali installati sulle nostre ferrovie, per la garanzia e sicurezza dell'esercizio, dai primi rudimentali utilizzanti la forza muscolare dell'uomo ai più moderni elettrici, soffermandosi più dettagliatamente sul sistema italiano tipo Bianchi-Servettaz, azionato a pressione idraulica.

Esso sistema fu installato per la prima volta in Italia nel 1886 nella stazione di Abbiategrasso, il cui impianto fu il capostipite di tutti gli altri sistemi esteri del genere, e tenne il primato per vari anni nel mondo, giacchè non soltanto trovò larghissima applicazione in Italia (ove le installazioni raggiungono oggi la respettabile cifra di 16 mila leve), ma trovò subito impiego in Francia, Spagna, Russia, Inghilterra, Germania ed Indie inglesi.

L'oratore dopo aver doverosamente ricordato l'inventore Senatore Ing. Riccardo Bianchi, che fu il primo Direttore Generale delle Ferrovie della Stato e Ministro dei Trasporti durante la grande guerra, è passato ad illustrare a mezzo di tavole a colori il funzionamento degli apparati centrali elettrici di sicurezza, per manovra scambi e segnali del tipo O.M.S., installati sulla Direttissima Bologna-Firenze, i cui impianti di Vado, Grizzana e Costiglione dei Pepoli furono visitati la domenica seguente da parte dei Soci della Sezione, con la guida dei Funzionari delle F. S. e dei tecnici delle O.M.S. di Savona.

A termine della conferenza, illustrata da oltre sessanta proiezioni, fra cui due interessantissime relative ai diagrammi delle applicazioni di apparati centrali fatte in Italia, a partire dal primo, installato nel 1874 a Genova P. P. fino a tutto il 1934, l'oratore è stato calorosamente applaudito dalle Autorità intervenute e dai numerosi Soci.

Alla visita degli impianti della Direttissima presero parte una ottantina di Soci con Signore e Signorine, nonchè i dirigenti della Società Officine Meccaniche di Savona Servettaz-Basevi (O.M.S.).

Al termine della visita gli intervenuti si riunirono all'Hotel Appennino di Castiglione, dove fu servita la colazione, signorilmente offerta dalla Ditta Servettaz-Basevi.



I soci della Sezione di Bologna in visita alla Direttissima.

Durante la riunione regnò il massimo buonumore, ed allo champagne parlò applauditissimo il Presidente Ing. Spani che, con indovinata improvvisazione, dopo aver ringraziato i Dirigenti delle O.M.S. e ricordati gli importanti impianti di apparati di sicurezza eseguiti sulla Direttissima, rivolse un gentile invito alle numerose Signore e Signorine che, col loro intervento, portarono una simpaticissima nota di gioconda gaiezza.

All'Ing. Spani rispose, pure applauditissimo, il Cav. Basevi che portò anche il saluto del proprio fratello Ing. Alessandro, Consigliere Delegato ed anima della Società, ed espresse con animo grato il proprio ringraziamento ai tecnici della comitiva che avevano ri-



Un gruppo di soci di Bologna durante la visita alla Direttissima.

conosciuta l'importanza delle delicate lavorazioni degli apparati di sicurezza.

Dopo la colazione e gli immancabili quattro salti, la comitiva per gentile concessione della Società Elettrica Bolognese, che aveva anche contribuito alla felice riuscita della gita, si recò a lago del Brasimone a godere la bella vista del paesaggio ed un fresco delizioso; alle 19 la comitiva era di ritorno a Bologna.

* *

SEZIONE DI TRIESTE

Martedì 14 maggio u. s. nella Sala Massima del Circolo Artistico, gentilmente concessa, il Ch.mo Prof. Dott. **Enzo Pugno Vanoni** ha tenuto, sotto gli auspici della Sezione di Trieste e alla presenza dei camerati del Sindacato Ingegneri e di quello dei Medici, un'interessante conferenza sul tema: **« Apparecchi da terapia con onde corte »**.

Il Presidente, Dott. Ing. E. De Antonellis, nel ringraziare vivamente il consocio Prof. Pugno Venoni per aver voluto aderire all'invito della Sezione, ha accennato ai progressi realizzati nelle applicazioni delle correnti ad alta frequenza nell'elettroterapia, dalle prime esperienze di Tesla a quelle recenti di Marconi sulle applicazioni diatermiche delle micro-onde e di Padre Gemelli nella cura di forme neuropatologiche.

Il Prof. Pugno Vanoni ha iniziato la sua esposizione ricordando come sia da tempo noto l'impiego delle correnti ad alta frequenza per produrre a scopo terapeutico riscaldamenti sui tessuti viventi, ma come, con le frequenze che erano usate sino a qualche anno fa (da 500.000 a 1.000.000 di periodi al secondo) che implicavano la necessità di porre gli elettrodi a contatto della parte da curare, il riscaldamento si produceva sopratutto nei pressi degli elettrodi stessi, e nelle zone del tessuto di più elevata conducibilità.

I recenti perfezionamenti tecnici che hanno subìto i generatori di oscillazioni tra 6.000.000 e 300.000.000 periodi al secondo, hanno permesso di applicare in medicina e biologia correnti di tali frequenze, ottenendosi così non solo la possibilità di eliminare la localizzazione del calore presso gli elettrodi, ma anche di riscaldare selettivamente a piacimento un tessuto piuttosto di un'altro.

Fatte queste premesse l'oratore è passato a descrivere gli apparecchi a onde corte che si usano nelle applicazioni mediche, analizzandoli nelle loro diverse parti essenziali quali: il circuito oscillante principale; l'alimentatore di detto circuito; i circuiti di accoppiamento; i dispositivi di misura. Richiamate le leggi che reggono le oscillazioni libere di un circuto, descrisse le caratteristiche che assumono queste oscilazioni a seconda del tipo di alimentatore usato. Negli apparecchi a spinterogeno si ottengono gruppi di oscillazioni smorzate susseguentisi nel tempo, Negli oscillatori moderni si raggiunge anche una frequenza di un milione di gruppi di oscillazioni al minuto secondo. La potenza ricavabile da apparecchi di questo tipo è però sempre modesta e la frequenza delle oscillazioni prodotte variabile.

Negli apparecchi a valvola termoelettronica le oscillazioni risultano persistenti modulate, se la valvola è alimentata direttamente da un trasformatore; esse risultano invece persistenti di ampiezza costante se la valvola è alimentata da un rettificatore con filtro. Il tipo di valvola più usato è il triodo. La potenza ricavabile decresce rapidamente col crescere della frequenza. Oggi per onde cortissime si adoperano anche valvole del tipo detto « magnetron ».

I circuiti di accoppiamento hanno per scopo di trasferire l'energia dall'oscillatore alla parte sottoposta alla cura.

Essi possono essere realizzati sui principi diversi: irraggiando l'energia a mezzo di un dipolo e concentrandola sulla parte da curare mediante uno specchio (onde cortissime); ponendo la parte da curare entro un solenoide percorso dalla corrente ad alta frequenza (onde lunghe); ponendo la parte da curare tra due armature metalliche tra cui è applicata la differenza di potenziale oscillante.

Il sistema più usato nel campo delle onde corte è quest'ultimo.

Perchè i circuiti di accoppiamento possano trasferire bene l'energia nella zona di utilizzazione occorre che essi siano in risonanza con l'oscillatore. Ciò spiega come essi male si prestino al loro ufficio negli apparecchi a spinterogeno, essendo la frequenza in questi ultimi, variabile.

Per lo studio dei circuiti di accoppiamento occorre considerare il comportamento del tessuto di fronte a queste correnti da un punto di vista fisico. La costante dielettrica del tessuto è circa 80; la resistività oscilla, a seconda del tipo di tessuto tra il migliaio e qualche decina di ohm centimetro.

Si può quindi, nello studio elettrotecnico degli apparecchi, sostituire al tessuto un « circuito equivalente » formato da una capacità ed una resistenza poste in parallelo, e così si trova che, scegliendo opportunamente la lunghezza d'onda delle oscillazioni è possibile riscaldare a volontà più l'uno che altro tessuto.

Scelta la lunghezza d'onda più opportuna per ottenere il massimo effetto in un dato tessuto, è necessario, per conoscere la ripartizione del calore nel tessuto stesso, analizzare la forma del campo elettrico che è creato dagli elettrodi, essendo il riscaldamento proporzionale al quadrato di detto campo.

Il Prof. Pugno Vanoni ha mostrato i vari risultati che si ottengono allontanando più o meno gli elettrodi dalla superficie del corpo, e frapponendo tra essi ed il tessuto mezzi di opportuna costante dielettrica. A questo proposito ha ricordato taluni speciali tipi di porcellane, a base di ossido di titanio, che hanno costante dielettrica 80, pur avendo piccole perdite dielettriche.

L'oratore è quindi passato a considerare gli apparecchi di misura usati in queste applicazioni, ponendo in luce le difficoltà che si incontrano nella determinazione della potenza fornita dagli apparecchi, e l'attuale mancanza di mezzi per determinare sperimentalmente come si ripartisce l'energia nel tessuto al momento dell'applicazione terapeutica.

La conferenza si è chiusa con una rapida rassegna delle varie applicazioni mediche delle onde corte, dai trattamenti in cui interessa provocare il riscaldamento di determinate zone interne del corpo, alla produzione della cosidetta « febbre artificiale », dal « bisturi elettrico » che consente di praticare tagli perfettamente asettici, alla elettrocoagulazione che permette di togliere parti di tessuto malato senza incorrere nel rischio di infettare quelle vicine. Infine è stato fatto qualche cenno delle possibilità che la selettività delle azioni esercitate dalle onde corte lascia sperare nel campo biologico.

La dotta conferenza, seguita attentamente dal folto uditorio, venne alla fine calorosamente applaudita.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile*. Ind. Graf. It. STUCCHI - Milano.

Vol. XXII (XXXIX degli Atti) 25 Settembre 1935 - Anno XIII N. 18

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

SOMMARIO

La riunione di Santa Margherita.

Dopo gli incanti di Sorrento e le severe bellezze del Garda un altro quadro di incomparabile bellezza sta per accogliere i soci convenuti da ogni parte d'Italia per la quarantesima riunione annuale. Essa si apre in un momento delicato per la vita del Paese, non scevro di inquietudini e di preoccupazioni; ma la fiducia in Chi regge i destini d'Italia deve infonderci la serenità necessaria per affrontare con successo i nostri lavori, sorretti pure dalla convinzione che anche gli studî tecnici sono un importante fattore per il progresso e la prosperità delle nazioni civili.

Il tema delle « misure » scelto quest'anno per il nostro congresso è da questo punto di vista veramente importante, data la ben nota e stretta dipendenza di qualsiasi progresso tecnico dalla possibilità di facili e precise misurazioni. Il tema è però così ampio che non si poteva assolutamente pensare di esaurirlo organicamente. Tuttavia le più che *sessanta* memorie presentate per la discussione, toccano un pò tutti i punti del vastissimo campo e non possono mancare di dare lo spunto ad interessanti scambi di idee.

Un primo gruppo di memorie riguarda le misure che interessano essenzialmente le comunicazioni, ossia le alte ed altissime frequenze. Data la continua, rapida evoluzione della tecnica delle comunicazioni, troveremo certamente in questo gruppo di memorie le maggiori novità, e noi siamo veramente lieti che, secondo i desiderî e le direttive della Presidenza, tanta parte dei nostri soci si orienti verso tali argomenti.

Un secondo gruppo di memorie riguarda le misure di interesse comune, che possono cioè trovare applicazione tanto nel campo delle cosidette « correnti deboli » quanto in quello delle frequenze industriali. Infine il terzo gruppo — il più numeroso — riflette le misure che interessano la « grande », la vecchia elettrotecnica, e scorrendole si constata con piacere che pure in questo campo i progressi continuano, anche se, fatalmente, con meno rapido incremento.

Sarà degno complemento della Riunione la piccola mostra, nella quale accanto alle più moderne produzioni delle principali ditte nazionali, figureranno alcuni antichi apparecchi di misura, veri cimelî, che saranno osservati con un vero senso di nostalgia dai soci.... più anziani.

Infine a coronamento del Congresso, visite tecniche di grandissimo interesse: la centrale di conversione di frequenza di Pontremoli delle Acciaierie e Ferriere Lombarde Falck, che è senza dubbio uno dei più perfetti impianti del genere, almeno fino a che i perfezionati convertitori a vapori di mercurio non avranno soppiantato le macchine ruotanti; e, in perfetta aderenza col tema del congresso, l'impianto di totalizzazione delle misure e di ripartizione dei carichi messo a punto dalle FF. SS. nella loro centrale della Chiappella.

Con queste premesse, facile è la previsione di un completo successo tecnico della Riunione e con lieto animo noi rivolgiamo a tutti i soci convenuti il nostro augurio di un sereno soggiorno e di un proficuo lavoro.

Elettricità e fisica cosmica.

Se i progressi scientifici tanto rapidi nel tempo presente possono qualche volta farci orgogliosamente presumere della potenza dell'umano intelletto, quella dei raggi cosmici, è una questione che dovrebbe molto efficacemente farci riflettere sulle limitazioni e sulla debolezza delle nostre risorse e delle nostre attitudini.

Che questa radiazione, che tutti ci investe, che ci penetra completamente e che, date le relativamente enormi energie in gioco, non può non influire potentemente (per quanto in modo ancora tanto misterioso) su tutto il nostro equilibrio biologico, possa essere stata per tanto tempo ignorata e, anche dopo le prime segnalazioni risalenti al 1910, sia rimasta, fino a questi ultimi anni, quasi trascurata, è senza dubbio un fatto curioso; specialmente quando si consideri l'intensità e la profondità degli studi dedicatî ad altre radiazioni, dal punto di vista energetico, meno notevoli.

Ma oramai l'attenzione degli studiosi si è decisamente portata anche su questo argomento che per tanti aspetti si presenta di altissimo interesse scientifico. E per vero i raggi cosmici stabiliscono un legame fisico, energetico, accessibile ai nostri metodi di indagine, fra il nostro globo e l'universo stellare, quasi realizzando le ardite speculazioni di antichi filosofi greci. Insieme ai fenomeni luminosi, i raggi cosmici costituiscono pressochè l'unico strumento di ricerca di cui noi disponiamo per lo studio del cosmo. Quando si pensi quanto fecondi si siano dimostrate in questo campo le ricerche spettroscopiche sui raggi luminosi stellari, può agevolmente intravedere quale importanza prometta di assumere per la fisica cosmica lo studio della nuova radiazione: è tutto un nuovo capitolo che per essa si apre!

Ma non minore importanza assumono i raggi cosmici nel

campo più ristretto della fisica terrestre, nella quale vengono ad aggiungersi alla schiera, già abbastanza numerosa, delle radiazioni note e variamente utilizzate finora.

L'enorme energia posseduta dai corpuscoli cosmici promette di fornire alla fisica nucleare proiettili di una efficacia assolutamente finora insperata e di tutt'altro ordine di quelle finora realizzate coi più arditi metodi sperimentali.

È naturalmente impossibile dire oggi quali e quante saranno le conseguenze scientifiche e applicative della acquisita conoscenza delle nuove radiazioni. Ma non sembra eccessivo ardimento sperare che sia possibile arrivare in qualche modo a dominare e piegare alle nostre esigenze anche questo nuovo potentissimo agente naturale; ed in tal caso le conseguenze potranno senza dubbio essere di estremo interesse.

È motivo di giusto orgoglio poter constatare che la scienza italiana porta anche in queste ricerche un contributo notevolissimo, speculativo e sperimentale. Uno dei nostri più valorosi studiosi in questo campo, il Prof. B. Rossi espone appunto oggi sul giornale lo stato attuale delle nostre conoscenze sui raggi cosmici prospettando i risultati raggiunti e i difficili problemi che ancora si devono affrontare. Siamo certi, pubblicando il testo della conferenza del Prof. Rossi, di fare cosa altamente gradita a tutti i nostri lettori.

La protezione dei cavi contro le corrosioni.

L'argomento della protezione dei cavi sotterranei contro le corrosioni dovute tanto alla elettrolisi che alle azioni chimiche dei materiali circondanti i cavi è sempre della massima attualità e la Riunione di Gardone del 1934, dedicata in gran parte allo studio di queste cause di perturbazione degli impianti elettrici, lungi dall'esaurire la materia, ha suscitato più vive le discussioni sulle cause delle corrosioni e sui metodi di protezione.

L'Ing. PANARA ritorna ad occuparsi sulle nostre colonne dei sistemi di protezione dei cavi telefonici, già largamente applicati in Italia, con una chiara esposizione dei fenomeni osservati.

Questo contributo è di particolare utilità nella imminenza della visita che la C.M.I. (Commission Mixte Internationale pour les Expériences relatives à la protection des Lignes de Télécommunication et des Canalisation souterraines) compirà prossimamente a Milano per riconoscere *de visu* i risultati ottenuti coi descritti sistemi di protezione.

Sovracorrenti e protezioni.

La letteratura tecnica registra con grande frequenza nuovi tipi di relais di protezione o modifiche ai tipi esistenti. Ciò sta a dimostrare quanto sentito sia il problema e come ancora esso non abbia trovato una soluzione definitiva e di piena soddisfazione.

Questo fatto dipende anche in larga misura dalle variabilissime esigenze alle quali il sistema di protezione deve soddisfare in relazione alle diverse caratteristiche delle reti elettriche e alle diverse condizioni di esercizio che si desidera di garantire.

Si spiega così la grande varietà dei sistemi in uso, parecchi dei quali per vero hanno ormai dimostrato di possedere un funzionamento in molti casi soddisfacente e atto a garantire la corretta protezione della rete servita nella quasi totalità delle evenienze che possono in pratica manifestarsi.

Quasi sempre tuttavia i sistemi di relais fino ad ora impiegati sono suscettibili di errato o imperfetto funzionamento in alcune particolari evenienze di guasti, specialmente per quanto riguarda le proprietà selettive.

Sotto questo aspetto sembrano interessanti i così detti relais a gradini i quali, a differenza degli ordinari relais a tempo, posseggono una caratteristica ad andamento discontinuo.

Di questi relais, di introduzione recente, parla oggi sul giornale il collega G. CARDELLINO illustrando le proprietà e dimostrandone la opportunità del loro impiego per parecchi tipi di reti e di linee.

LA REDAZIONE.

I RAGGI COSMICI

BRUNO ROSSI

(AEI) *Conferenza tenuta per iniziativa della Sezione di Torino dell'Associazione Elettrotecnica Italiana e del Seminario Matematico della R. Università di Torino.*

I raggi cosmici ci si manifestano sotto forma di corpuscoli elettricamente carichi. Una porzione di questi corpuscoli è di origine primaria come è provato, fra l'altro, dall'influenza che il campo magnetico terrestre esercita nella loro distribuzione di intensità. Una seconda porzione invece, di minor energia, è di origine secondaria e viene generata in gruppi molto complessi da una radiazione di natura tuttora imprecisata.

Poche sono state, in questi ultimi anni, le questioni di Fisica che abbiano attratto su di sè l'attenzione di un così gran numero di studiosi, come ha fatto il problema dei raggi cosmici, e poche sono le ricerche che, pur rivestendo un carattere puramente speculativo, abbiano saputo destare un altrettanto vivo interesse anche nel pubblico lontano dalla scienza.

A questa popolarità dei raggi cosmici contribuisce certo il fascino del mistero che ancora avvolge la loro origine e che permette alla fantasia di spaziare nel campo delle ipotesi; e contribuiscono pure i mezzi poco consueti di cui i fisici debbono valersi per lo studio di questa radiazione: spedizioni in lontane regioni, ascensioni stratosferiche, esperienze in alta montagna o nelle profondità dei mari.

Ma ciò che conferisce al problema la sua reale ed eccezionale importanza è il fatto che esso non costituisce un argomento chiuso in sè stesso, una semplice curiosità scientifica, ma si riconnette da un lato colle più generali questioni cosmologiche e dall'altro col problema dell'intima struttura della materia.

Non che questi rapporti siano ancora chiari; anzi, il loro studio costituisce appunto il fine ultimo delle ricerche sui raggi cosmici; ma già quanto oggi sappiamo basta a farcene intravvedere l'importanza. Che i raggi cosmici debbano giocare una parte di primo ordine nel meccanismo dell'Universo, risulta chiaro dal solo fatto che la loro energia costituisce una notevole frazione dell'energia totale diffusa nell'Universo stesso; le loro singolari proprietà, poi, che non hanno riscontro in nessun tipo di raggi di orgine terrestre, dimostrano che in qualche luogo, lontano da noi, sono possibili e avvengono fenomeni di carattere profondamente diverso da quello dei fenomeni che avvengono spontaneamente o che possiamo artificialmente provocare sulla Terra. Per quel che riguarda gli addentellati col problema della struttura della materia, basta notare che l'estrema concentrazione d'energia caratteristica dei raggi cosmici (un solo corpuscolo cosmico ha un'energia comparabile con quella di un miliardo di fotoni di luce ordinaria) rende questi raggi particolarmente atti a scuotere e ad intaccare la compagine nucleare; i raggi cosmici ci offrono perciò la possibilità di ottenere reazioni, che non potrebbero ottenersi usando nessun altro tipo di radiazioni conosciute.

*

Esporre in una breve sintesi lo stato attuale delle nostre conoscenze sui raggi cosmici sarebbe impresa pressochè disperata. Troppo numerosi sono i risultati sperimentali che si sono andati accumulando in questi ultimi anni, mentre ci manca tuttora una visione organica e completa del fenomeno, quale sarebbe necessaria per distinguere, fra i vari risultati, quelli che sono essenziali da quelli che sono accessori. Tutto ciò che posso fare è quindi narrare alcuni episodi della lotta che si sta combattendo per strappare alla natura il segreto dell'intima essenza e dell'origine di questa misteriosa radiazione.

Mi rifarò perciò da quello che era lo stato del problema cinque o sei anni or sono. Si riteneva allora che i raggi cosmici fossero una radiazione della medesima natura della luce, dei raggi X, dei raggi gamma; che fossero cioè onde elettromagnetiche, e si distinguessero dalle altre onde elettromagnetiche conosciute solo per il valore estremamente esiguo della loro lunghezza d'onda; il che val quanto dire, secondo il linguaggio corpuscolare, che i raggi cosmici sarebbero stati fotoni di energia molto più elevata di quella dei fotoni luminosi, X o gamma. I raggi cosmici venivano chiamati perciò anche raggi ultragamma.

È ben noto che i raggi gamma non ionizzano direttamente, o per meglio dire, ionizzano direttamente solo un piccolissimo numero di molecole. Ma l'elettrone che viene estratto da ogni mole-

cola (per effetto fotoelettrico o per effetto Compton) ha generalmente una grande energia, il cui valore medio è in relazione, d'altronde, coll'energia individuale dei fotoni che costituiscono la radiazione gamma. Prima di arrestarsi, l'elettrone percorre quindi nella materia un tratto la cui lunghezza è tanto maggiore quanto maggiore è la sua energia ed ionizza lungo tutto il suo percorso un gran numero di molecole. Qualche cosa di analogo ci si attendeva che accadesse anche per i raggi cosmici; cosicchè la ionizzazione da essi prodotta doveva essere, come quella dei raggi gamma, di origine secondaria. Non solo, ma si spingeva la fiducia nella possibilità di estrapolare ai raggi cosmici le proprietà dei raggi gamma fino a calcolare, in base ad una formula valida per i raggi gamma, l'energia individuale degli ipotetici fotoni cosmici partendo dal loro potere di penetrazione nella materia. Valutando poi, in base all'energia dei fotoni così calcolata, l'energia dei loro elettroni secondari, si trovava che il loro percorso medio nel piombo, doveva essere di qualche centimetro o, al più, di pochi decimetri; si doveva trattare comunque di corpuscoli molto più penetranti di quelli emessi dalle sostanze radioattive o generati nella materia dai raggi gamma, il cui percorso nel piombo non raggiunge che una frazione di millimetro. Ora l'esperienza confermò che effettivamente l'ionizzazione prodotta dai raggi cosmici trae la sua origine immediata dalla presenza nell'atmosfera di corpuscoli ionizzanti di grande energia, le cui traiettorie possono venir fotografate nella camera di Wilson e che possono venir contati uno per uno mediante, per es., il contatore a filo di Geiger e Müller. (Come è noto, questo apparecchio è costituito di un tubo metallico, lungo l'asse del quale è teso un sottile filo, pure metallico, sostenuto da tappi isolanti, che chiudono il tubo. Nell'interno del tubo, la pressione dell'aria è ridotta a circa 1/10 di atmosfera; tra il tubo e il filo è posta una differenza di potenziale di circa 1500 volt, mediante una batteria il cui polo positivo è congiunto col filo attraverso una forte resistenza. Al passaggio di un corpuscolo ionizzante, tra il tubo e il filo si produce una scarica di breve durata che può essere rivelata mediante un elettrometro o un amplificatore) (fig. 1).

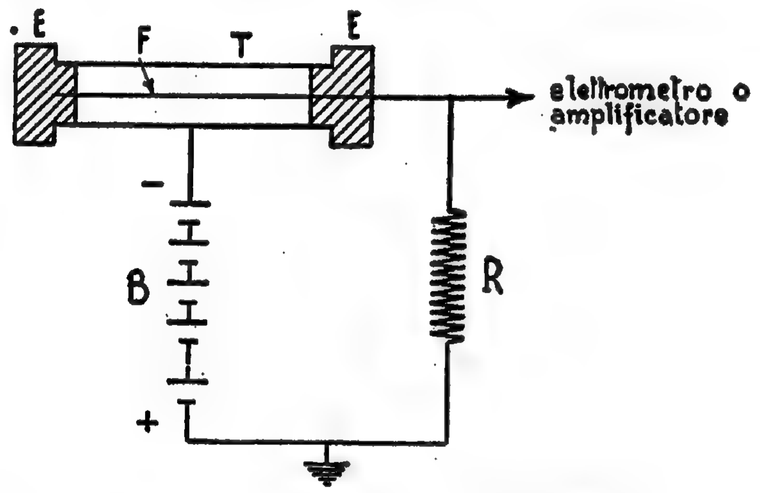


Fig. 1. — Contatore di Geiger e Müller.

Quando però si cominciarono a studiare più da vicino questi corpuscoli ionizzanti (che chiamaremo nel seguito corpuscoli cosmici) si devette riconoscere che l'accordo colle previsioni teoriche era tutt'altro che soddisfacente.

È merito di Bothe e Kolhörster di aver per i primi segnalato tali difficoltà, mostrando che 4 centimetri d'oro lasciano passare un numero di corpuscoli cosmici molto superiore di quello che sarebbe stato prevedibile. In base a questo loro risultato, anzi, Bothe e Kolhörster furono condotti a formulare l'ipotesi che i corpuscoli cosmici osservati non fossero da considerarsi come elettroni secondari di una radiazione ultragamma, ma costituissero la radiazione cosmica primaria stessa.

Era evidentemente di fondamentale importanza decidere fra le due ipotesi avanzate sulla natura della radiazione cosmica; ed a tale scopo appunto intrapresi, alcuni anni or sono, uno studio sistematico delle proprietà dei corpuscoli cosmici. Per questo studio si dimostrò particolarmente efficace il così detto metodo delle «coincidenze», introdotto nello studio dei raggi cosmici da Bothe e Kolhörster e di cui potei allargare considerevolmente le possibilità mediante la introduzione di un dispositivo automatico di grande sensibilità per selezionare le coincidenze stesse.

Il principio su cui si fonda il metodo delle coincidenze è il seguente. Disponendo due o più contatori di Geiger e Müller uno di seguito all'altro, accade di tanto in tanto che un corpuscolo cosmico li attraversi tutti. Questo evento è caratterizzato da una scarica simultanea dei contatori, che si chiama appunto coincidenza.

È da notare che una coincidenza non può essere prodotta dai raggi gamma delle sostanze radioattive, ai quali i contatori di Geiger e Müller sono pure sensibili; i corpuscoli secondari dei raggi gamma non hanno infatti un'energia sufficiente per attraversare le pareti dei contatori, cosicchè questi rispondono soltanto a quei raggi gamma che generano un elettrone secondario nell'interno del contatore o nella sua parete; ora la probabilità che un medesimo raggio gamma, attraversando due contatori, generi in ciascuno di essi un elettrone secondario è eccessivamente ridotta.

Ponendo uno schermo fra i contatori, il corpuscolo cosmico, per attraversare i contatori, è evidentemente obbligato ad attraversare anche lo schermo. Si può dunque misurare l'assorbimento dei corpuscoli cosmici osservando la diminuzione del numero delle coincidenze dovuta all'interposizione di uno schermo fra i contatori (fig. 2).

Con questo metodo ho potuto dimostrare che una buona parte dei corpuscoli cosmici è capace di attraversare un metro di piombo e che in questo strato di materia i corpuscoli non vengono sensibilmente deviati dal loro cammino rettilineo.

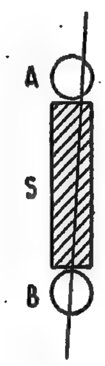


Fig. 2. — Misura dell'assorbimento dei corpuscoli cosmici col metodo delle coincidenze. Quando fra i contatori A e B si trova lo schermo S, soltanto i corpuscoli capaci di attraversare questo schermo possono provocare una coincidenza.

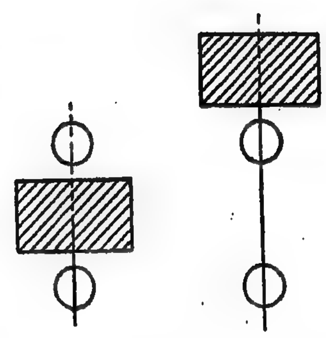


Fig. 3. — Il corpuscolo ionizzante generato nello schermo produce una coincidenza nel caso (b), mentre non produce alcuna coincidenza nel caso (a).

Occorre a questo punto porre in rilievo l'essenziale differenza che esiste fra le misure di assorbimento eseguite nel modo ora descritto e quelle eseguite ponendo semplicemente uno schermo assorbente al di sopra dell'apparecchio misuratore dei raggi cosmici; apparecchio che può essere costituito di una camera di ionizzazione, di un contatore o anche di una coppia di contatori in coincidenza. Le une e le altre misure debbono dare infatti il medesimo risultato solo se i corpuscoli cosmici sono di origine primaria; ma se questi corpuscoli sono di origine secondaria, se, per es., sono elettroni generati nella materia da una radiazione ultragamma, ponendo lo schermo al di sopra dell'apparecchio di misura si debbono registrare, accanto ai corpuscoli capaci di attraversare la schermo stesso, anche i corpuscoli che vengono generati nello schermo dalla radiazione primaria; corpuscoli che viceversa non vengono registrati col metodo delle coincidenza, quando lo schermo sia posto in mezzo ai contatori (fig. 3). Ora, il risultato forse più interessante delle misure di assorbimento collo schermo in mezzo ai contatori consiste appunto ciò: che una discussione critica di queste misure, poste a raffronto di quelle eseguite collo schermo al di sopra dell'apparecchio registratore, permette di escludere che nella materia prendano origine corpuscoli cosmici di grande energia; i corpuscoli cosmici di grande energia osservati debbono quindi essere di origine primaria.

*

Ma vi è anche un altro mezzo per investigare l'origine dei corpuscoli cosmici. Questi, essendo elettricamente carichi, debbono risentire l'azione del campo magnetico terrestre; a causa però della piccola intensità di tale campo e della grande energia dei corpuscoli cosmici, l'incurvamento delle traiettorie è assai piccolo e la deviazione non risulta notevole se non quando il campo agisce per un tratto assai lungo. Ciò non può accadere se i corpuscoli cosmici sono generati nella atmosfera da una radiazione gamma, che, per conto proprio, non risente l'azione del campo magnetico terrestre; cosicchè in questo caso l'influenza del campo magnetico terrestre deve essere pressochè trascurabile. Diverso è il caso se i corpuscoli cosmici giungono sulla Terra dagli spazi siderali, la piccola intensità del campo essendo ora compensata dalla sua enorme estensione.

Non è facile calcolare esattamente per via teorica l'influenza del campo magnetico terrestre sopra una radiazione corpuscolare che piova sulla Terra uniformemente da tutti i punti del cielo,

come si ritiene appunto che facciano i raggi cosmici. Ma il suo aspetto generale può essere dedotto abbastanza semplicemente dalle equazioni generali stabilite da Störmer sul moto di un corpuscolo elettrizzato nel campo di un dipolo magnetico. Si trova precisamente che i corpuscoli elettrizzati (elettroni, positroni, protoni), provenienti da una distanza grande rispetto al raggio della Terra, sono deflessi dal campo magnetico terrestre in modo tale che solo quelli di energia superiore a $6 \cdot 10^{10}$ volt-elettrone possono raggiungere la superficie della Terra in qualsiasi punto ed in qualsiasi direzione, come in assenza del campo magnetico. I corpuscoli aventi un'energia inferiore a questo limite possono giungere invece da tutte le direzioni soltanto nei punti della Terra di latitudine magnetica maggiore di un determinato valore; valore che è tanto più grande quanto più piccola è l'energia in questione.

I paralleli (nord e sud) corrispondenti a questo valore della latitudine delimitano dunque due calotte attorno ai poli, nelle quali l'azione del campo magnetico terrestre sopra i corpuscoli della energia considerata è insensibile. Se ora, partendo da questi paralleli, procediamo verso l'equatore, si forma, per tali corpuscoli, un « cono d'ombra », (cioè una regione angolare nell'interno della quale essi cessano di arrivare) che si allarga gradualmente fino ad invadere tutto il cielo. Il cono d'ombra è rivolto verso oriente o verso occidente secondo che i corpuscoli sono carichi di elettricità positiva o negativa. Se supponiamo che la radiazione cosmica contenga corpuscoli elettrizzati distribuiti in un spettro continuo di energia, dobbiamo quindi attenderci una graduale diminuzione di intensità dai poli geomagnetici verso l'equatore, venendo prima esclusi i corpuscoli di minor energia, poi via via quelli di energia maggiore (« effetto di latitudine »). In un dato punto della Terra poi è prevedibile una dissimetria rispetto al piano del meridiano geomagnetico, e precisamente i corpuscoli giungeranno in maggior numero da occidente o da oriente secondo che sono carichi di elettricità positiva o negativa (« effetto azimutale »).

In realtà, già nel 1928 Clay aveva trovato che all'equatore la intensità dei raggi cosmici è alquanto più piccola che alle nostre latitudini e questo risultato venne confermato negli anni 1932-1933 dalle misure molto estese intraprese da Compton e dai suoi collaboratori.

Era di grande interesse investigare anche l'effetto azimutale, sia perchè esso avrebbe fornito un criterio più sicuro per decidere l'origine dei corpuscoli cosmici (la diminuzione di intensità verso l'equatore avrebbe potuto essere prodotta o simulata da cause estranee al campo magnetico terrestre) ed inoltre perchè esso avrebbe permesso di stabilire il segno della carica dei corpuscoli cosmici. A questo scopo appunto abbiamo intrapreso nell'autunno del 1933, sotto gli auspici del Consiglio Nazionale delle Ricerche, una spedizione in Eritrea. L'altopiano Eritreo si presta in modo mirabile per esperienze destinate a mettere in evidenza una eventuale deflessione dei corpuscoli cosmici nel campo magnetico terrestre; esso infatti si trova ad una latitudine geomagnetica assai bassa (11°.30' all'Asmara) — e la teoria prevede appunto che l'effetto azimutale sia tanto più marcato quanto più bassa è la latitudine geomagnetica del luogo di osservazione — ed i suoi maggiori centri abitati sono ad una grande altezza sul livello del mare (l'Asmara, per es. è a 2340 m). Quest'ultimo fatto è pure della massima importanza perchè l'atmosfera assorbe una porzione notevole dei raggi cosmici e precisamente elimina quei raggi di minor energia sui quali viceversa deve essere più notevole l'influenza del campo magnetico terrestre. Lo strato d'aria compreso fra l'altezza dell'Asmara e il livello del mare, per es., è equivalente, in peso, ad uno strato di piombo di 30 cm di spessore. L'assorbimento operato da questo schermo è tale che il numero dei raggi cosmici osservati al livello del mare risulta circa eguale alla metà di quello dei raggi cosmici osservati all'Asmara.

Il dispositivo usato per lo studio dell'effetto azimutale, che potrebbe chiamarsi « telescopio per raggi cosmici », era costituito di due contatori collocati cogli assi orizzontali e paralleli, ad una certa distanza l'uno dall'altro; il sostegno girevole dei contatori permetteva di dirigere la retta che ne congiungeva i centri verso i diversi punti del cielo; per una data posizione dei contatori, le coincidenze osservate erano prodotte da raggi provenienti da una direzione vicina a quella di tale retta. Per avere tutto l'orizzonte libero, le osservazioni vennero eseguite sulla cima di un'amba che domina la città dell'Asmara. Gli apparecchi vennero collocati entro una leggera capanna di legno, appositamente costruita, le cui pareti potevano considerarsi, rispetto ai raggi cosmici, perfettamente trasparenti.

Si riconobbe subito che la frequenza delle coincidenze, per una data inclinazione dei contatori rispetto alla verticale, era sensibilmente maggiore quando i contatori stessi erano diretti verso occidente che quando essi erano diretti verso oriente; una lunga serie di misure permise di precisare il valore della differenza, la quale ammonta, per es., al 20 % circa quando i contatori sono inclinati di 45° sulla verticale. I nostri risultati vennero pienamente confermati da analoghe esperienze eseguite contemporaneamente e indipendentemente da altri sperimentatori in America.

Si può dunque concludere che una parte dei corpuscoli cosmici è effettivamente di origine primaria e che questi corpuscoli sono, prevalentemente almeno, carichi di elettricità positiva.

Dai dati raccolti sull'effetto azimutale possono trarsi interessanti conclusioni riguardo all'energia dei corpuscoli cosmici.

La teoria infatti mostra che a 11°30' di latitudine geomagnetica nessun corpuscolo positivo di energia inferiore a 22 miliardi di volt-e può raggiungere la superficie della Terra in una direzione inclinata di 45° sulla verticale e orientata verso Est; mentre verso Ovest e sotto il medesimo angolo zenitale l'energia minima dei corpuscoli positivi è di 10,5 miliardi. L'effetto azimutale osservato mostra dunque che una notevole frazione dei corpuscoli cosmici primari giunge sull'atmosfera con un'energia compresa fra 10,5 e 22 miliardi di volt-e. Questi valori estremamente elevati dell'energia, che vengono dedotti dall'analisi magnetica dei corpuscoli cosmici eseguita per mezzo del campo magnetico terrestre, sono perfettamente in accordo col grande potere di penetrazione dei corpuscoli stessi trovato col metodo delle coincidenze.

*

Mentre le ricerche ora descritte dimostravano l'origine primaria di una porzione dei corpuscoli cosmici, altre ricerche portavano viceversa a concludere che esiste pure fra questi corpuscoli una componente di origine secondaria.

La prima esperienza che mise luce in modo sicuro la produzione di una radiazione secondaria della radiazione cosmica venne eseguita per mezzo di tre contatori disposti orizzontalmente cogli assi secondo gli spigoli di un prisma triangolare, in modo cioè che un medesimo corpuscolo procedente in linea retta non potesse attraversarli tutti (fig. 4). Collocando al di sopra dei contatori uno schermo, per es. di piombo, di pochi centrimetri di spessore si osservarono numerose coincidenze, che non potevano spiegarsi se non mediante l'arrivo simultaneo di due o più corpuscoli sui contatori spessi; e poichè tali coincidenze scomparivano o quasi togliendo il piombo, bisognava concludere che dal piombo emergevano i gruppi simultanei di corpuscoli responsabili delle coincidenze. Di tali corpuscoli associati, una poteva essere eventualmente un corpuscolo primario, nel qual caso gli altri dovevano considerarsi come corpuscoli secondari generati nel piombo dal corpuscolo primario stesso; oppure tutti i corpuscoli associati potevano venir considerati come corpuscoli secondari generati da un unico raggio primario di natura non corpuscolare.

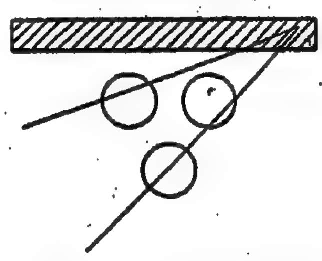


Fig. 4. — Dispositivo per mostrare la produzione di gruppi di corpuscoli secondari nella materia. I tre contatori non possono venir eccitati contemporaneamente se non per l'arrivo simultaneo di almeno due corpuscoli.

Non molto tempo dopo, Blackett e Occhialini, in Inghilterra, e Anderson, in America, riuscirono ad ottenere, colla camera di Wilson, una documentazione fotografica di questo fenomeno che fino allora era stato studiato soltanto col metodo dei contatori. Si riconobbe così che i corpuscoli secondari prendono origine in gruppi assai complessi, che furono detti « sciami », ciascuno dei quali può contenere parecchie decine di corpuscoli. Dalla deflessione che tali corpuscoli subiscono in un campo magnetico e dalla densità della ionizzazione lungo la loro traiettoria si potè stabilire che alcuni di essi sono elettroni, mentre gli altri posseggono la medesima massa degli elettroni, ma hanno una carica positiva. Veniva così rivelata, per la prima volta, l'esistenza degli elettroni positivi o « positroni » che, poco più tardi, dovevano venir ritrovati anche nella radiazione secondaria dei raggi gamma duri.

Fra i corpuscoli cosmici che noi osserviamo ve ne sono dunque alcuni di origine primaria ed alcuni di origine secondaria; questi ultimi costituiti appunto dalle particelle degli sciami.

L'esistenza di due diversi gruppi di corpuscoli cosmici appare, d'altra parte, evidente anche dal semplice esame della loro curva di assorbimento, quale può ottenersi col metodo già descritto dei contatori in coincidenza. Si trova che, aumentando lo spessore dello schermo posto fra i contatori, la frequenza delle coincidenze dimi-

nuisce dapprima piuttosto rapidamente, riducendosi con 8 cm di Pb al 70 % circa del suo valore (al livello del mare). Ma successivamente la diminuzione prosegue con estrema lentezza; l'ulteriore aggiunta di una novantina di centimetri di piombo, per es., non riduce il numero delle coincidenze neppure alla metà di quello osservato con soli 8 cm (fig. 5).

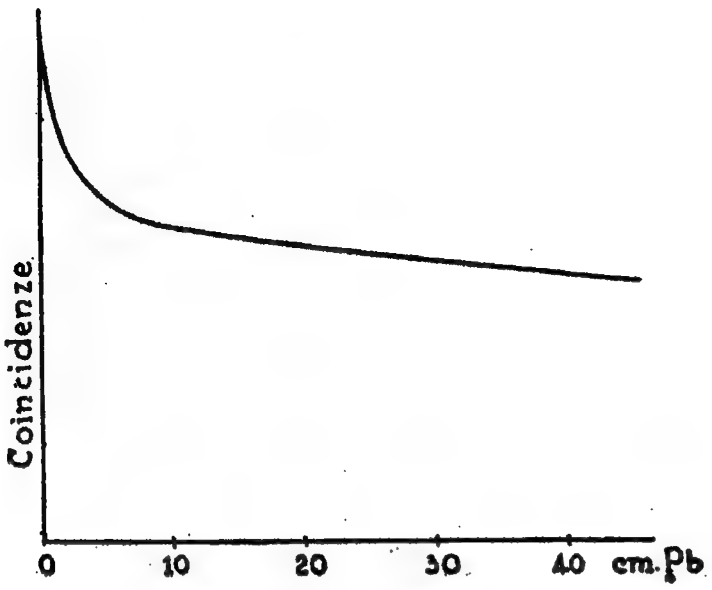


Fig. 5. — Curva di assorbimento dei corpuscoli cosmici nel piombo. L'ordinata di un punto della curva misura il numero di corpuscoli cosmici capaci di attraversare lo spessore di piombo rappresentato dalla corrispondente ascissa.

I corpuscoli cosmici si ripartiscono dunque nettamente in due gruppi: un gruppo, che chiameremo « molle », il cui potere di penetrazione medio è di pochi centimetri di piombo, ed un gruppo, che chiameremo « duro », il cui potere di penetrazione medio è di qualche metro di piombo.

Tutto quello che finora conosciamo concorda nell'indicare che i corpuscoli del gruppo duro sono di origine primaria ed i corpuscoli del gruppo molle di origine secondaria.

La questione che naturalmente si pone a questo punto è la seguente: qual'è l'origine degli sciami?

L'ipotesi che si presentava dapprima alla mente come la più naturale era quella di identificare la radiazione produttrice degli sciami col gruppo duro dei corpuscoli cosmici, di cui abbiamo riconosciuta l'origine primaria. Per controllare questa ipotesi venne studiato (sempre col metodo dei contatori a triangolo) come varia il numero degli sciami emergenti da uno schermo orizzontale di piombo all'aumentare dello spessore di questo. V'era da attendersi che tale numero aumentasse dapprima rapidamente, poi sempre più lentamente a causa del riassorbimento da parte dello schermo dei corpuscoli generati nei suoi strati superiori e, infine, dopo essere passato per un massimo (per uno spessore dello schermo corrispondente alla penetrazione dei corpuscoli secondari) prendesse a diminuire secondo la legge di assorbimento dei corpuscoli primari. La curva

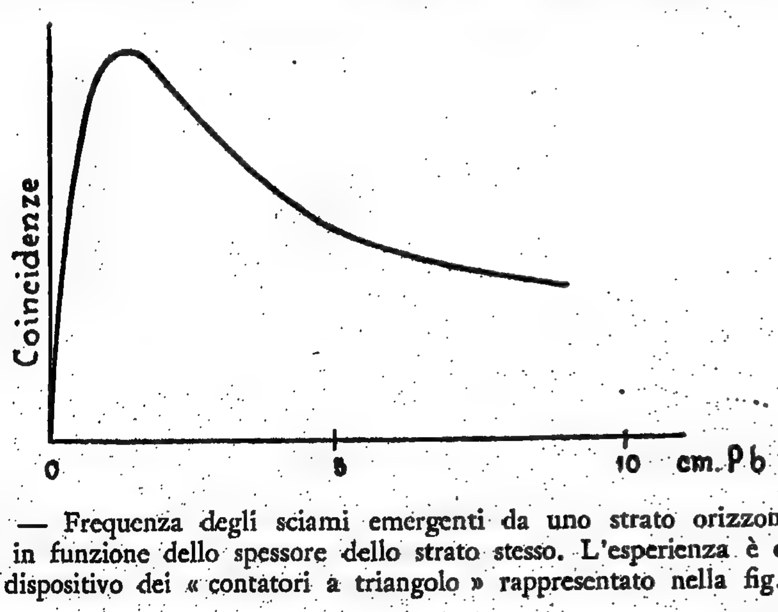


Fig. 6. — Frequenza degli sciami emergenti da uno strato orizzontale di piombo in funzione dello spessore dello strato stesso. L'esperienza è eseguita col dispositivo dei « contatori a triangolo » rappresentato nella fig. 4.

trovata sperimentalmente mostra solo nella prima parte l'andamento previsto; ma dopo il massimo (che si presenta, col piombo, per uno spessore di cm 1,5 circa) il numero degli sciami diminuisce assai più rapidamente di quanto corrisponde all'assorbimento dei corpuscoli del gruppo duro (fig. 6). Ciò dimostra in modo indubbio che gli sciami non sono generati da questi corpuscoli, ma da una radiazione assai più facilmente assorbibile; la indicheremo nel seguito col nome di « radiazione produttrice degli sciami » (*r. p. s.*).

Contrariamente a quanto accade per la radiazione corpuscolare (il cui assorbimento nelle diverse sostanze è semplicemente proporzionale alla densità di queste) il comportamento delle sostanze di diverso numero atomico rispetto alla *r. p. s.* è assai diverso. Il numero di sciami generati entro masse eguali di diversi elementi aumenta infatti rapidamente all'aumentare del numero atomico e contemporaneamente aumenta pure l'assorbimento operato da schermi di egual massa superficiale sulla *r. p. s.*; il che sta ad indicare che la produzione degli sciami rappresenta per la *r. p. s.* la forma più importante di interazione colla materia e, per conseguenza, la causa principale del suo assorbimento.

Attraverso il fenomeno degli sciami siamo venui così ad individuare l'esistenza, nella radiazione cosmica, di un nuovo tipo di raggi e a stabilirne alcune proprietà. Si pensava però, in un primo tempo, che questi raggi fossero, alla loro volta, generati nella materia dai corpuscoli del gruppo duro. In tal caso, evidentemente, la loro intensità avrebbe dovuto variare coll'altezza proporzionalmente a quella di tali corpuscoli. Invece, una recente serie di esperienze eseguite a Padova (livello del mare), al passo della Mendola (1350 m s. l. m.) e al passo dello Stelvio (2760 m s. l. m.) ci ha permesso di stabilire che l'intensità della *r. p. s.* aumenta coll'altezza molto più rapidamente che l'intensità dei corpuscoli del gruppo duro; parallelamente all'intensità della *r. p. s.* aumenta poi l'intensità dei corpuscoli del gruppo molle, come è ben naturale, essendo questi ultimi particelle di sciami; così, mentre, per es., al livello del mare il rapporto fra il numero dei corpuscoli del gruppo molle e il numero dei corpuscoli del gruppo duro è 0,4, a 2760 m di altezza esso raggiunge il valore di 0,9. La *r. p. s.* appare dunque indipendentemente dalla radiazione corpuscolare dura.

Tutto ciò sembra provare che la radiazione cosmica primaria non è una radiazione semplice, ma consiste di almeno due radiazioni distinte, di diversa natura e di diversa penetrazione. Accanto ai corpuscoli carichi di elettricità positiva, che formano la componente più penetrante della radiazione cosmica, esisterebbe cioè una seconda componente, più facilmente assorbibile, responsabile della produzione degli sciami. Il diverso potere di penetrazione delle due componenti fa sì che il rapporto delle loro intensità varia al variare dell'altezza; così, mentre al livello del mare la maggior parte della ionizzazione è dovuta alla componente corpuscolare primaria, negli strati superiori dell'atmosfera predomina l'azione della *r. p. s.*

Quale però sia la natura della componente meno penetrante della radiazione cosmica, attraverso quali processi essa generi gli sciami, se questi rappresentino o meno un fenomeno unico, sono tutti problemi che ancora attendono una risposta; ed alla loro investigazione appunto sono oggi principalmente rivolti gli sforzi degli studiosi dei raggi cosmici.

LE CORROSIONI DEI CAVI SOTTERRANEI ED I SISTEMI DI PROTEZIONE

ITO PANARA

Si considerano le corrosioni delle strutture metalliche sotterranee, dovute a fenomeni chimici ed elettrolitici, con particolare riferimento ai cavi telefonici.

Si parla quindi delle protezioni necessarie e in particolare degli effetti determinati sui potenziali cavo-terra, dai giunti bilanciati applicati nel sistema di « riduzione ai minimi potenziali negativi ».

I) LE CORROSIONI.

Le corrosioni dei cavi telefonici, se hanno sempre rappresentato un'interessante campo di studio, mai come in questi ultimi anni hanno assunto una parte tanto importante nell'esercizio delle grandi reti telefoniche urbane ed interurbane.

Ciò apparirà evidente quando si pensi al grande sviluppo raggiunto dal servizio telefonico in Italia, col passaggio dell'esercizio telefonico all'industria privata e colla creazione della rete nazionale interurbana in cavi sotterranei.

Di tale sviluppo rendono conto i diagrammi della fig. 1.

È evidente che un così grande incremento delle reti sotterranee, doveva proporzionalmente aumentare i danni determinati dalle condizioni chimico-elettriche del terreno nel quale i cavi venivano posati, ossia i danni causati dalle *corrosioni delle guaine*.

Le corrosioni delle strutture metalliche sotterranee, si possono suddividere in due gruppi:

1°) *Corrosioni dovute agli agenti chimici del terreno e alla discontinuità degli elementi che circondano la conduttura;*

2°) *Corrosioni dovute a fenomeni elettrolitici prodotti dalle correnti vaganti.*

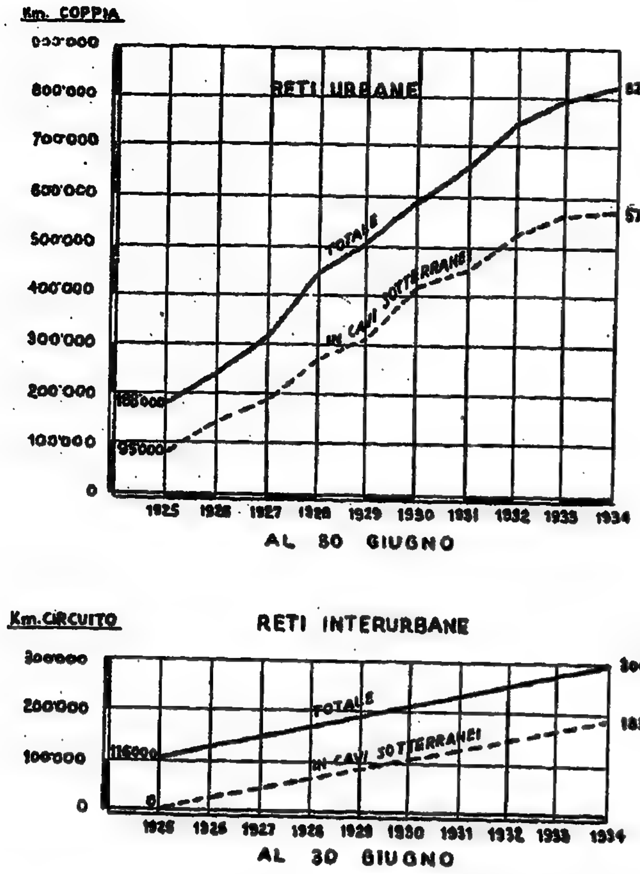


Fig. 1.

1. - Corrosioni del primo gruppo.

Queste corrosioni hanno dato luogo ad un grande numero di osservazioni e di esperienze, dalle quali nacquero diverse *teorie della corrosione*.

In un primo tempo si affermava che per la produzione di tali corrosioni fosse necessaria la presenza di *acidi liberi* nell'intorno della conduttura, in modo che essi entrando in reazione col metallo costituente la guaina del cavo, determinassero la corrosione.

Una teoria che ammette la possibilità delle corrosioni solo in quanto vi è presenza di acidi liberi, non può evidentemente avere una portata generale, tale cioè da spiegare le innumerevoli forme di corrosione che si possono presentare, tanto più che per un grande numero di esse si riscontrava nettamente l'assenza degli acidi stessi.

Però nel caso particolare del piombo a diretto contatto col terreno si deve dare molta importanza a questo genere di corrosione, per l'azione corrosiva dovuta agli *acidi organici* provenienti dalla decomposizione di sostanze organiche, e fra di essi in modo particolare all'acido acetico formantesi nella decomposizione del legno o di altri vegetali.

L'azione dei prodotti organici di decomposizione tende a dissolvere lo strato di ossido di cui è coperto il piombo nel terreno; questo strato di ossido, viene trasformato, per effetto degli stessi acidi organici, in sali insolubili, mentre sul cavo si forma un nuovo strato di ossido, che viene nuovamente disciolto e così di seguito, ottenendosi la corrosione.

Se pensiamo alla larga diffusione di questi prodotti organici e alla vicinanza in cui si può trovare un cavo ai terreni coltivati, ai cascinali ed agli abitati fronteggianti le strade, appare subito come i prodotti di decomposizione possano rappresentare una delle cause preponderanti delle corrosioni dovute agli agenti chimici.

Accenneremo soltanto alla teoria del *perossido di idrogeno*, che si basa sulla formazione, nella prima fase di ossidazione umida del piombo, del detto perossido che provocherebbe poi la corrosione, e alla *teoria colloidale*, secondo la quale l'azione corrosiva verrebbe generata dalla presenza di sostanze allo stato colloidale agenti come catalizzatori, perchè la loro portata è limitata a casi troppo particolari.

Diremo invece della *teoria elettrochimica*, integrata dal principio dell'*aereazione differenziale*, che in questi ultimi anni si è largamente sviluppata, portando un notevole contributo alla spiegazione dei fenomeni di corrosione.

Essa considera come causa fondamentale delle corrosioni, le correnti elettriche, generate dalla disuniformità, sotto forma qualunque, nella costituzione, nella distribuzione o nella concentrazione degli elementi di cui la conduttura metallica è costituita e circondata, che stabiliscono dei veri e propri cicli elettrolitici di corrosione.

In modo particolare per i metalli e per le leghe ordinarie, hanno influenza le eterogeneità e le variazioni della struttura granulare, esistenti nei metalli stessi, e le differenti concentrazioni dell'ossigeno nei diversi punti della loro superficie.

Facciamo un primo esempio: si abbia una conduttura sotterranea a diretto contatto con un terreno umido a reazione acida. Si supponga che il metallo costituente la conduttura, contenga delle eterogeneità, dovute ad inclusione di altri metalli od a variazioni nella sua struttura granulare, formatesi durante le diverse fasi di lavorazione.

Vedremo allora stabilirsi correnti elettriche che partendo dai punti del metallo elettricamente positivi e funzionanti da anodi, attraverso l'elettrolito, raggiungeranno i punti del metallo elettricamente negativi, in funzione di catodi, per chiudersi attraverso la conduttura (fig. 2).

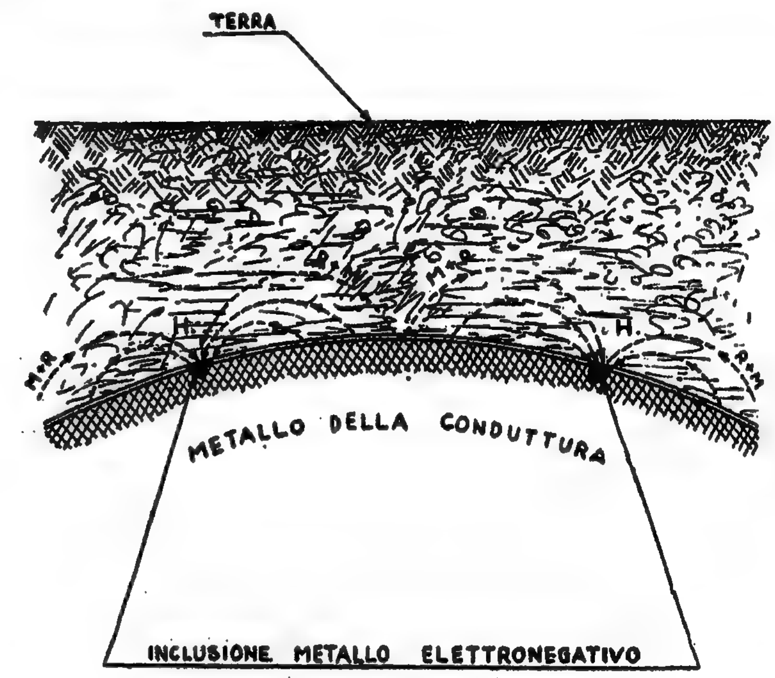


Fig. 2.

Un tale ciclo elettrolitico determina un trasporto di metallo dai punti anodici nella soluzione, colle corrosioni che ne conseguono.

Una particolare esperienza ha permesso di dimostrare il principio dell'*aereazione differenziale*. In un vaso di vetro (fig. 3) contenente una soluzione di cloruro di potassio, diviso in due scompartimenti con una parete porosa, si sono poste due piastre di piombo,

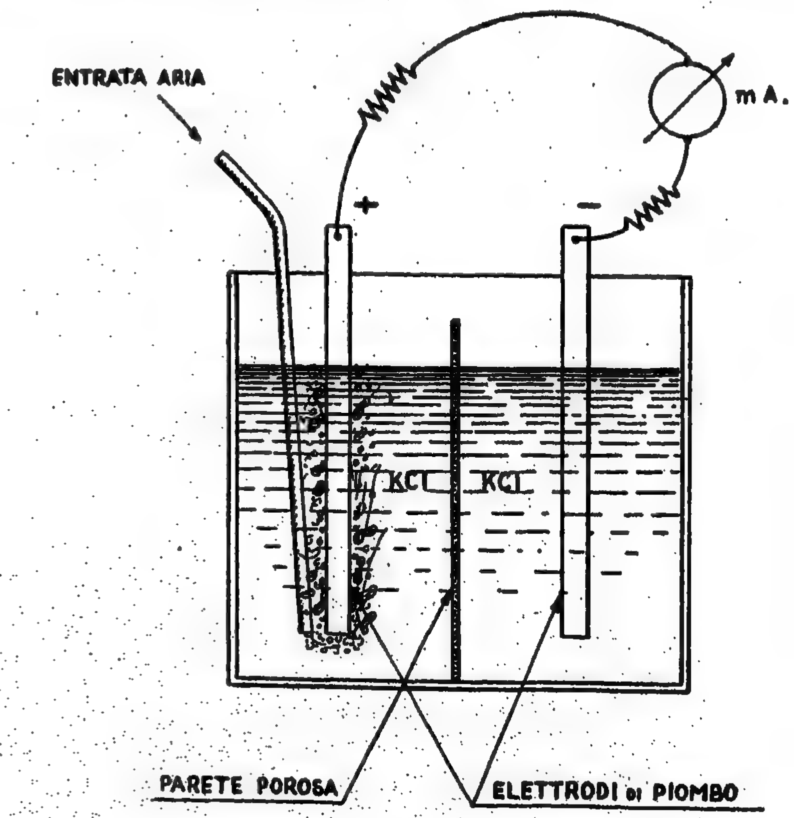


Fig. 3.

una per scomparto. A questi due elettrodi si è collegato in serie un milliamperometro: esso non dava indicazione alcuna di passaggio di corrente. Se però, per mezzo di un tubo, soffiamo dell'aria nell'elettrolito, nella immediata vicinanza di un elettrodo, la superficie di quest'ultimo presenterà rispetto a quella dell'altro elettrodo una maggiore concentrazione di ossigeno, e si stabilirà una corrente attra-

verso l'elettrolito che partendo dall'elettrodo meno aereato si porterà verso quello più aereato. Ossia l'elettrodo meno aereato funzionerà da anodo, e quindi sarà soggetto a corrosione, mentre l'elettrodo più aereato funzionerà da catodo. È questo il principio della *aereazione differenziale*.

L'esperienza su descritta ha una notevolissima importanza inquantochè spiega un grande numero di corrosioni, assai diffuse, per l'azione dell'ossigeno che generalmente si trova in quantità sufficiente nell'acqua del terreno in contatto con le condutture.

Vediamo, come esempio, il meccanismo di quelle corrosioni che si presentano profonde con penetrazione attraverso la guaina del cavo, talvolta secondo un asse rettilineo e talvolta secondo un percorso intergranulare.

Si supponga la guaina di piombo del cavo a diretto contatto dell'acqua del terreno nella quale, tra i diversi sali in soluzione, sia presente in maggior quantità cloruro di sodio. Supponiamo pure che nel piombo vi sia una delle tante fenditure o canaletti capillari, microscopici od anche ultramicroscopici, che si formano nella massa del metallo durante la colata nell'intorno dell'anima del cavo, o durante il suo successivo rapido raffreddamento (fig. 4).

Mentre l'ossigeno disciolto nell'acqua avrà una concentrazione pressochè uniforme rispetto ai diversi punti della superficie del piombo, ciò non potrà verificarsi per la concentrazione dell'ossigeno nell'interno del canaletto capillare dove il liquido sarà penetrato. E precisamente la concentrazione dell'ossigeno sarà maggiore alla superficie del piombo che non in fondo al canaletto capillare. Per conseguenza in base al principio dell'aereazione differenziale, la superficie del piombo costituirà il catodo mentre l'interno del canaletto funzionerà da anodo; quivi il piombo si corroderà passando in soluzione e formando cloruro di piombo. All'esterno, nella zona catodica, il sodio rimasto libero in presenza dell'acqua formerà idrato di sodio. Questo a sua volta quando si troverà in contatto col clo-

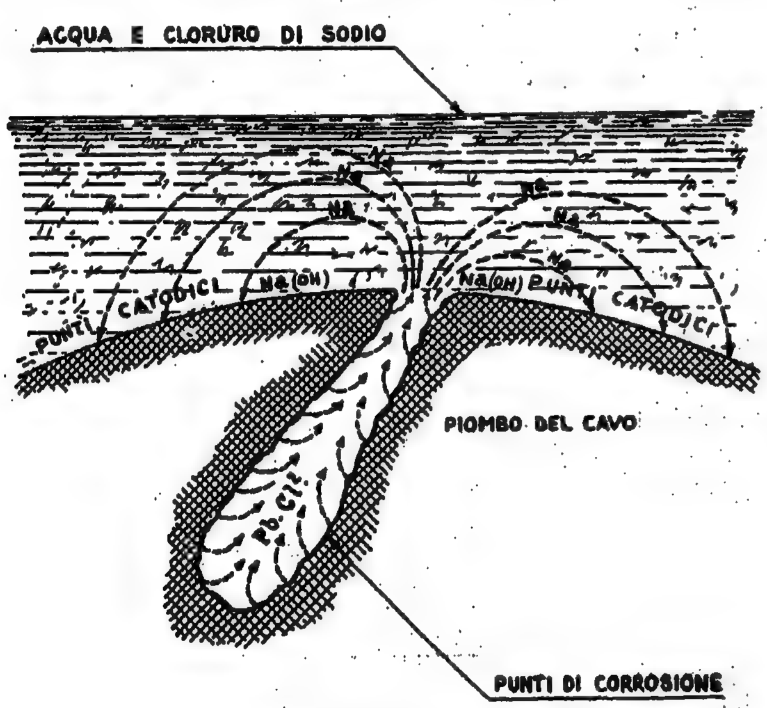


Fig. 4.

ruro di piombo, all'uscita del canaletto di corrosione, reagirà con esso per formare idrato di piombo solubile, il quale con l'acido carbonico, quasi sempre presente nel terreno, si trasformerà in carbonato di piombo insolubile, mentre il cloruro di sodio si rigenererà e potrà ricominciare il suo ciclo di corrosione.

L'esame di questi fenomeni di corrosione visti secondo la teoria elettrochimica ed il principio dell'aereazione differenziale, è giustificato dalla loro notevole importanza: tali fenomeni, contrariamente alla reazione chimica diretta, hanno un ciclo che si ripete indefinitamente nel tempo e che, generalmente, si concentra su superfici anodiche ridottissime, che permettono anche a forze elettromotrici assai piccole di determinare fori nelle condutture sulle quali si sviluppano.

Essi, inoltre, sembrano dipendere non solo dagli elementi contenuti nel terreno, ma anche dalla minore o maggiore uniformità che gli elementi stessi presentano rispetto al cavo e rispetto all'elettrolito; e questo è un fatto importantissimo inquantochè grandemente favorisce le circostanze nelle quali tali corrosioni si possono manifestare.

A conclusione di quanto detto sulle corrosioni del primo gruppo, e dei gravissimi danni che possono recare, ricorderemo quelle manifestatesi sul primo cavo interurbano pupinizzato, posato in Italia: il Milano-Torino-Genova. Questo cavo ha un tracciato in forma di Y, col centro a S. Giuliano (sede di stazione amplificatrice) ed i vertici a Milano, Torino e Genova. Nel suo percorso di 300 km lungo le strade della Lombardia, del Piemonte e della Liguria, il cavo, avente la guaina di piombo nudo senza alcuna protezione, era

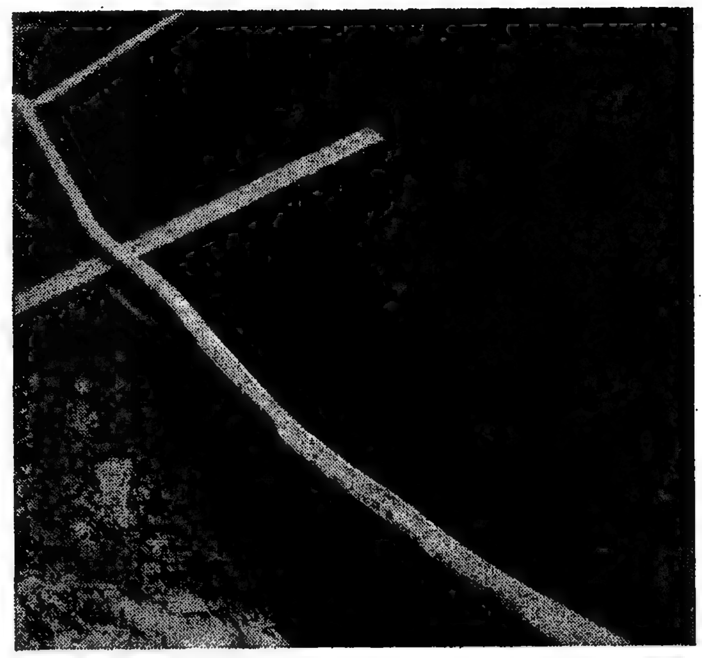


Fig. 5.

posato in canaletti di cotto a tenuta non stagna. Facevano eccezione i percorsi attraverso le città, dove il cavo era contenuto in tubazioni di grès ceramico con ottime giunzioni a bicchiere.



Fig. 6.

Messo in servizio nel 1925, cominciarono dopo breve tempo a verificarsi guasti, che localizzati risultarono dovuti a fenomeni di corrosione, sia a reazione diretta di acidi organici e di soluzioni ammoniacali che a ciclo elettrolitico. Tali fenomeni di corrosione as-



Fig. 7.

sunsero in men di due anni, un tale carattere di gravità, da obbligare l'Amministrazione Italiana a compiere, tra il 1928 ed il 1929, un ampio lavoro di protezione che richiese lo scoprimento del cavo lungo tutto il suo percorso in campagna, ossia per ben 250 chilometri.

Il cavo venne accuratamente pulito con spazzole di acciaio, circondato con nastrature di carta e bitume e posato in cassette speciali di protezione.

Le figure 5, 6, 7, danno una idea dello stato in cui era ridotta

la guaina del cavo Milano-Torino-Genova in alcuni punti del suo percorso; la figura 8 mostra i lavori di pulitura e di revisione del cavo stesso.

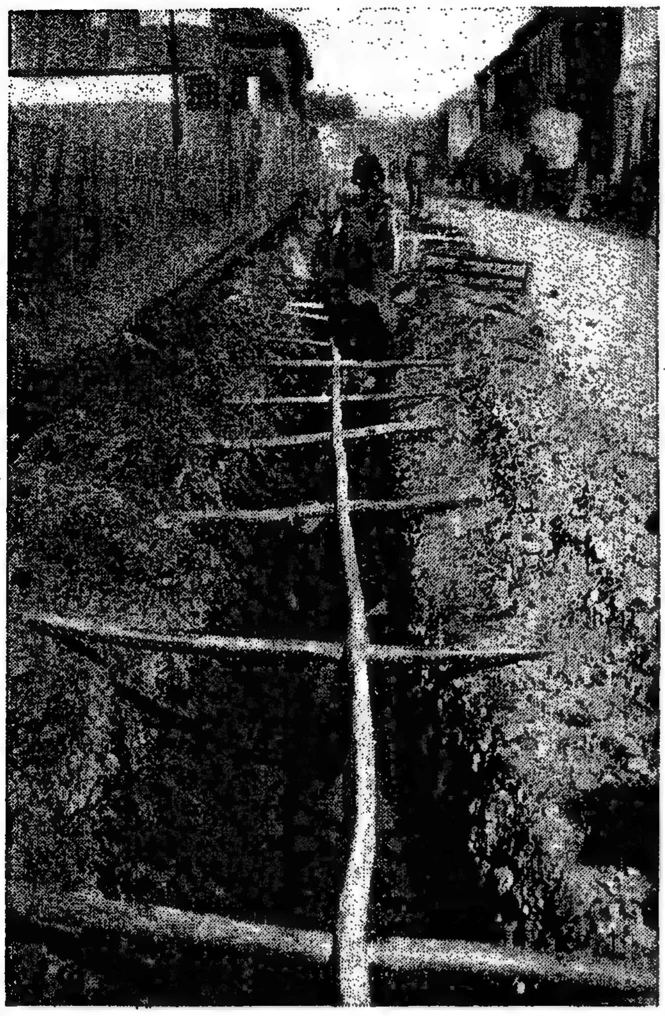


Fig. 8.

2. - Corrosioni del secondo gruppo.

Passiamo ora alle corrosioni del secondo gruppo, ossia a quelle dovute a *fenomeni elettrolitici prodotti dalle correnti vaganti.*

In questi fenomeni di corrosione la corrente elettrica che li determina, è generata da cause assolutamente esteriori quali possono essere, per esempio, quelle dipendenti dagli impianti di trazione a corrente continua.

Sono appunto questi impianti che principalmente producono le correnti vaganti nel terreno, poichè utilizzano le stesse rotaie di corsa per il ritorno della corrente alle sbarre negative delle stazioni di alimentazione. Non essendo le rotaie isolate dal terreno le correnti di ritorno possono passare dalle rotaie nel suolo, che forma una specie di conduttore ausiliario collegato in parallelo con le rotaie, e partecipa al passaggio delle correnti di ritorno verso le stazioni di alimentazione a seconda del suo stato fisico e della sua resistenza ohmica.

Per conseguenza anche le strutture metalliche che si trovano nel terreno, sono investite da queste correnti e partecipano al circuito di ritorno dell'impianto di trazione in modo più o meno importante, a seconda del loro tracciato, del loro parallelismo con le rotaie e dei loro attraversamenti con quest'ultime.

Le correnti su tali condutture del sottosuolo si convogliano fino a quando lo stato del terreno è tale da formare una via di resistenza ohmica inferiore di quella costituita dalle rotaie.

Nel tracciato delle condutture metalliche sotterranee, possiamo quindi distinguere una zona di entrata o di assorbimento delle correnti vaganti detta *negativa,* e una zona di uscita o di corrosione detta *positiva.*

Tra queste due esiste, generalmente, una zona lungo la quale non avvengono scambi di corrente tra la conduttura metallica ed il terreno che la circonda, detta *zona neutra.*

Le correnti vaganti di ritorno nel loro percorso eterogeneo, passando da corpi metallici a zone umide del terreno, per ritornare in definitiva ancora a corpi metallici, sviluppano in grande stile fenomeni elettrolitici.

Le rotaie e le condutture metalliche sotterranee costituiscono gli elettrodi, l'acqua del terreno ed i sali in essa contenuta, l'elettrolito.

Gli anioni generati dalla conseguente dissociazione elettrolitica si manifestano all'anodo, ossia presso quelle parti della conduttura metallica che cedono corrente al terreno, ed entrano con esso in reazione, mentre i cationi si portano ai punti della struttura metallica funzionanti da catodi la cui costituzione chimica resta invariata, presentando tutt'al più un deposito di metallo proveniente dall'elettrolito.



Fig. 9.

Le figure 9, 10, 11, 12 mostrano alcune corrosioni elettroliche manifestatesi sui cavi telefonici in Milano.

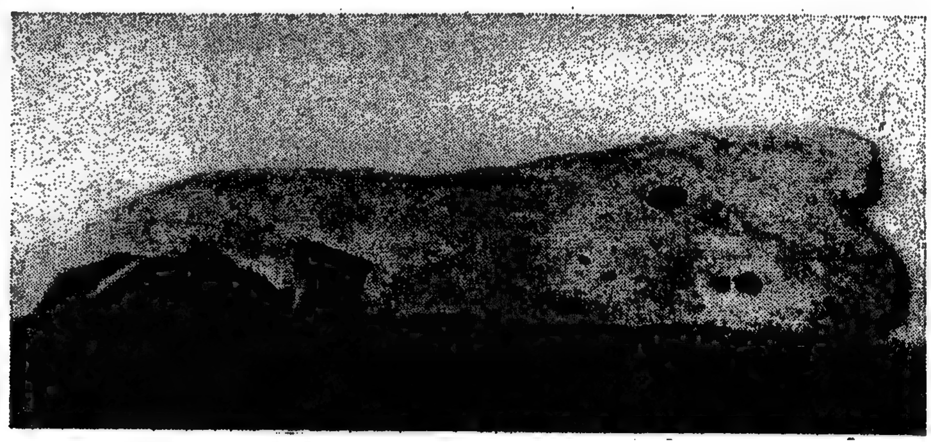


Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.

Per quanto abbiamo detto, ricordiamo *che le corrosioni elettrolitiche avvengono solamente dove la corrente abbandona la conduttura metallica per entrare nel terreno.*

Il grado di esposizione al pericolo della corrosione presentata da una conduttura, è espresso dallo spessore della sua guaina che viene corrosa in un tempo determinato.

È evidente la opportunità di esprimere il grado di pericolo dallo spessore della guaina corrosa e non dal peso del metallo corroso, perchè è ben più pericolosa una corrosione che si manifesta in profondità rispetto ad un'altra che si sviluppa in estensione.

In base a questa definizione ed alla formula che la esprime, derivate direttamente dalle leggi di Faraday risulta che l'esposizione al pericolo di un cavo non dipende dall'intensità della corrente che dal cavo passo nel terreno, ma dalla *densità* di questa corrente.

Per i cavi con guaina di piombo si considera capace di provocare una corrosione elettrolitica, una corrente di densità di 0,150 miliampere per decimetro quadrato di superficie; per il ferro una corrente di densità di 0,745 milliampere al decimetro quadrato.

Le corrosioni elettrolitiche di cui abbiamo parlato sono provocate dalle correnti vaganti continue.

L'azione elettrolitica corrosiva delle correnti vaganti alternate nelle condutture metalliche del sottosuolo, è notevolmente piccola in confronto a quella delle correnti vaganti continue e possiamo considerarla trascurabile quando si è in presenza anche di queste ultime.

Allo stato attuale dell'esperienza difatti non si sono ancora constatate corrosioni di metalli, quali piombo e ferro per effetto di correnti alternate alle normali frequenze d'uso industriale, se non in casi di terreni particolari, per esempio ricchissimi di cloruri.

Per dimostrare l'efficace azione mitigatrice dell'inversione di polarità sui fenomeni elettrolitici di corrosione, ricorderemo che una corrente alternata a soli 5 periodi/sec produce una dissociazione elettrolitica praticamente trascurabile, mentre il semplice cambio di polarità con un periodo di un'ora riduce di più dell'80 % il peso del metallo corroso.

Questi fatti tanto notevoli indussero alcune nazioni, in modo particolare la Danimarca e gli Stati Uniti d'America, a proporre, come provvedimento atto a mitigare i dannosi effetti elettrolitici, l'inversione periodica di polarità negli impianti di trazione a corrente continua.

II) I SISTEMI DI PROTEZIONE.

Di fronte ai suddetti fenomeni di corrosione, si impose ai tecnici la necessità di studiare il problema delle *protezioni delle guaine* e di cercarne le più convenienti soluzioni.

1°) In primo luogo si è stabilito che per proteggere i cavi contro le corrosioni dovute agli agenti chimici del terreno o alla dicontinuità degli elementi nell'intorno della conduttura, ossia contro le corrosioni del primo gruppo, è indispensabile *separare la guaina di piombo dal contatto diretto col terreno e con l'acqua in esso contenuta.*

Un primo metodo per ottenere tale separazione consiste nell'avvolgere successivi strati isolanti intorno alla guaina del cavo durante l'*armatura*.

L'armatura di un cavo si eseguisce direttamente in fabbrica. Il cavo sottopiombo si fa passare lentamente in bacinelle contenenti miscele calde isolanti, bituminose o catramose, in modo che il piombo ne venga coperto con uno strato di circa 1 mm. Su di essi si avvolge un nastro di carta preventivamente impregnata di olio di resina o di miscela isolante, indi un altro strato di miscela isolante e poi ancora altre nastrature di carta impregnata con interposizione della suddetta miscela. Successivamente sul cavo si avvolge uno strato di juta pure impregnata e su di essa 2 nastri di ferro (questi hanno funzione di protezione meccanica del cavo) bene spalmati di miscele isolanti, avvolti nello stesso senso in modo che il secondo copra l'intervallo delle spire di quello sottostante. Su tali nastri si applica un altro strato di miscela isolante e di juta impregnata ed infine all'esterno una polvere di sostanza inerte (per esempio: talco) per impedire che le spire del cavo aderiscano tra loro.

Fino a qualche anno fa queste miscele isolanti erano costituite quasi unicamente da catrami. Ma l'uso dei catrami ha dato luogo, in alcune tratte di cavo e dei gravi inconvenienti, e precisamente a speciali corrosioni generate dagli olii contenuti negli stessi catrami di protezione.

Si sono subito studiate le ragioni di queste corrosioni e risultò che la causa principale era rappresentata dai *fenoli*.

Ricordiamo come esempio la derivazione Milano-Monza del cavo Ponti, costituita da un cavo di 36 bicoppie, il quale per una tratta di circa 20 km sull'Autostrada Milano-Bergamo, ha nella sua armatura degli strati di miscele catramose, che in seguito risultarono contenenti fenolo. Orbene su tale cavo sotterraneo di tanto in tanto si verificavano dei guasti, con la messa a terra di uno o due conduttori, causati dalle corrosioni su descritte. Esse si presentano sotto forma di piccoli fori, il cui tracciato attraverso lo spessore della guaina del cavo non è mai rettilineo, ma nettamente a carattere di penetrazione intergranulare.

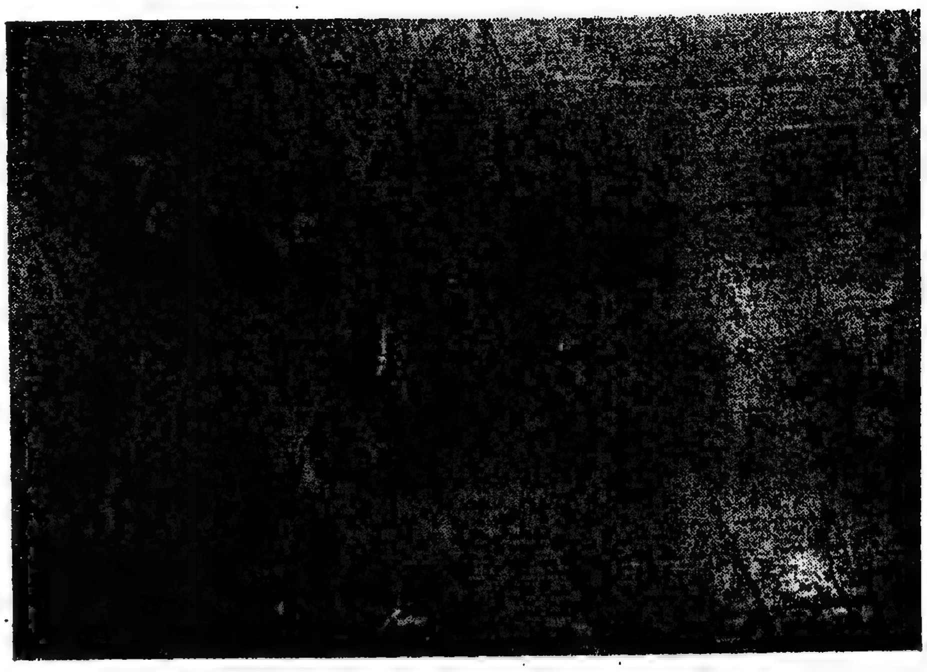


Fig. 13.

La figura 13 mostra un tratto di guaina corrosa dai fenoli.

Una delle ipotesi del meccanismo della reazione è la seguente: lo strato di ossido, che generalmente esiste sul piombo del cavo, in presenza dell'acqua del terreno, che attraverso qualche discontinuità del catrame è riuscita a raggiungere il metallo, si trasforma in idrato di piombo. Questo a sua volta reagisce con l'acido carbonico contenuto nell'acqua e si forma del carbonato di piombo insolubile. La presenza del fenolo accelera notevolmente queste trasformazioni, agendo esso come catalizzatore. E precisamente esso trasforma parte dell'ossido in fenato di piombo che viene a sua volta scomposto dall'acido carbonico in carbonato di piombo insolubile e in fenolo, il quale, tornato libero, ricomincia la sua azione corrosiva.

Queste reazioni dimostrano il perchè piccole quantità di fenolo, quali possono essere quelle contenute negli strati di catrame che circondano i cavi nell'armatura, riescono a provocare corrosioni gravi con fori passanti attraverso la guaina.

L'azione distruttiva del fenolo appare ancora maggiore osservando la grande diffusione delle sue corrosioni, che lentamente, ma continuamente, si sviluppano su tutta la lunghezza della guaina, in modo che l'acqua entrando in piccolissime quantità, ma in molti punti, determina un abbassamento generale dell'isolamento del cavo; sempre più grave sino a rendere impossibile il regolare svolgersi delle comunicazioni telefoniche e necessaria la sostituzione del cavo stesso.

È quindi indispensabile che le miscele catramose per l'armatura dei cavi, siano scelte e accuratamente provate in modo da garantire l'assoluta assenza dei fenoli.

A questo proposito anzi l'Amministrazione Italiana in seguito ad inconvenienti del genere di quello sopra descritto, verificatosi in qualche tratta della sua rete interurbana, emanò un capitolato speciale per l'armatura dei cavi interurbani, nel quale si prescrive che la miscela isolante per l'armatura deve essere formata non più da catrame, bensì da bitumi a reazione neutra.

In tale capitolato è pure stabilito che gli strati di bitume di protezione, alternantesi con le nastrature di carta impregnata, devono essere ben quattro, prima della juta (vedi figura 14).

Ultimamente si eseguirono armature di cavi anche con l'interposizione di una o due nastrature di gomma e con due guaine di piombo con interposto un isolante di gomma.

Un altro metodo di protezione che dà un buon affidamento nello stabilire una sicura separazione tra la guaina del piombo e l'acqua del terreno, consiste nel preparare al cavo sottopiombo una appropriata sede nello scavo, costituita da sostanze isolanti, che circondano il cavo senza soluzione di continuità.

Secondo tale criterio è stata studiata per esempio una cassetta di protezione nella quale il cavo sottopiombo risulta circondato da uno strato di miscela bituminosa (esterno), e da uno strato di bitume (interno). Tra i due strati vi è un feltro bituminato che ha la funzione di rendere facile e sicura la continuità dello strato di protezione.

Una particolarità di questo sistema di protezione è l'assenza

di sostanze eterogenee nei confronti del bitume (come lamine, nastri metallici, ecc.) che specialmente in corrispondenza delle giunzioni rappresentano sempre punti deboli per la difficoltà di aderenza col bitume. Tale fatto dà inoltre al complesso un notevole grado di elasticità, sufficiente per evitare danni per vibrazioni o leggeri cedimenti del terreno.

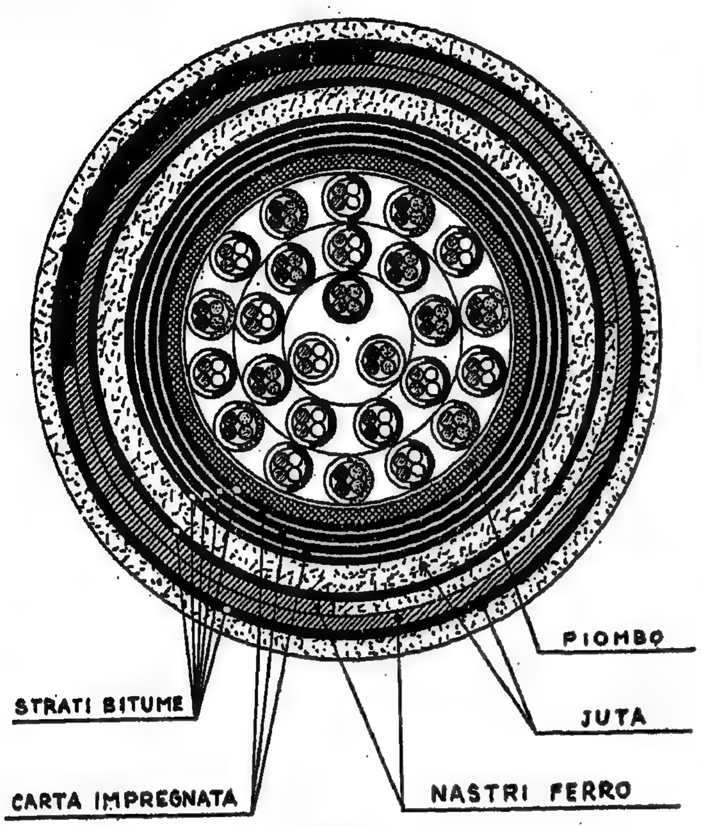


Fig. 14.

Questo tipo di protezione ha dato buoni risultati. In proposito abbiamo eseguito recentemente a Brescia misure di corrente su un tratto di cavo così protetto, lungo circa 1 km e disposto parallelamente alle rotaie tramviarie a circa $3 \div 4$ metri di distanza da queste, in vicinanza della stazione di alimentazione, con differenze di potenziale cavo-rotaia di $5 \div 7$ V, quindi suscettibile di notevoli scambi di corrente cavo-terreno-rotaia. Orbene la corrente misurata risultò dello stesso valore all'inizio e al termine della protezione, dimostrando il buon isolamento cavo-terra stabilito dalla protezione stessa. Risultati simili si ottennero da altre misure del genere, effettuate poco tempo fa su un cavo della rete urbana di Monza.

2°) Nelle città, specialmente in quelle dove gli abbonati sono numerosi, le maggiori arterie delle reti telefoniche sono costituite da cavi sottopiombo in tubazione, ossia in manufatti a fori multipli, che possono essere formati da diversi materiali: blocchi o tubi di cemento, tubi di eternit, tubi di grès, tubi di carta bituminata. Le tubazioni di grès con giunti a bicchiere e quelle di carta bituminata sono le migliori, e con la loro alta resistenza d'isolamento rispetto al terreno, riducono l'intensità delle correnti vaganti nelle guaine dei cavi.

La potenzialità delle tubazioni varia a seconda della densità telefonica (attuale e di previsione) della zona, e va diminuendo dalla centrale telefonica ai limiti della zona servita dalla centrale stessa.

I cavi vengono posati in tubazione col piombo nudo e ciò per diverse ragioni: 1°) hanno un minor costo rispetto ai cavi armati; 2°) il loro diametro esterno risultante è minore, quindi rende possibile la posa in tubazione di cavi di potenzialità maggiore; 3°) la forza d'attrito tra la superficie interna del tubo e il piombo del cavo, è inferiore, anche per tratte maggiori di 100 metri, al carico di rottura della guaina di piombo, fatto che difficilmente si verificherebbe, se il cavo fosse circondato da sostanze bituminose.

Ne consegue che in queste condizioni la protezione dei cavi contro le corrosioni dovute alle correnti vaganti *non si può più ottenere per separazione della guaina dal terreno circostante; bisogna invece provocare una variazione nella differenza di potenziale cavo-terreno in modo da annullare tutte le zone anodiche di corrosione.*

Su queste stesse colonne è già stato recentemente descritto il sistema di protezione «di riduzione ai minimi potenziali negativi» (1) installato a Milano per proteggere dalle corrosioni elettrolitiche dovute alle correnti vaganti, la rete telefonica della Stipel.

Tale sistema, per mezzo dell'azione combinata dei drenaggi bilanciati, giunti isolanti e giunti bilanciati, permette di abbassare il potenziale della guaina dei cavi ad un livello inferiore a quello del terreno circostante, non solo, ma anche di regolare la differenza di potenziale cavo-terra ad un valore assai vicino allo zero, considerando questo limite come differenza di potenziale perfetta.

In modo particolare ricordiamo l'importanza dell'effetto provocato sulle strutture metalliche del sottosuolo dall'inserzione dei giunti bilanciati.

a) Sia $M N$ una linea di trazione a corrente continua con le rotaie alimentate negativamente in M (figura 15). Nella stesso figura indichiamo con $P Q$ un cavo sotterraneo parallelo alla linea $M N$.

Se la linea di trazione è caricata uniformemente, ossia se le vetture si susseguono una vicina all'altra con intervalli uguali e velocità uguali, le differenze di potenziale tra le rotaie ed il punto neutro saranno rappresentate dalla curva $A A'$. Le differenze di potenziale del cavo sotterraneo, che, come si è detto, è parallelo alle rotaie, rispetto al punto neutro seguono una legge molto simile a quella delle differenze di potenziale rotaia-punto neutro e sono indicate dalla curva $B B'$. Così si può dire per le differenze di potenziale terreno-punto neutro e l'analogia all'andamento delle differenze di potenziale rotaie-punto neutro risulterà tanto maggiore, quanto più uniforme sarà, lungo il tratto interessato, la resistenza ohmica del terreno stesso; esse sono indicate dalla curva $C C'$.

Consideriamo le curve $B B'$ e $C C'$: le ordinate comprese tra di esse rappresentano le differenze di potenziale fra il cavo e il terreno circostante. In un punto X di ascissa x sarà quindi V_x la differenza di potenziale che provoca una corrente di fuga in quel punto, uscente dalla guaina del cavo verso il terreno o entrante, a seconda che x è minore o maggiore di x_0, ascissa del punto neutro.

Se chiamiamo r la resistenza di passaggio della corrente dal cavo al terreno nel punto X, la corrente totale di fuga lungo l'intero percorso del cavo risulta:

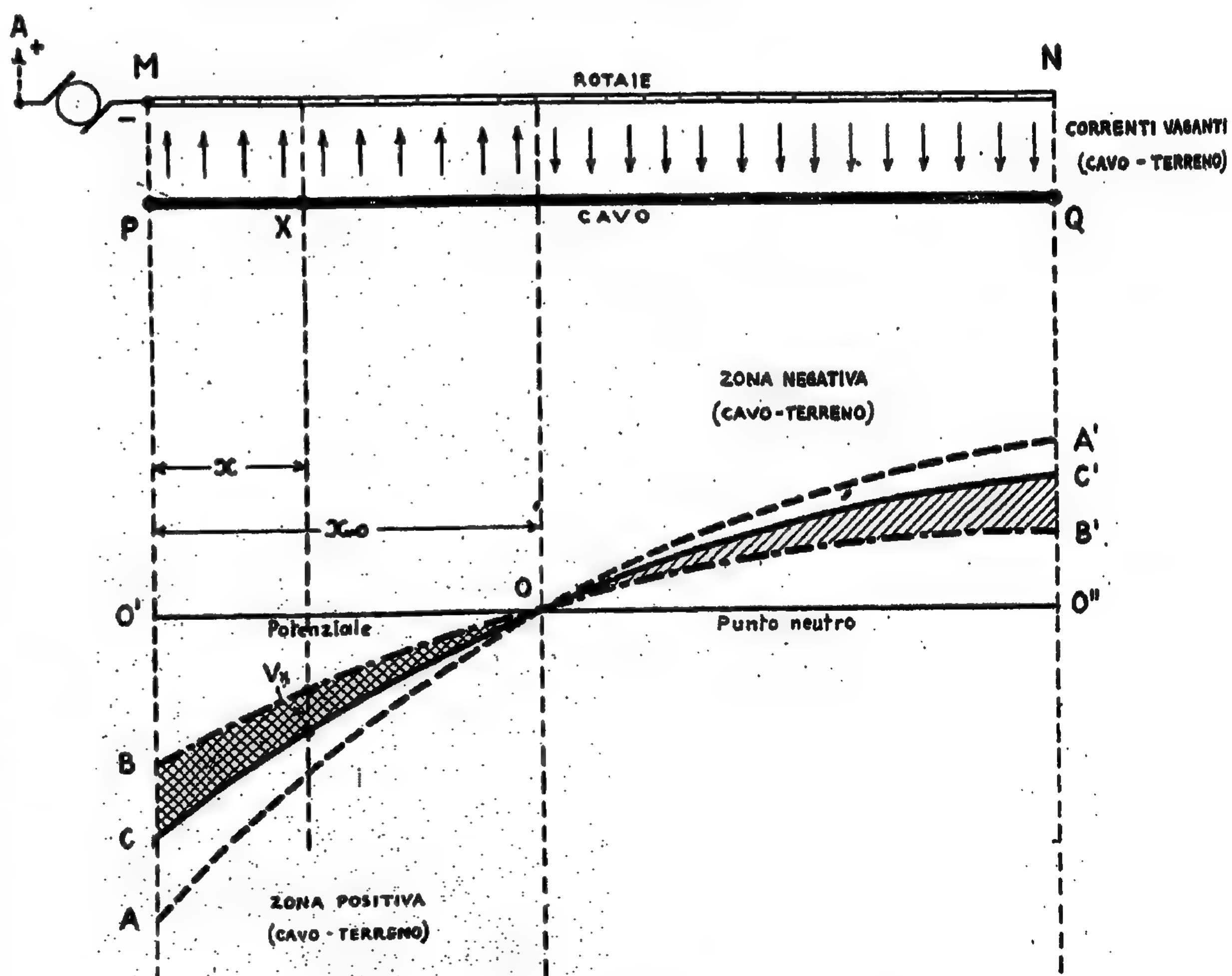


Fig. 15.

$$J = \int_{PQ} \frac{V_x}{r} \, d x \qquad (1)$$

ossia J, a parità delle altre condizioni, è proporzionale all'area $B B' C' C$ (tratteggiata in figura).

(1) I. Panara: «Le corrosioni elettrolitiche e il sistema di protezione di Milano». - *L'Elettrotecnica* 5 aprile 1934, n. 10.

Un cavo nelle condizioni rappresentate dalla figura 15 è soggetto alle corrosioni elettrolitiche in tutta la zona positiva, ossia nella parte del suo percorso a sinistra del punto neutro.

b) Eseguiamo la protezione del cavo mediante il solo drenaggio elettrico, stabilendo cioè un collegamento metallico fra il cavo

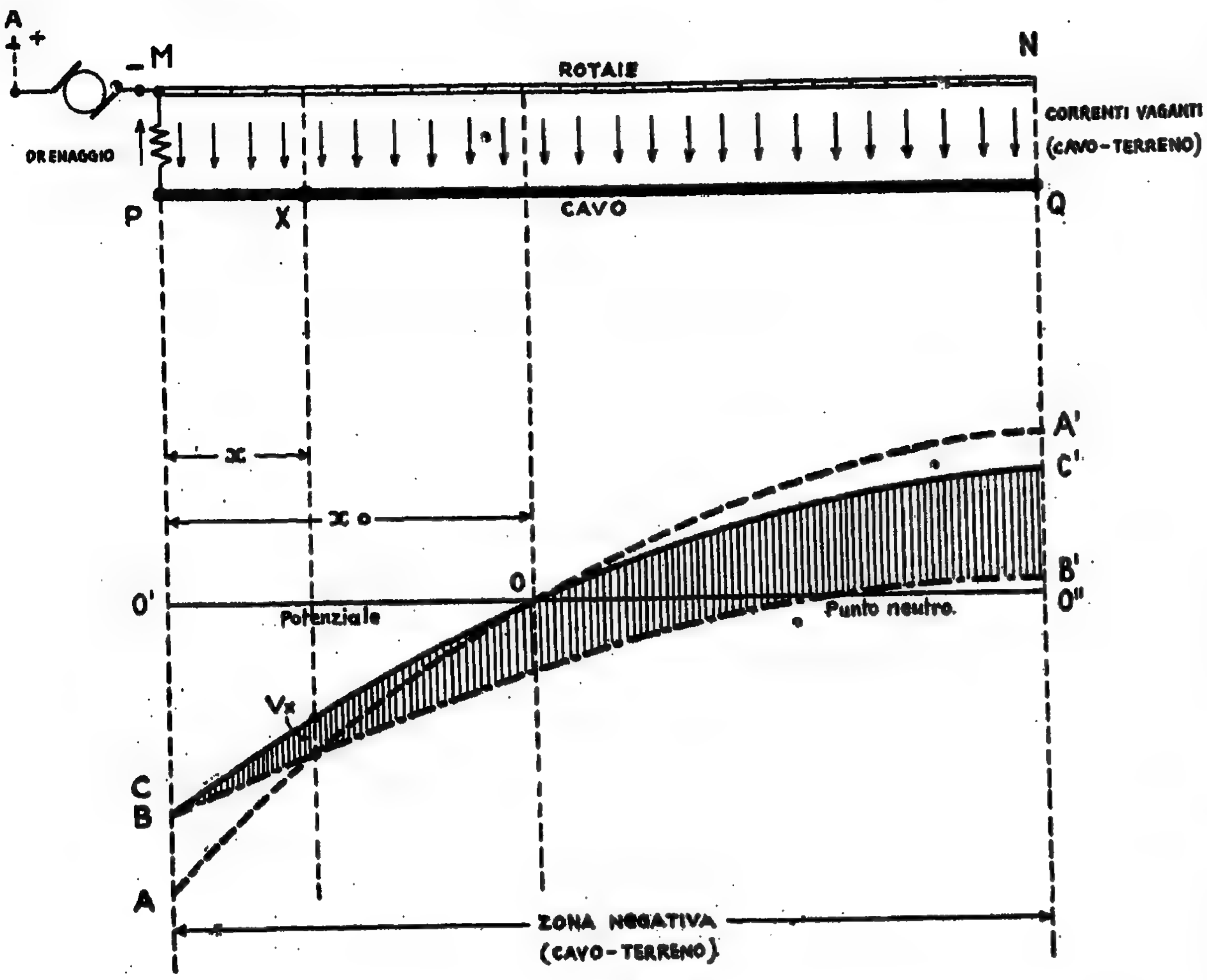


Fig. 16.

e la rotaia. Questo evidentemente si dovrà eseguire all'estremo *P* del cavo, ossia nel punto dove negativamente è maggiore la differenza di potenziale cavo-terreno.

Il miglior risultato che si può ottenere con il solo drenaggio, regolato con opportuna resistenza, è quello rappresentato dalla figura 16. Si determina cioè un abbassamento della curva delle differenze di potenziale cavo-punto neutro fino a far coincidere il punto *B* con il punto *C*, ossia sino a rendere nulla la differenza di potenziale cavo-terreno nel punto *P*.

Le ordinate comprese fra le curve $B\,B'$ e $C\,C'$ (figura 16) rappresenteranno i potenziali V_x cavo-terreno negativi, ossia potenziali che determinano l'assorbimento in tutto il percorso del cavo delle correnti vaganti, le quali verranno convogliate sul circuito di ritorno dell'impianto di trazione solamente attraverso il conduttore formante il drenaggio nel punto *P*.

Si deve però osservare che le nuove condizioni elettriche derivanti dall'applicazione del solo drenaggio hanno fatto aumentare in tutto il tracciato del cavo i potenziali negativi V_x, i quali sono tanto maggiori quanto più ci si allontana dal punto di drenaggio. Esse cioè hanno determinato una zona negativa di assorbimento delle correnti vaganti assai più intensa, che annulla il pericolo della corrosione sul cavo drenato, ma che aumenta notevolmente la corrente di fuga.

$$J = \int_{PQ} \frac{V_x}{r}\, d\,x$$

Questa è proporzionale all'area $B\,B'\,C'$ tratteggiata nella fig. 16 ed è totalmente diretta dal terreno alla guaina del cavo. Nel contempo però aumenteranno le zone positive di corrosione sulle altre condutture metalliche eventualmente esistenti nelle vicinanze del cavo drenato e quindi le possibilità della loro corrosione.

c) Eseguiamo ora la protezione del cavo mediante il drenaggio e i giunti bilanciati. Questi permettono di riportare a zero il potenziale cavo-terreno nella parte immediatamente a monte dei giunti stessi. Se per esempio, nel caso in esame, inseriamo i giunti bilanciati nei punti S_1, S_2, S_3, vedi figura 17, la curva $B\,B'$ della figura 15 dopo le protezioni si trasformerà nella spezzata $B\,B''\,C''\,B'''\,C'''\,B^{IV}\,C^{VI}\,B'$ della figura 17 e le differenze di potenziale cavo-terreno sarano rappresentate dalle ordinate comprese fra questa spezzata e la curva $B\,C'$ della stessa figura.

La corrente di fuga in tutto il percorso del cavo va dal terreno verso la guaina del cavo, che abbandona solamente al punto di drenaggio stabilito.

La sua intensità *J*, proporzionale all'area, formata dalla successione di triangoli, tratteggiata nella figura 17 è, come si vede, fortemente diminuita rispetto a quella risultante dalla protezione ottenuta col solo drenaggio, in conseguenza della riduzione dei potenziali cavo-terreno stabilitosi con l'inserzione dei giunti bilanciati ed è data dalla:

$$J = \int_{PS_1} \frac{V_x}{r}\, d\,x + \int_{S_1 S_2} \frac{V_x}{r}\, d\,x + \ldots + \int_{S_n Q} \frac{V_x}{r}\, d\,x = \Sigma \int_{PQ} \frac{V_x}{r}\, d\,x \qquad (3)$$

Se si inserisce un numero grandissimo di giunti bilanciati, V_x in tutti i campi di integrazione diventerà piccolissimo ed al limite per $n = \infty$ sarà $V = 0$, per cui:

$$J = \sum_{\delta = \infty} \int_{PQ} \frac{V_x}{r}\, d\,x = 0$$

ossia la corrente di fuga diventerà nulla.

Appare quindi evidente l'utile effetto prodotto dall'inserzione dei giunti bilanciati nella protezione contro le correnti vaganti; essi tendono ad « annullare » rispetto al movimento delle correnti vaganti nel sottosuolo della struttura metallica la presenza nel sottosuolo della struttura metallica nella quale sono inseriti, con notevole vantaggio della struttura stessa e di tutte le altre condutture sotterranee vicine.

Conclusione.

Questi sistemi di protezione sono tipicamente adatti per i cavi telefonici e la pratica applicazione ne ha confermato i vantaggi e

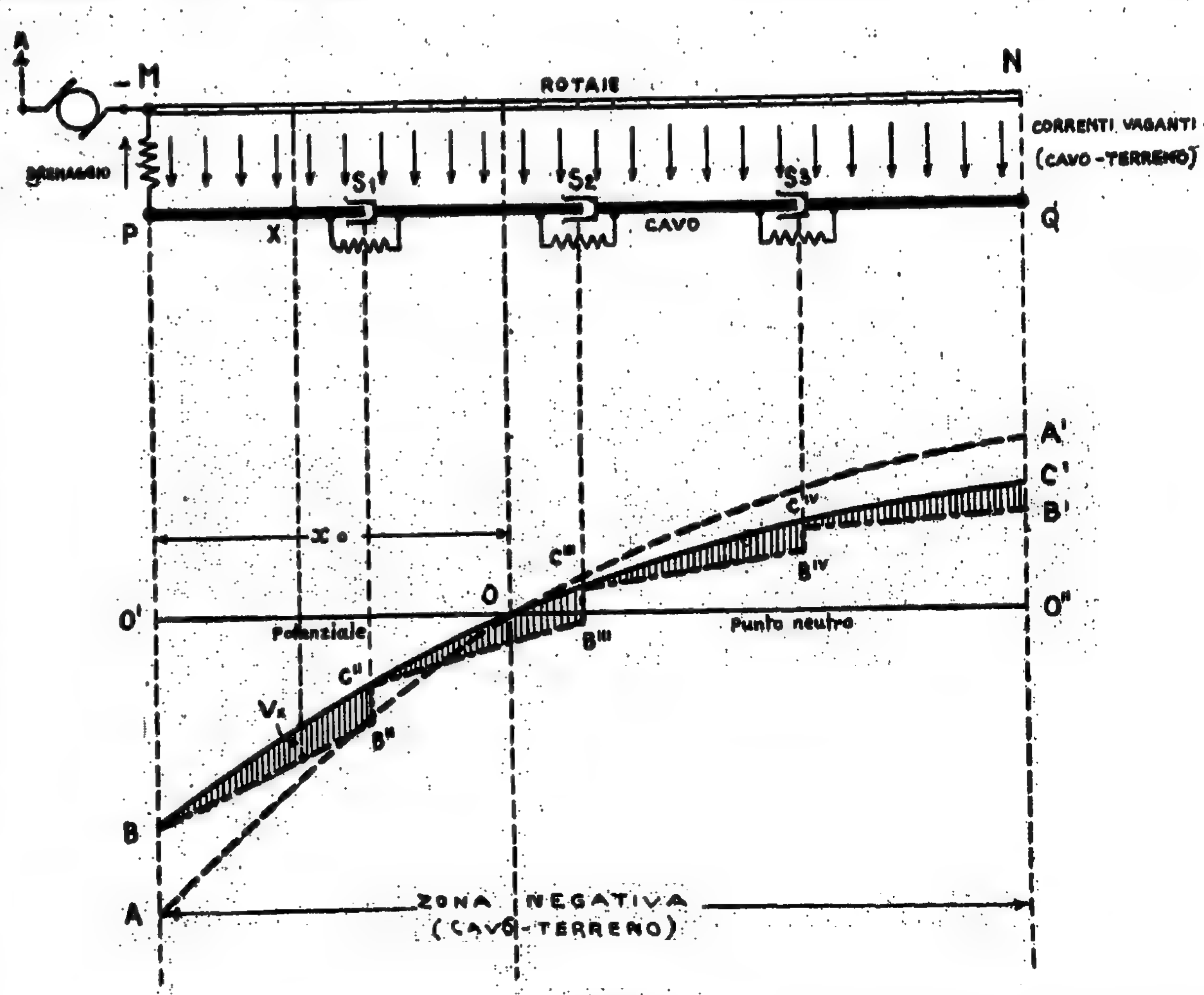


Fig. 17.

l'efficenza; ma è indubbio che coi dovuti accorgimenti si possono estendere agli altri cavi e strutture metalliche sotterranee.

I provvedimenti ed i lavori di protezione contro le corrosioni elettrolitiche furono eseguiti finora solo dagli Esercenti degli impianti telefonici e delle altre reti di condutture danneggiate; non sempre questi provvedimenti hanno avuto la necessaria, anzi doverosa collaborazione da parte degli Esercenti degli impianti di

trazione elettrica, rappresentando essi la causa delle corrosioni stesse.

Possiamo ricordare e rinnovare il voto, col quale si chiuse la discussione sui fenomeni di corrosione alla Riunione di Gardone, che questa collaborazione negli studi e nei provvedimenti, possa efficacemente iniziarsi e sia tale da rendere possibile quella convivenza tra disturbati e disturbatori, che è indispensabile al progredire di ogni pubblico servizio.

Milano, 9 agosto 1935-XIII.

RELAIS A GRADINI PER SOVRACORRENTI E LORO APPLICAZIONI

GIUSEPPE CARDELLINO

In primo luogo vengono descritte le caratteristiche dei relais a gradini, in seguito si accenna all'utile impiego di detti relais nel caso di linee alimentate ad un solo estremo, linee staccantesi da un anello, linee parallele, ed altre, in relazione al breve tempo di scatto e contemporaneamente alla selettività che con detti relais, si può raggiungere.

È nota la divisione dei relais a tempo per sovracorrenti in tre tipi, a seconda che il loro tempo di scatto è indipendente, dipendente o dipendente fino ad un certo punto, dalla grandezza della corrente di corto circuito. In molti casi della pratica però questi tre

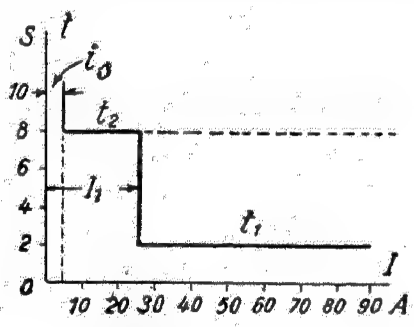


Fig. 1. — Caratteristica di un relais a gradini.

tipi non soddisfano completamente alle condizioni di funzionamento che si vorrebbero ottenere, condizioni che si possono facilmente raggiungere con relais di un quarto tipo, detto a gradini, la cui caratteristica a differenza di quella dei primi tre tipi ha un andamento non continuo, come mostra la fig. 1. Lo schema di detti realis è rappresentato nella fig. 2 con un relais ad un solo gradino con ca-

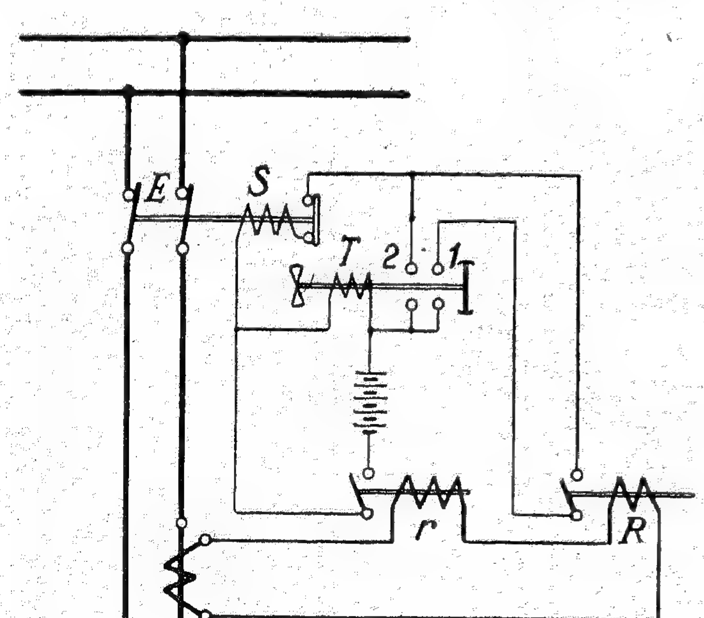


Fig. 2. — Schema di un relais a gradini.

ratteristica simile a quella della fig. 1: i due relais r e R sono costruiti in modo che R funzioni solo per un valore della corrente di corto circuito superiore ad un certo valore I_1, mentre r funziona già per valori della corrente superiore ad i_1. Se la corrente di corto circuito ha un valore $I > I_1$ allora scattano i due relais r e R, la corrente circolante nella bobina T fa chiudere il contatto 1, dopo un tempo t_1, la corrente attraverso il contatto provocato da R circola nella bobina S e fa scattare l'interruttore principale E. Se la corrente di corto circuito ha invece un valore $I < I_1$, allora non funziona R ma solo r, il contatto 1 non ha alcun effetto quindi bisogna aspettare che si effettui il contatto 2 il che avviene dopo un tempo $t_2 > t_1$; la corrente circola allora attraverso 2 ed il contatto di r e per mezzo della bobina S fa scattare E. I tempi t_1 e t_2 si possono variare a piacere, variando e la distanza fra 1 e 2 e la tensione della molla del relais a tempo T, e così pure i valori delle correnti I_1 e i_1, modificando opportunamente r e R. Con questo schema o con altri del genere si raggiunge così lo scopo di avere un relais con un tempo di scatto t_1 per valori grandi della corrente ed un tempo di scatto t_2 ($> t_1$) per valori piccoli della corrente. Vediamo ora quali sono i vantaggi di tali relais ed alcune loro applicazioni:

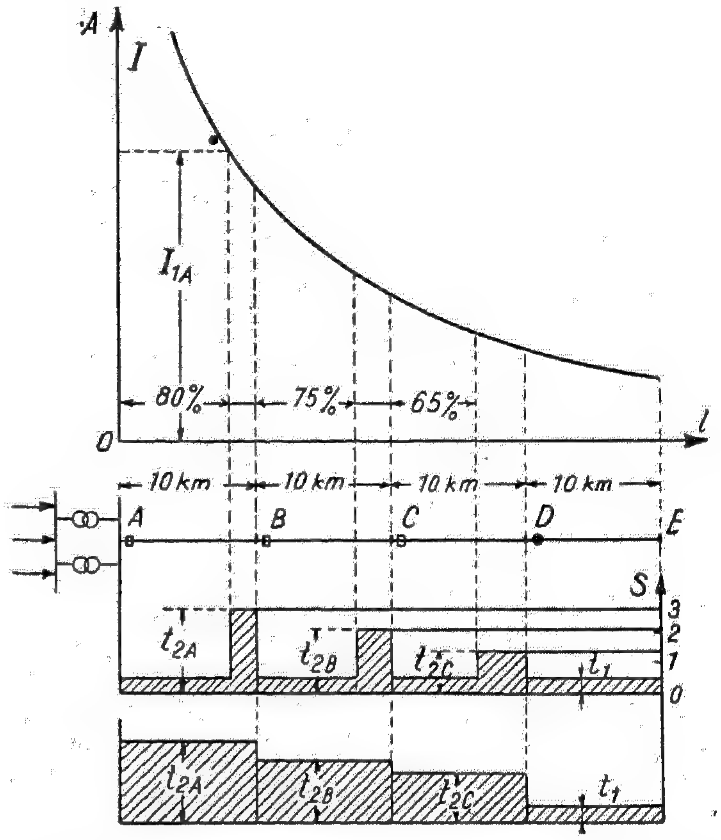


Fig. 3. — Tempi di scatto dei relais a gradini in una linea alimentata direttamente ad un estremo.

I relais a tempo indipendenti hanno, nel caso di molti relais susseguentisi, un tempo di scatto molto grande specialmente là dove la corrente di corto circuito raggiunge un valore molto rilevante, cioè nelle vicinanze della sorgente di energia dove proprio è necessario un tempo di scatto il più piccolo possibile. I relais a tempo dipendenti e quelli dipendenti con limite, hanno spesso un tempo di scatto troppo grande, indipendentemente dalla loro costruzione; inoltre il loro tempo di scatto non può essere sempre perfettamente conosciuto e regolato con precisione.

Questi inconvenienti vengono eliminati dai relais a gradini che offrono inoltre i vantaggi descritti in seguito.

L'impiego di questi relais può essere utile e vantaggioso nel caso di una linea alimentata da una sola parte e divisa in più sottostazioni, per es. la linea rappresentata in fig. 3, lunga 40 km, divisa in quattro tronchi di 10 km. Supponendo che in caso di corto circuito il valore della tensione nel punto A si mantenga costante, in qualunque punto il corto circuito avvenga, il valore della corrente è dato dai punti della curva rappresentata in figura a seconda della posizione del corto circuito. Per raggiungere lo scopo di staccare solo il tratto di linea che è in corto circuito o a terra, e naturalmente quelli che lo seguono nella parte opposta a quella di alimentazione e nello stesso tempo aver un tempo di scatto del primo relais in A non eccessivamente grande, possono usarsi i relais a tempo con caratteristica a gradini ed in questo caso basta un solo gradino. Mentre il tempo t_1 di ciascun relais può essere piccolo a piacere, il tempo t_2 deve essere tale che $t_{2A} > t_{2B} > t_{2C}$, per raggiungere la voluta selettività. Se il corto circuito avviene nel tratto $A\,M$, scatterà il relais in A nel tempo t_1, avendo la corrente di corto circuito un valore maggiore di I_{1A}, se invece nel tratto $M\,B$, lo scatto avverrà nel tempo t_{2A}.

Il punto M si potrebbe allora direttamente far coincidere con B ma è invece opportunamente spostato verso A del 20 % circa della lunghezza del tratto di linea, per essere al riparo da eventuali errori fatti nel calcolo della resistenza della linea e con essa della corrente di corto circuito per i diversi punti della linea, oppure da una piccola variazione nello stesso relais, il che porterebbe uno scatto del relais A invece di B quando vi fosse un corto circuito nel tratto $B\,C$.

Se per errori fatti nel calcolo o variazioni della resistenza della linea o della giusta posizione del relais, il punto M si sposta verso A, non c'è alcun pericolo perchè nella peggiore delle ipotesi si raggiungerebbe uno stato di cose simile a quello del caso d'impiego dei normali relais, stato di funzionamento non ideale ma non pericoloso; quello che è essenziale è che il punto M non sorpassi il punto B, perciò si fissa il punto M distante da B all'incirca del valore del 20 % della lunghezza del tratto di linea per essere al sicuro da tale pericolo.

Le stesse considerazioni valgono per i tratti $B\,C$ e $C\,D$; naturalmente essendo in questi punti la pendenza della curva della corrente (fig. 3) minore, è necessario aumentare quel valore su accennato del 20 %, per avere un margine di corrente dello stesso valore. In D è sufficiente un qualsiasi relais di sovracorrente. Nella stessa figura si è pure rappresentato il caso d'impiego di relais indipendenti, e si vede come per raggiungere lo stesso effetto è necessario far durare il tempo t_2 per tutto il tratto, ciò che è specialmente dannoso nel tratto $A\,B$ dove tale tempo deve essere assunto grande, e dove le correnti di corto circuito sono pure grandi. Si vede dunque come in questo caso di applicazione, i vantaggi siano: primo quello di non aver bisogno di adottare un tempo di scatto grande per tutto il tratto

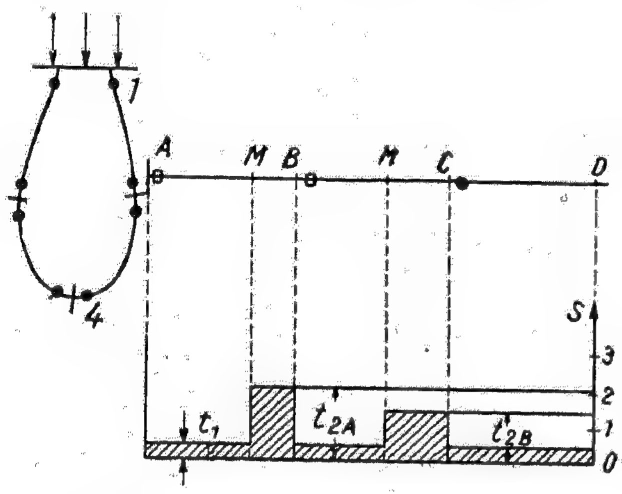


Fig. 4. — Tempi di scatto dei relais a gradini in una linea staccantesi da un anello.

$A\,B$, tempo che dovrebbe essere il più piccolo possibile perchè proprio in questo tratto di linea le correnti di corto circuito raggiungono valori molto rilevanti e dannosi; secondo vantaggio, quello di raggiungere una maggiore selettività, almeno nel primo pezzo di ciascun tratto perchè la differenza fra i tempi è $t_{2A} - t_1$, $t_{2B} - t_1$, ecc., invece di $t_{2A} - t_{2B}$, $t_{2B} - t_{2C}$, ecc. Per ottenere tale selettività nel caso di relais normali, si verrebbe a raggiungere un tempo t_{2A} eccessivamente grande e non ammissibile. Un altro caso di utile ed economico impiego di questi relais, è quello contemplato nella fig. 4, quando cioè una linea si stacca da un anello: in questo caso per raggiungere una buona e selettiva collaborazione dei diversi relais,

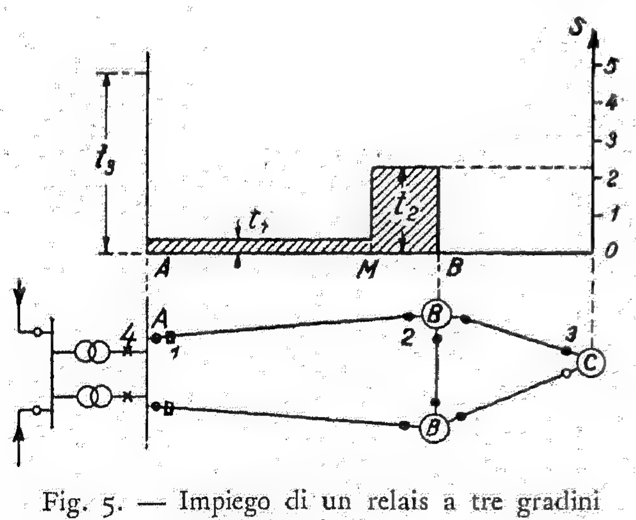


Fig. 5. — Impiego di un relais a tre gradini e suoi relativi tempi di scatto t_1 t_2 t_3.

sarebbe necessario aumentare il tempo di scatto dei relais a distanza dell'anello, o diminuire quello dei relais a tempo indipendenti usati nella linea staccantesi; tutte e due questi mezzi non sono desiderabili per il buon funzionamento della linea. Si raggiunge invece la selettività richiesta adottando per il tratto di linea staccantesi, lo stesso metodo visto nell'esempio precedente. È sufficiente allora che i relais a distanza abbiano un tempo di scatto superiore al t_1, perchè se il corto circuito avviene nel tratto $A\,M$, allora provvede il relais a caratteristica a gradini che trovasi in A alla selettività; se il corto circuito avviene nel tratto $M\,B$, è bensì vero che il tempo di scatto di A aumenta da t_1 a t_{2A} ma anche il tempo dei relais in 1 e 4 aumenta, causa l'aumento di impedenza, quindi il tempo di scatto dei relais in 1 e 4 non è necessario sia maggiore di t_2.

In alcuni casi può essere utile l'impiego di un relais a due gradini con cioè tre diversi tempi di scatto t_1 t_2 t_3; nel caso rappresentato nella fig. 5, se per un corto circuito nel tratto $A\,B$, l'interruttore 1 per un motivo qualsiasi non funziona, e la corrente di corto circuito causa l'impedenza della linea ha un valore così limitato da non poter far scattare l'interruttore 4, allora un terzo tempo di scatto del relais dell'interruttore 1 che faccia funzionare l'interruttore 4, può impedire il perdurare del corto circuito. Il relais in 1 adempie così, oltre che al funzionamento di relais a tempo selettivo come spiegato nell'esempio n. 1, anche al compito di proteggere la linea in caso di mancato scatto dell'interruttore in 1.

Un altro caso di conveniente impiego dei relais a gradini, è quello di due linee parallele alimentate da una sola parte con erogazioni intermedie e finali naturalmente fornite di relais di direzione; senza farne le caratteristiche è facile immaginare tale applicazione, e come questa tante altre ancora che nella pratica possono essere di grande utilità ed evitare incidenti dannosi alla linea stessa o per lo meno al suo regolare funzionamento.

XL RIUNIONE ANNUALE

SANTA MARGHERITA LIGURE - 23-28 Settembre 1935-XIII

Riassunti di Relazioni e Memorie presentate al Congresso

N. 37.

LA MISURA DELLE ALTE TENSIONI MEDIANTE SPINTEROMETRI

E. Pugno Vanoni - C. Di Pieri.

L'impiego degli spinterometri per la misura delle alte tensioni data dai primordi dell'elettrotecnica. Anche oggi però, che da parecchio tempo alcuni tipi di detti istrumenti sono stati « normalizzati », il loro uso presenta delle incertezze.

Scopo della relazione è il riunire in una esposizione sintetica le nozioni più importanti relative ai vari problemi connessi con l'uso di questi apparecchi a scopo di misura.

Nella prima parte della relazione sono riassunte le principali nozioni relative alla formazione della scarica negli spinterometri.

Vari sono i tipi di scarica che si possono avere in un gas sottoposto ad un campo elettrico: la *scarica dipendente* dovuta al moto di particelle elettrizzate generate da ionizzatori esterni; la *scarica dipendente* dovuta al moto di particelle elettrizzate generate dalla ionizzazione per urto provocata dal campo stesso.

Quest'ultimo tipo di scarica presenta poi aspetti diversi che prendono il nome di fase di Towsend, fase a bagliore, fase d'arco.

Il passaggio dalla scarica dipendente a quella indipendente (passaggio caratterizzato dalla « tensione critica » dello spinterometro) è legato alla possibilità del prodursi della ionizzazione per urto, ed il successivo evolversi della scarica attraverso alle diverse fasi indipendenti è in relazione alla formazione di cariche spaziali positive che facilitano od ostacolano l'ionizzazione stessa.

L'accensione di una scarica avviene prima sotto forma di scarica dipendente (particelle elettrizzate preesistenti nello spazio interelettrodico) poi sotto forma di ionizzazione per urto che, a seconda della forma del campo e delle cariche spaziali, tende ad estendersi da un elettrodo all'altro, oppure a localizzarsi presso uno od entrambi gli elettrodi.

Numerosi sono i tipi di spinterometri usati per le misure delle alte tensioni. Per ciascuno di essi vengono descritti, la forma del campo iniziale, il comportamento di fronte alle tensioni alternate di bassa ed alta frequenza, ed alle tensioni ad impulso.

Gli *spinterometri a campo uniforme* sono ottenuti con elettrodi di forma speciale atta ad eliminare la concentrazione di campo che comparirebbe ai bordi di una coppia di elettrodi piani. Questi spinterometri presentano il comportamento più semplice dal punto di vista teorico, ma sono difficili da costruire ed impiegare, cosicchè male si prestano ad usi di carattere tecnico industriale.

Gli *spinterometri ad elettrodi cilindrici* sono ricordati nelle due forme, a cilindri di diametro diversi posti con gli assi paralleli uno entro l'altro, a cilindri di ugual diametro con gli assi incrociati, disposizione quest'ultima che presenta taluni notevoli vantaggi.

Gli *spinterometri a sfere*, i più usati a scopo di misura, presentano, in relazione al loro diametro, un intervallo di distanze esplosive in cui si comportano in modo analogo agli spinterometri a campo uniforme. In questa zona rispondono bene agli scopi delle misure.

Sono esposti i metodi che si seguono per il controllo delle curve di taratura di questi apparecchi, nonchè gli artifici che vengono usati per sottrarli alle azioni perturbatrici di origine esterna.

Di fronte alle altissime frequenze ed alle tensioni ad impulso questi spinterometri presentano delle anomalie dovute alla formazione di cariche spaziali, ed in relazione al tempo necessario al prodursi della scarica.

Caratteristico è anche il funzionamento di questi spinterometri quando una sfera è connessa a terra, funzionamento legato alla dissimetria che così si produce nel campo.

Gli *spinterometri a punte* trovano scarso impiego a causa del campo estremamente disuniforme che dà luogo a incostanza della tensione di accensione, a tempi di accensione molto lunghi, cause tutte che rendono molto incerti i risultati ricavabili.

Analoga cosa si può dire per gli *spinterometri dissimmetrici* (sfera piano, punta piano) che a causa appunto della dissimmetria del campo hanno inoltre tensioni di accensione assai diverse a seconda della polarità degli elettrodi, cosa questa che in qualche caso particolare può tornare utile.

In questa rassegna dei vari tipi di spinterometri le proprietà caratteristiche principali di ciascuno di essi sono illustrate per mezzo di numerosi grafici quotati, atti a fornire anche indicazioni quantitative.

Chiude la relazione una rapida rassegna dei vantaggi e degli svantaggi che gli spinterometri presentano come misuratori di tensione.

Vantaggiose, ad esempio, sono la semplicità di questi apparecchi, la possibilità di applicare loro direttamente l'alta tensione senza organi interposti, il riferire le misure alla rigidità di un dielettrico, importantissimo per la tecnica, quale è l'aria.

Svantaggiose per contro, a titolo d'esempio, sono le incertezze che sempre presentano le misure così fatte, la necessità di conoscere la forma della tensione, l'impossibilità di seguire con continuità le variazioni che la tensione subisce nel corso di una prova, la necessità per spegnere la scarica di togliere od abbassare molto la tensione dopo ogni misura.

Gli studi in corso in tutti i paesi (studi recentemente coordinati dal C.E.I.) lasciano sperare che molte di queste incertezze potranno per l'avvenire essere eliminate. Occorre però tenere presente che lo spinterometro, almeno nelle sue forme semplici, non potrà mai essere un apparecchio adatto a misure di alta precisione.

Padova, agosto 1935-XIII.

N. 39. NUOVI TIPI DI MULTIVIBRATORE

A. Nicolich.

Il multivibratore dissimmetrico, già descritto da F. Vecchiacchi (1), può subire delle modificazioni, sotto certi riguardi, assai vantaggiose.

La figure 1 e 2 riportano due nuovi schemi di circuito.

Il circuito di fig. 1, ancora composto di due triodi, presenta uno dei due accoppiamenti intervalvolari costituito da una resistenza (R_{12}) inserita nel circuito del generatore di tensione anodica dal lato dei catodi tra loro in parallelo. Questo accoppiamento di tipo diretto (trascurando l'effetto delle capacità parassite) non presenta alcuna costante di tempo; risulta perciò esclusa la possibilità di oscillazioni complesse su più di una frequenza, ciò che costituisce la caratteristica principale del nuovo tipo. L'oscillazione risulta priva di qualunque modulazione e la sua frequenza è essenzialmente determinata dalla costante di tempo RC dell'altro accoppiamento intervalvolare stabilito con una resistenza (R) e con una capacità (C) come si vede in fig. 1.

I risultati ottenuti con questo circuito sino analoghi a quelli forniti dal multivibratore dissimmetrico già noto (1).

Le caratteristiche del nuovo tipo possono essere così riassunte:

a) Funzionamento oscillatorio su di una sola frequenza determinata dall'accoppiamento intervalvolare a costante di tempo RC.

b) Variazione della frequenza in ragione inversa della capacità C.

c) Indipendenza della forma dell'oscillazione dalla frequenza.

d) Possibilità di variare la frequenza variando una sola resistenza (R) o, preferibilmente, una sola capacità (C).

e) Possibilità di ottenere diagrammi rettangolari nei quali il rapporto tra le durate delle due semionde può essere reso a volontà $\gtreqless 1$, le diseguaglianze essendo verificabili entro limiti estesissimi.

f) Possibilità di ottenere frequenze basse a piacere aumentando la capacità C.

Alle resistenze R_1 e R_2 si diano valori diverse volte superiori a quelli della resistenza interna dei triodi usati; la resistenza R sia

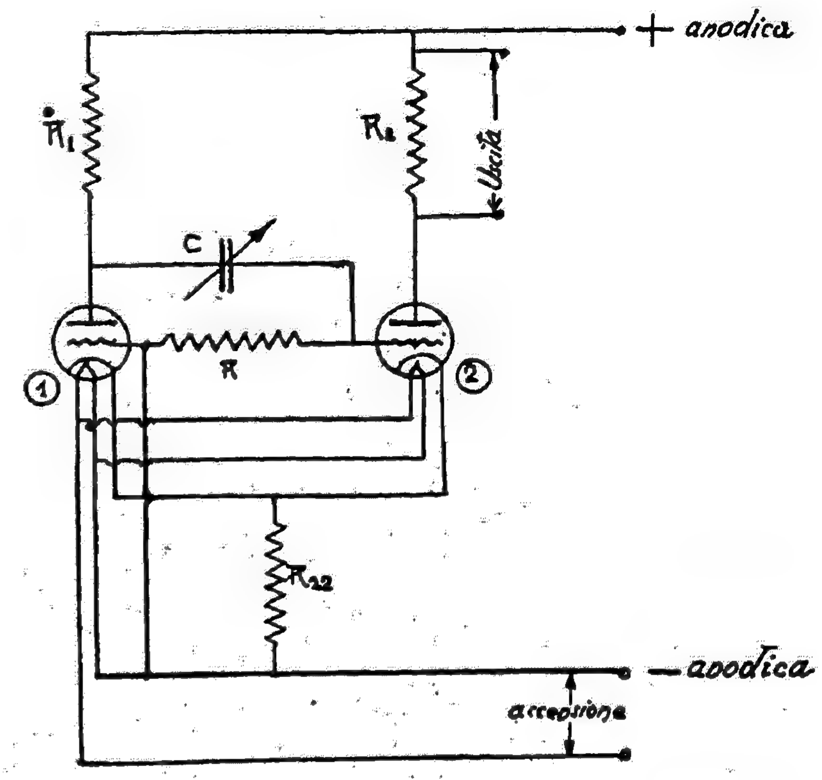


Fig. 1.

possibilmente di ordine superiore a quello di R_1 e R_2 fino a valori dell'ordine di $1\,M\Omega$. Per la resistenza R_{12} di accoppiamento si ha un intervallo di variazione entro cui l'oscillazione è mantenuta, intervallo i cui limiti superiore e inferiore dipendono dalle costanti del circuito.

Il circuito in questione può essere completato con l'aggiunta di una terza valvola (separatrice) allo scopo di sottrarre l'apparecchio all'influenza del circuito esterno. In tale modo è possibile ottenere

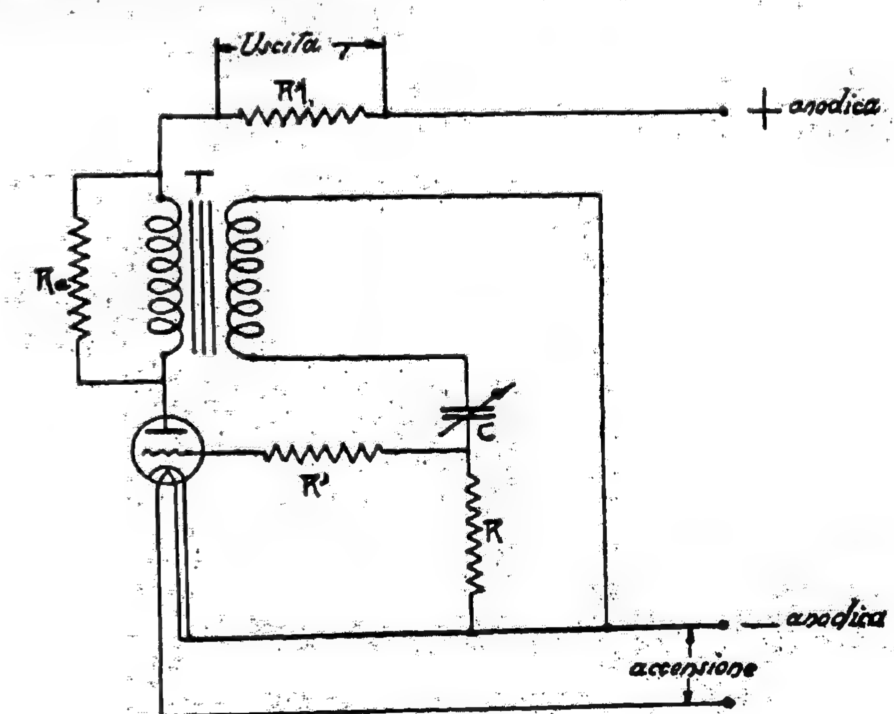


Fig. 2.

anche diagrammi di forma pressochè rettangolare, che tali divengono in maniera perfetta quando si faccia uso di una quarta valvola.

Il circuito di fig. 2 ha come sua principale caratteristica, quella di essere composto di un solo triodo.

In questo schema il trasformatore T ha il solo compito di assicurare la fase dell'accoppiamento griglia-placca, necessaria per ottenere l'innesco di oscillazione. A pari rapporto di trasformazione, il numero di spire, l'induttanza e le capacità distribuite degli avvolgimenti del trasformatore non hanno praticamente importanza sul funzionamento oscillatorio e sulla forma d'onda finchè la fre-

(1) F. Vecchiacchi: « Multivibratore disimmetrico ». (Pubblicazione R.I.E.C., n. 68, 1931).

quenza dell'oscillazione non assuma valori così bassi o così elevati, che la reattanza del primario, induttiva nel primo caso e capacitiva nel secondo, diventi trascurabile di fronte alla resistenza R_a derivata sul primario stesso. La desistenza R_a deve perciò avere valore basso e comunque mai superiore alla resistenza interna del triodo usato.

L'uso di un usuale trasformatore intervalvolare a ferro per amplificazione in audiofrequenza permette di soddisfare facilmente alla condizione suesposta entro tutta la gamma acustica da pochi periodi al secondo fino a diverse migliaia e di ottenere corrispondentemente un funzionamento oscillatorio analogo sotto molti riguardi a quello del multivibratore del precedente schema di figura 1. Per il raggiungimento di alte frequenze si dimostra opportuno l'uso di un trasformatore con moderato rapporto in discesa il cui valore deve essere nettamente inferiore al coefficiente di amplificazione del triodo impiegato, per poter ottenere l'innesco di oscillazione. Variando la resistenza R' posta in serie con la griglia, si riscontra anche con lo schema di fig. 2 la possibilità di variare il rapporto fra le durate delle due semionde entro limiti assai vasti.

N. **36.**

RISULTATI DELL'APPLICAZIONE AI MOTORI ASINCRONI TRIFASI DELLA PROVA A VUOTO E A SQUILIBRIO PER INTERRUZIONE DI UNA FASE

A. Asta.

Il collaudo de imotori asincroni trifasi mediante prove indirette, oltre la misura delle resistenze a corrente continua, la determinazione del rapporto a vuoto di trasformazione fra avvolgimenti di statore e di rotore, e l'esecuzione della prova a vuoto, richiede l'esecuzione della prova di corto circuito, che non sempre può farsi, fuori del Laboratorio o della Sala prove, sia per motori piccoli, sia sopratutto per motori di media o di grande potenza ,per i quali non riesce facile avere a disposizione una sorgente trifase di energia, che fornisca una tensione eguale a quella di corto circuito e una potenza apparente eguale a quella assorbita in tale funzionamento.

La prova di corto circuito può essere sostituita da una prova *a squilibrio*, realizzata immediatamente dopo la prova a vuoto ordinaria, interrompendo l'alimentazione del motore su una fase, mentre restano connesse le altre due. Il motore continua a rotare circa a velocità di sincronismo, in regime squilibrato; e sotto i due sistemi simmetrici, diretto e inverso, di tensioni, che compongono quello esimmetrico risultante ai morsetti, assorbe due sistemi di correnti, diretto (approssimativamente a vuoto) e inverso (approssimativamente a scorrimento eguale a due), di ampiezza eguale a quella del precedente a tale da dar luogo a una corrente risultante nulla per la fase sulla quale avviene l'interruzione, e a correnti risultanti eguali e contrarie per le due fasi restanti, di valore quasi $\sqrt{3}$ volte maggiori della corrente a vuoto precedente all'interruzione.

Se in queste condizioni si rilevano le tre tensioni concatenate ai morsetti del motore, la corrente e le potenze assorbite, con una disposizione degli strumenti di misura analoga a quella a vuoto, salvo eventualmente la maggiore portata richiesta dai trasformatori di corrente e l'aggiunta di un amperometro sul secondario di uno di questi ,dal valore delle grandezze così misurate si possono dedurre gli elementi relativi ai due sistemi trifasi simmetrici diretto e inverso, e in particolare le caratteristiche di funzionamento del motore a scorrimento eguale a due.

Queste possono servire in sostituzione di quelle di corto circuito, insieme con quelle a vuoto, per il tracciamento del diagramma circolare del motore; il quale con gli altri elementi dedotti dalle altre prove usuali, permette di completare come d'ordinario il collaudo del motore. Questo viene eseguito così molto più rapidamente e semplicemente, richiedendo soltanto in aggiunta agli apparecchi ordinari, un interruttore unipolare e un amperometro; ed escludendo la necessità di una sorgente ausiliaria di energia, quale occorrerebbe invece per la prova di corto circuito.

La prova può essere applicata al motore senza timore che vi riesca notiva, nè dal punto di vista dei valori delle correnti che attraversano in regime permanente squilibrato le due fasi che restano connesse alla rete, le quali risultano come si è detto $\sqrt{3}$ volte maggiori di quelle a vuoto sotto tensioni simmetrice; nè a quello dell'andamento delle correnti stesse durante il regime transitorio che ha luogo fra i due permanenti. Lo studio analitico del motore, così come quello oscillografico, mette in rilievo che mentre la corrente della fase su cui avviene l'interruzione scende rapidamente a zero, quelle delle due fasi restanti salgono asintoticamente dal valore iniziale a quello finale a vuoto e a squilibrio circa $\sqrt{3}$ volte maggiore, salvo in genere una leggera diminuzione dell'ampiezza subito dopo l'inizio del fenomeno transitorio. Nelle tensioni si manifesta all'atto stesso dell'interruzione della corrente una variazione brusca in forma di impulso di piccola ampiezza: nei motori da 220 V questa risulta in genere di qualche decina di volt, quindi di nessun effetto per il comportamento del motore.

Tutto ciò a parte le armoniche che si possono manifestare in tutte le grandezze, tensioni e correnti, le quali hanno in ogni caso entità limitata, quando non esistano a vuoto in misura sensibile; o se esistono in questo caso, vengono a volte accentuate di poco, altre volte anche ridotte, manifestandosi un effetto di regolarizzazione della forma delle grandezze stesse.

Dal punto di vista dell'esattezza del metodo di collaudo che si basa su questa prova, i risultati dell'applicazione di esso a motori sia di piccola, sia di media potenza (55 cavalli) di cui è reso conto nella relazione presentata alla Riunione, così come quelli ottenuti in precedenza (*L'Elettrotecnica* 25 febbraio 1934) su un piccolo motore da circa 4 kW, ne confermano completamente l'attendibilità; mostrando la coincidenza quasi completa dei valori del rendimento ottenuti sia con esso, sia con quello ordinario basato sulla prova di corto circuito, fra i quali si riscontrano differenze non superiori a 1-2 ‰; gli scostamenti molto piccoli che si hanno per le altre grandezze, corrente, scorrimento, fattore di potenza (non oltre 1-2 %); quelli molto limitati che per ambedue i metodi si hanno rispetto ai valori effettivi rilevabili da prove dirette al freno, in tutto il campo di funzionamento normale del motore.

Cause di questi spostamenti per il metodo basato sulla prova a vuoto e a squilibrio, sono sia le armoniche che si possono manifestare in corrispondenza di essa sulle tensioni e sulle correnti; sia quelle stesse che si riscontrano nel metodo che ultilizza la prova di corto circuito, in dipendenza della variazione delle reattanze disperse del motore; sia infine la presenza di errori accidentali nella determinazione, delle grandezze inverse. L'entità di queste cause è in accordo con quella dei corrispondenti scostamenti e mette in evidenza l'analogo grado di esattezza degli elementi dedotti attraverso ambedue i metodi, quindi l'applicabilità indifferentemente dell'uno o dell'altro di essi secondo la convenienza.

N. **45.**

RILIEVO DELLE CARATTERISTICHE DI RADIAZIONE DELLE ANTENNE PER MEZZO DI AEROPLANI

G. Rutelli.

È nota da tempo l'importanza delle misure di radiazione delle antenne r. t.: oltre ad aver permesso di sottoporre al vaglio dell'esperienza le formole di trasmissione e di fissarne i limiti d'impiego, esse hanno condotto ad ottenere elementi talvolta difficilmente valutabili per via teorica come ad esempio l'altezza efficace dei radiatori, non potendosi assimilare che con molta circospezione e soltanto in qualche caso, un'antenna ad un dipolo Hertziano; è riuscito altresì agevole sceverare e studiare, fra i molti fenomeni tanto complessi, gli elementi essenziali, e altresì conoscerne il modo di variare; tali misure rappresentano il miglior mezzo di valutazione della efficacia radiotelegrafica dei sistemi radianti.

In tempi recenti l'introduzione di antenne direttive — che costituiscono notoriamente uno degli strumenti più pregevoli della tecnica delle onde corte — e la necessità di realizzare e controllare le particolari configurazioni della loro radiazione, così anche quella di speciali antenne ad onda media, ha richiesto un ulteriore affinamento dei metodi e degli strumenti.

Il fatto però di dover sperimentare alla superficie della terra, su cui le operazioni potevano soltanto rimanere confinate, ha forse, in certi casi, reso la precisione delle misure superiore agli stessi errori provenienti dagli effetti di schermo, di assorbimento e di riflessione esercitati da parte del terreno sulla radiazione diretta, i quali si può presumere che raggiungano — specie in corrispondenza a particolari gamme di frequenza e nel caso di polarizzazione orizzontale dell'onda — valori tali da infirmare notevolmente l'attendibilità dei risultati in relazione ai valori teorici, con i quali pertanto non è stato agevole fare un confronto.

Un coscienzioso tracciamento sperimentale delle caratteristiche orizzontali dei sistemi radianti è stato anche reso difficile dalle necessità di allontanarsi sufficientemente da essi, così da potere considerare parallele le linee del vettore ed inefficienti le due com-

ponenti inversamente proporzionali rispettivamente al cubo ed al quadrato della distanza.

Rimaneva da ultimo imprecisato a quale piano equatoriale dell'antenna potesse attribuirsi il maggior numero di punti esplorati, dal momento che occorreva seguire attorno ad essa le accidentalità sovente impraticabili del terreno.

Della distribuzione zenitale del campo non è stato poi in alcun modo possibile rendersi conto sperimentalmente, mentre delle caratteristiche verticali di radiazione — spesso d'interesse così saliente — solo qualche proprietà si è potuta riconoscere, profittando del ritorno delle onde rimandate dagli alti strati ionizzati: la instabilità nello spazio e nel tempo di questi ultimi ed il meccanismo alquanto complesso di tale ritorno, però, hanno solo consentito alla tecnica di raggiungere risultati — per quanto talvolta faticosamente perseguiti — di valore spesso non assolutamente probativo.

Si è pensato pertanto, da qualche anno, di ricorrere all'aeroplano come al mezzo più adatto alla esplorazione spaziale degli effetti della radiazione, potendo con esso agevolmente trasferire il dispositivo rivelatore nei punti del campo che interessa di investigare.

Esperimenti di questo genere sono stati condotti in Germania, in Inghilterra ed in Austria, per lo studio di antene per onde corte ed anche di antenne per onde medie. Anche la tecnica di queste ultime infatti, può avvantaggiarsi della maggior precisione consentita da tali nuovi metodi, specialmente in tutti quei casi in cui si ha da fare con sistemi che debbano attuare particolari distribuzioni di campo (antenne con rinforzatori, antenne antievanescenza, ecc).

Nella memoria vengono brevemente descritti taluni fra i metodi che si possono seguire, nonchè schematizzati alcuni fra i dispositivi usati nelle misure e viene altresì discorso di certi accorgimenti da tenere presenti: si può citare l'opportunità di tracciare in precedenza le caratteristiche del dipolo ricevente e di conoscere la eventuale influenza che su esso può esercitare la massa del velivolo; è altresì da tener presente la necessità di realizzare un sistema di volo che permetta l'esatto rilevamento delle varie posizioni dell'aeroplano, in corrispondenza alle singole misure effettuate a bordo di esso e così via.

Sono infine esemplificati casi in cui l'esperienza ha condotto a risultati coincidenti con buona approssimazione con quelli discendenti dal calcolo.

N. 46.

DI UN NUOVO METODO PER LA RAPIDA MISURA DEI CAMPI MAGNETICI

R. SAVAGNONE.

Nella nota l'A. propone un metodo di misura dei campi magnetici, basato sulla dipendenza della tensione alternata di spegnimento V di un ordinario tubo al neon dal campo magnetico trasverso B agente su di esso.

Stabilito il modo di tracciare la curva $B = f(V)$ per un dato tubo, la curva stessa viene assunta come curva di taratura della valvola. Questa curva di taratura permette di determinare in modo semplice un campo magnetico incognito, purchè accessibile alla valvola.

A tal fine si dispone la valvola, già tarata, normalmente al campo magnetico da misurare e si fa crescere la tensione alternata di alimentazione sino all'accensione del tubo stesso nella fase di scarica a luminescenza. Si diminuisce poi lentamente questa tensione di alimentazione sino alla scomparsa della brillante luminosità del tubo. La tensione letta in corrispondenza allo spegnimento permette di determinare senz'altro l'intensità del campo per mezzo della predetta curva di taratura.

La misura del campo magnetico viene così ridotta ad una semplice misura di tensione. La misura dà il valore medio del campo nello spazio compreso tra le faccie degli elettrodi, spazio che può essere molto piccolo. L'errore percentuale del metodo si aggira sull'uno per cento.

N. 49.

COMPLESSI OSCILLOGRAFICI DEL LABORATORIO MISURE ELETTRICHE DELLA «TERNI»

A. M. ANGELINI.

Il Laboratorio Misure elettriche della «Terni» è stato recentemente dotato di due complessi oscillografici l'uno tripolare a catodo caldo e l'altro unipolare a catodo freddo.

Il complesso tripolare a catodo caldo, salvo naturalmente i tubi, è stato interamente costruito in Laboratorio: esso comprende:

1°) un alimentatore con possibilità di regolazione della tensione anodica, della tensione del cilindro di Wehnelt e della corrente nel filamento; tutte queste grandezze sono misurabili a mezzo di piccoli strumenti incassati nel pannello di regolazione.

2°) un dispositivo per il tracciamento dell'asse dei tempi comandato da un motore sincrono e adatto per la registrazione oscillografica dei fenomeni elettrici periodici che possono verificarsi sulle reti industriali: anche questo dispositivo è stato costruito in Laboratorio.

3°) un dispositivo pure per il tracciamento dell'asse dei tempi, ma regolabile per frequenze comprese tra pochi periodi al secondo e 20.000 cicli (fornito dalla ditta Leybold).

Del pannello e dei dispositivi che esso comprende vengono dati schemi dettagliati e descrizione particolareggiata.

Senza tornare a descrivere l'oscillografo a catodo freddo del tipo Berger di cui è fornito il Laboratorio, si esaminano dettagliatamente alcuni recenti perfezionamenti di questo apparecchio.

Questi perfezionamenti consistono essenzialmente in quanto segue:

1°) Per il mantenimento della differenza di pressione fra camera di scarica e camera di deviazione si è sostituito al rubinetto di immissione dell'aria nella camera di scarica un dispositivo di funzionamento più sicuro e di maneggio più semplice, nel quale il gas viene prodotto per via chimica o elettrolitica: con questo dispositivo si ha anche il vantaggio di poter usare non solo l'aria, ma anche altri gas come l'idrogeno, l'anidride carbonica, ecc.

Questo dispositivo è stato studiato e realizzato in Laboratorio.

2°) Si descrivono i perfezionamenti più recenti apportati alla camera di scarica dell'oscillografo, facendo particolarmente menzione, di due tipi in porcellana, l'uno realizzato in Laboratorio, e l'altro studiato recentemente dall'Ing. Induni. Questi perfezionamenti hanno permesso di raggiungere tensioni anodiche molto maggiori di 60 kV (la camera di scarica dell'Induni permette di lavorare con 130 kV).

Si mette in evidenza infine da un lato come l'impiego dell'oscillografo a catodo freddo non richieda più come una volta le cure assidue di uno specialista e dall'altro come l'apparecchio sia esatto nella riproduzione dei fenomeni a decorso rapido e ciò in base a confronti sperimentali.

Papigno, 27 agosto 1935-XIII.

N. 51.

MISURE SUI RADIORICEVITORI

G. PINCIONE.

Il campo delle misure sui radioricevitori è così vasto da richiedere una trattazione estesissima. Si considerano, pertanto, solo le definizioni e le prove fondamentali da eseguirsi sul ricevitore completo e perfettamente messo a punto.

Le notissime misure che principalmente caratterizzano l'efficienza e la bontà di un apparecchio radio, sono le seguenti: *Sensibilità - Rapporto d'immagine - Selettività - Potenza d'uscita e distorsioni - Fedeltà acustica.* A questi cinque rilievi fondamentali si connettono altre prove accessorie di cui si dà solo in rapido cenno.

In queste misure il ricevitore viene considerato come un sistema che trasforma la debole tensione applicata ai morsetti antenna terra, in una tensione di bassa frequenza ai terminali dell'altoparlante, o in pressione sonora in un punto dell'ambiente. Perciò le prove prescindono dalla conoscenza del circuito, delle valvole, ecc.

La tensione portante di radio frequenza applicata all'entrata, deve essere perfettamente nota in ampiezza e frequenza, e deve pure conoscersi la nota e la profondità con cui la portante è modulata. Questo si ottiene con i generatori di segnali campioni e con i generatori di tensioni di audio frequenza. L'oscillazione applicata al radio ricevitore, dopo aver subìto le note trasformazioni, produce nella bobina dell'altoparlante una potenza facilmente misurabile.

L'ampiezza della tensione di radio frequenza, modulata al 30 % con una frequenza di 400 hertz, necessaria per produrre la potenza standard nella bobina dell'altoparlante definisce la sensibilità del ricevitore a quella particolare frequenza. Riportando in curva la senbilità del ricevitore alle varie frequenze, si ottiene il grafico della sensibilità, il quale può rivelare alcune caratteristiche del ricevitore.

Molte considerazioni sui valori più opportuni della sensibilità in relazione al livello medio dei disturbi e della intensità di campo delle stazioni da ricevere, acquistano particolare importanza nei ri-

guardi del determinato servizio dell'apparecchio. E questo, sopratutto nel campo delle onde corte e della radio diffusione.

Risultano di interesse rilevante, anche le misure esatte o comparative della sensibilità del ricevitore a particolari disturbi interni ed esterni, e a frequenze interferenti che differiscono da quelle su cui è accordato.

Il sistema di ricezione supereterodina, adottato in tutti i moderni ricevitori, rende fondamentale la misura della grandezza del rapporto d'immagine. Com'è noto, questo numero è dato dall'inverso del rapporto fra la sensibilità del ricevitore alla frequenza in esame e la sensibilità alla frequenza che differisce da quest'ultima di due volte il valore della frequenza intermedia. La curva di questo rapporto, in funzione della frequenza di accordo, messa in relazione col valore della frequenza intermedia, permette di determinare la efficienza dei circuiti e degli stadi di amplificazione a radio frequenza.

La proprietà del ricevitore di attenuare più o meno efficacemente, una oscillazione di frequenza poco discosta da quella su cui è accordato, costituisce la selettività. Nel rilievo normale di questa caratteristica, si determinano i microvolt di entrata, per frequenze maggiori e minori di quelle su cui è accordato il ricevitore, necessari per ottenere la stessa potenza nella bobina mobile. La curva dei rapporti di queste tensioni a quella corrispondente all'accordo, riportata in funzione della differenza di frequenza, costituisce la curva di selettività a quella particolare frequenza.

Il rilievo di queste curve per alcuni punti della scala, e il loro esame comparativo con le altre curve del ricevitore, permettono di ricavare importanti deduzioni, sia sulla bontà della messa a punto dell'apparecchio, sia sui suoi difetti e pregi.

Con l'introduzione dei ricevitori a selettività variabile si sono resi di uso generale nei laboratori i sistemi a visione diretta mediante l'oscillografo a raggi catodici, per mezzo del quale, con grande semplicità, si può esaminare il funzionamento degli apparecchi tipo alta fedeltà, ora assai comuni.

L'oscillografo permette la rapida ispezione della forma della curva di selettività su tutta la gamma di ricezione, fornendo così un dato qualitativo sulla perfezione dell'allineamento dell'oscillatore con i circuiti di R. F. e dell'esatto progetto di quest'ultimi.

La uguaglianza del segnale impresso sull'onda portante, raccolta dall'antenna, con la forma della tensione ai capi della bobina mobile, costituisce la fedeltà elettrica del ricevitore.

La massima potenza elettrica ottenibile, con la percentuale di distorsione armonica totale ammessa per il tipo di ricevitore in esame, rappresenta un dato assai importante. La misura della ampiezza delle varie armoniche si esegue generalmente mediante filtri sintonizzati. I sistemi a ponte permettono invece di ottenere con lettura diretta il coefficiente di distorsione totale.

L'oscillografo, anche in questo campo, permette misure sufficientemente precise della distorsione complessiva del ricevitore, ossia comprendente, oltre alla distorsione della bassa frequenza, anche la distorsione del rivelatore e degli studi di radio frequenza.

La curva di fedeltà elettrica riporta il valore della tensione ai capi della bobina mobile in funzione della frequenza della tensione che modula la portante di radio frequenza. La gamma delle frequenze trasmesse all'altoparlante si ritiene limitata dalla frequenza più bassa e da quella più alta per le quali si ha una attenuazione di 10 decibel rispetto alla uscita a 400 hertz. L'estensione di questo campo di frequenze e la costante uniformità dell'ampiezza sono elementi rappresentativi della bontà acustica del ricevitore. Alcune apparecchiature permettono di tracciare la curva di fedeltà con notevole velocità ed automaticamente.

L'altoparlante come dispositivo elettro acustico, trasforma la tensione sulla bobina mobile in pressione sonora nell'ambiente. I rilievi della fedeltà acustica finale del ricevitore, possono eseguirsi sia all'aperto che in una cabina speciale con pareti, pavimento e soffitto ricoperti di materiale molto assorbente. Le misure possono eseguirsi con vari sistemi fra i quali i più importanti sono quelli del microfono ruotante e del tono modulato per la prove nella cabina acustica. Nelle prove all'aperto si opera generalmente col microfono a breve distanza dall'altoparlante ed entrambi a sufficiente altezza dal suolo.

Ma le misure più interessanti e più rispondenti alle reali condizioni di funzionamento, sono quelle eseguite col ricevitore collocato al suo posto definitivo e più indicato acusticamente nell'interno dell'appartamento. Questi rilievi si ottengono rapidamente con dispositivi piuttosto complessi che tracciano direttamente la curva di risposta acustica finale.

Il sempre maggior interesse suscitato dai ricevitori ad alta qualità, costituisce una spinta verso la maggior diffusione delle misure elettro acustiche finali e porterà alla sistemazione più razionale, dal punto di vista musicale, del ricevitore radio nella casa moderna.

Laboratorio Scientifico Radio della Magneti Marelli.
Milano, 4 agosto 1935-XIII.

N. 52.

IL RISUONATORE PIEZO-ELETTRICO

F. Vecchiacchi e C. Borsarelli.

Il risuonatore piezoelettrico ha oggi assunto una capitale importanza nella tecnica delle comunicazioni. Alle sue numerose applicazioni nelle misure di frequenza e nella stabilizzazione dei trasmettitori si è aggiunta quella nel campo dei filtri ad alta selettività, particolarmente utili nella radiotelegrafia e nella telefonia a frequenza portante.

Come è ben noto, un risuonatore piezoelettrico è essenzialmente composto da una piastrina di quarzo e da due elettrodi che la racchiudono a guisa di due armature di un condensatore. La forma correntemente adottata è quella parallepipeda a sezione rettangolare oppure quella cilindrica a sezione circolare, però per scopi speciali furono talvolta usate anche altre forme. La piastrina deve essere ricavata da un cristallo naturale di quarzo tagliandola con particolare orientamento rispetto agli assi piezoelettrici del cristallo (assi detti X, Y, Z). I due tipi di taglio ormai classici vennero appunto chiamati taglio X (o di Curie) e taglio Y (od a 30 gradi), difatti la piastrina viene ricavata con le faccie maggiori perpendicolari ad un asse X nel primo caso, e con le faccie maggiori normali ad un asse Y nel secondo. Con l'evoluzione della tecnica sono però stati realizzati, specialmente in questi ultimi anni, anche nuovi tipi di taglio e forme diverse della piastrina particolarmente adatte ai varii scopi via via desiderati. Così pure con forme appropriate di supporto si sono notevolmente ridotte le cause di smorzamento della vibrazione della piastrina in relazione sia agli attriti e sia alla dispersione di energia da parte della piastrina stessa.

Dal punto di vista fisico un risuonatore piezoelettrico non rappresenta altro che un sistema elettromeccanico in cui l'elemento meccanico, cioè il blocchetto cristallino, viene fatto vibrare per effetto di un'oscillazione elettrica, applicata alle sue armature, attraverso il fenomeno della piezo-elettricità. Le leggi che regolano le vibrazioni di una piastrina di quarzo sono piuttosto complesse nel senso che insieme a modi di vibrazione relativamente semplici si possono avere modi di vibrazione complicati e non troppo facili ad essere perfettamente definiti in via puramente teorica.

Da diversi anni a questa parte le nostre conoscenze al riguardo sono molto aumentate e rimarchevoli lavori teorici e sperimentali ci hanno permesso di entrare abbastanza a fondo nel meccanismo di queste vibrazioni. Si può così distinguere tra vibrazioni, che potremo chiamare di natura puramente piezoelettrica e che non dipendono sostanzialmente dalla forma della piastrina, e vibrazioni invece originate dall'accoppiamento meccanico esistente fra le varie possibili oscillazioni della piastrina stessa, vibrazioni che potremo chiamare di reazione elastica, le quali al contrario delle prime risultano fortemente influenzate dalla forma della piastrina di quarzo. In corrispondenza ai differenti modi di vibrazione attuabili nel funzionamento elettromeccanico di una piastrina di quarzo si riscontrano naturalmente frequenze di risonanza.

Come nel caso di altri sistemi elettromeccanici anche qui è stato possibile di porre con grande approssimazione il comportamento fisico di un piezorisuonatore sotto forma di equazioni matematiche contenenti parametri puramente elettrici, e quindi di sostituire, agli effetti elettrici, il piezorisuonatore (per un limitato intervallo di frequenze nell'intorno di una sua frequenza di risonanza) mediante un circuito elettrico « equivalente » che risulta costituito da un circuito risonante serie, complicato però dall'aggiunta di una capacità in parallelo, che rappresenta la capacità elettrostatica esistente fra le due armature del supporto; quando poi vi sia intervallo fra le armature e la piastrina di quarzo, al circuito equivalente, di cui sopra, si deve aggiungere in serie un'altra capacità. L'uso di questo circuito si è dimostrato oltremodo utile, in quanto ci si può rendere conto del funzionamento del piezorisuonatore nei riguardi dei circuiti elettrici a lui associati adottando senz'altro i criteri ed i procedimenti comuni dell'elettrotecnica.

Per i modi di vibrazione più semplici è stato possibile determi-

nare teoricamente con discreta approssimazione le costanti elettriche del circuito equivalente, salvo il coefficiente di risonanza che dipende in sommo grado da circostanze accessorie. Queste costanti elettriche risultano funzione sia delle dimensioni geometriche del quarzo e sia delle sue qualità fisiche, quali la densità, la costante dielettrica, il modulo di elasticità e la costante piezoelettrica nella direzione considerata. La maniera più pratica di determinare il valore di queste costanti rimane tuttavia in ogni caso quello di procedere sperimentalmente per via elettrica.

Fattore esterno di notevole importanza nel comportamento di un piezorisuonatore è la temperatura a cui questo ultimo viene fatto funzionare. Si definisce appunto « coefficiente di temperatura » di una data piastrina di quarzo ad una certa temperatura e per un dato tipo di vibrazione, la variazione relativa della sua frequenza fondamentale per grado di temperatura.

Il valore del coefficiente di temperatura per piastre a taglio *X* ed a taglio *Y* risulta relativamente alto, però con i nuovi tipi di taglio (*V*, *AT* ed altri) usando di inclinazioni adatte e di forme speciali si è riusciti ad ottenere bassissimi valori del coefficiente di temperatura per intervalli notevoli di variazione della medesima, e di mantenere nel tempo stesso un'alta attività piezoelettrica del cristallo. L'importanza di avere un'influenza della temperatura molto ridotta è notevole sopratutto nelle misure di frequenza e nella stabilizzazione dei trasmettitori.

Le caratteristiche più importanti di un piezorisuonatore nei riguardi delle sue applicazioni sono l'alta seletività e la grande stabilità di frequenza che si possono ottenere, specie quando si sia resi indipendenti della temperatura, e la sua inalterabilità o quasi con il tempo. Queste sue proprietà risultano però in vario modo influenzate dagli altri elementi del circuito elettrico collegatogli. I circuiti elettrici che possono essere adottati nella realizzazione pratica di piezo-oscillatori sono parecchi e presentano ciascuno pregi particolari a seconda dell'utilizzazione che si desidera farne.

Nella Memoria viene effettuato un esame completo del piezorisuonatore sia nei riguardi della sua essenza, e della sua realizzazione e sia nei riguardi dei risultati forniti e delle svariate applicazioni a cui si presta. Tutta la trattazione viene fatta tenendo particolarmente di vista l'impiego del quarzo per l'effettuazione di campioni di frequenza. È pure allegata una completa bibliografia dell'argomento trattato.

N. 54.

SULLA DETERMINAZIONE DEL RENDIMENTO DI UN GRUPPO TRASFORMATORE-RADDRIZZATORE

R. SAVAGNONE.

Il lavoro è formato di due parti. Nella prima viene rapidamente passato in rassegna il comportamento dei vari strumenti di misura con correnti deformate. L'A., esaminato poi il funzionamento dei trasformatori di corrente nella misura di grandi potenze in circuiti con elevate correnti pulsanti, per le quali, come è noto, le correnti non vengono esattamente trasformate a causa della magnetizzazione generata dalla componente continua della corrente pulsante, propone un metodo di misura della potenza basato sulla smagnetizzazione del nucleo stesso del trasformatore di corrente, ottenuta inviando nel secondario una corrente continua di compensazione. Gli oscillogrammi rilevati mostrano come la corrente al secondario in questo caso non è più una corrente alternata; ma pulsante come la primaria. Ciò permette di alimentare in modo normale l'amperometrica di un wattmetro, come se si trattasse di ordinarie correnti pulsanti di piccola intensità.

Vengono in seguito passati in rassegna ed esaminati i diversi noti metodi di misura delle perdite nelle singole parti di un gruppo trasformatore-raddrizzatore, nel tentativo di riunire in una specie di capitolo, che oggigiorno manca nella letteratura sulle misure, quanto possa interessare per la misura del rendimento di un raddrizzatore.

Dall'esame dei diversi procedimenti di misura riportati risulta che l'unico punto ancora non risolto soddisfacentemente è costituito dalla misura delle perdite del rame del trasformatore di alimentazione. Ciò dipende dal fatto che la distribuzione delle correnti nel secondario del trasformatore è tutt'affatto diversa dal regime sinoidale per il quale valgono i normali procedimenti di misura delle perdite nel rame.

Nella seconda parte della memoria sono riuniti alcuni lavori dell'A. intesi a rimuovere la predetta difficoltà. A tal fine viene proposto un metodo di misura che consiste nel chiudere in corto circuito il raddrizzatore stesso e nel misurare la potenza assorbita dal gruppo quando crescendo la tensione, a partire da zero, la corrente di corto circuito perviene al valore normale di targa.

Dal rilievo oscillografico risulta che il regime delle correnti di corto circuito poco differisce da quello reale di carico. Ne consegue allora che la potenza assorbita dal gruppo durante la prova di corto circuito, dedotte le perdite nel ferro, misura la somma delle perdite totali nel rame del trasformatore, negli archi del raddrizzatore e nelle induttanze anodiche e catodiche.

Nel lavoro viene descritta l'applicazione del metodo ad un piccolo raddrizzatore trifase. Confrontate le misure eseguite con quelle dedotte da altro metodo, il procedimento indicato risulta di soddisfacente attendibilità.

Viene infine proposto di sostituire nelle Norme del C. E. I. per l'ordinazione ed il collaudo dei raddrizzatori a vapori di mercurio — dopo maggiori controlli — le due prove separate per la determinazione delle perdite nel rame e nel raddrizzatore (prove di cui ai numeri 2, 3 del paragrafo 5-1.02 delle norme) con la suddetta unica prova di corto circuito totale, che permette anche di misurare contemporaneamente le perdite nelle induttanze in circuito.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Il IV Congresso Nazionale degli Ingegneri a Torino che si terrà dal 29 settembre al 3 ottobre, avrà un duplice carattere di alta celebrazione e di trattazione di vitali interessi di categoria.

La parte celebrativa rievocherà, attraverso le parola di S. E. Gian Carlo Vallauri, Vice Presidente della Reale Accademia d'Italia, la figura e l'opera di *Galileo Ferraris*.

Il nome del Ferraris è incluso nel novero degli illustri piemontesi ai quali sono dedicate le prossime celebrazioni storiche ed è per espressa volontà del Duce che, in tale occasione, gli ingegneri italiani si aduneranno in assise plenaria, traendo dall'esaltazione del Grande Ingegnere vercellese solenne auspicio per affermare efficacemente le proprie legittime aspirazioni in armonia coi superiori interessi della Nazione.

Il Congresso, sotto la presidenza dell'On. Duca Giuseppe Caffarelli, Segretario del Sindacato Nazionale e alla cui preparazione provvede attivamente un apposito Comitato di Organizzazione presieduto dall'Ing. Attilio Caglini, Commissario del Sindacato Provinciale di Torino, si terrà nel principesco Palazzo Madama, cortesemente concesso dal Municipio. Ci saranno sezioni separate e riunite.

La parte commemorativa verrà opportunamente integrata da manifestazioni culturali del maggiore interesse, già concretate in tre conferenze scientifiche che saranno tenute da valorosi docenti: il Prof. Ing. Lorenzo Ferraris, nipote dell'Ing. Galileo e Professore al Politecnico di Torino; il Prof. Ing. Ferdinando Lori, insegnante al Politecnico di Milano; il Prof. Ing. G. Sartori, insegnante al Politecnico di Bologna.

I lavori, più propriamente detti, del Congresso verteranno su temi di particolare attualità.

L'argomento principale da discutere è così formulato: *« La posizione degli Ingegneri nel campo economico-sociale della Nazione »*.

Il programma, oltre i lavori a Palazzo Madama, comprende interessanti visite a stabilimenti industriali della città e provincia, un'escursione al Sestrière e una gita a Ceresole Reale per visitarvi l'impianto idroelettrico dell'Orco, che vanta una delle più importanti dighe fino ad oggi costruite in Italia. Il programma si chiuderà con un viaggio dei congressisti a Parigi e alla Mostra Italiana all'Esposizione Internazionale di Bruxelle.

I congressisti godranno per Torino il ribasso ferroviario del 50 % e fruirano di notevoli agevolazioni di soggiorno sia presso gli alberghi e ristoranti, sia per le visite ai monumenti e gallerie della città e dei dintorni.

*

II° Convegno Interprovinciale degli Ingegneri Radiotecnici delle Provincie Lombarde. — Durante la VII Mostra Nazionale della Radio e precisamente nei giorni 28 e 29 settembre, avrà luogo il II° Convegno Interprovinciale degli Ingegneri Radiotecnici delle Provincie Lombarde.

I temi che formeranno oggetto di discussione saranno:

1°) Alta qualità nella Radiodiffusione e nella Radioricezione.
2°) Disturbi alla Radioaudizioni e protezioni relative.
3°) Normalizzazione delle parti componenti i Radioricevitori.
4°) La televisione e lo stato attuale dell'industria relativa in Italia ed all'estero.

Il primo dei temi prescelti sarà sviluppato con maggior estensione.

Verrà infine illustrato lo stato scientifico attuale della televisione e la sua realizzazione tecnica in Italia.

Gli studiosi ed i tecnici che desiderano presentare una memoria al prossimo Convegno, sono pregati di inviare i manoscritti al più presto; in modo di preparare e di distribuire, possibilmente prima del Convegno, le bozze delle memorie.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

[E.I.A.R.]. — *Annuario dell'anno XIII. Dieci anni di radio in Italia.* — Società Editrice Torinese, Torino, 1935. — Un volume di 47 pagine, con numerose illustrazioni. — Prezzo L. 10.

Il volume, il cui titolo indica chiaramente il contenuto, è una fonte copiosa di notizie che possono interessare non soltanto chi in special modo si occupi di radiocomunicazioni, ma anche tutti coloro che desiderino ragguagli circa i problemi della radio in genere e della radiodiffusione in particolare.

Scritti di autorevoli personalità tecniche ed industriali illustrano in forma divulgativa questo vasto campo di opere. Apre il volume una prefazione del presidente dell'E.I.A.R., S. E. Vallauri; l'Ing. Chiodelli, direttore generale, illustra in una chiara visione d'insieme il decennale sviluppo dell'ente, seguendo quest'ultimo nella sua multiforme attività e nel funzionamento del suo complesso organismo; in alcune pagine bibliografiche sul compianto Ing. Marchesi, vien posta in risalto la figura di organizzatore, di tecnico e di industriale del primo presidente dell'E.I.A.R.

Fa seguito una serie di monografie che illustrano particolarmente lo svolgersi della radiodiffusione in Italia nelle sue svariate manifestazioni, artistiche e tecniche, mentre in alcuni articoli si accenna alle tappe previste per lo sviluppo futuro. La lettura di queste pagine, resa più attraente e piacevole da una ricca serie di fotografie e di grafici, consente al lettore di informarsi passo passo delle varie fasi della vita dell'ente, nei suoi molteplici aspetti, e di rendersi conto delle difficoltà, che si sono dovute superare prima di raggiungere l'alto grado di perfezionamento oggi conseguito e le lusinghiere prospettive di un non lontano avvenire. *E. Ci.*

*

M. Mazzocchi. — *Avvolgimenti delle macchine elettriche a corrente continua ed alternata.* (Milano, Hoepli, 1935, 4ª edizione. Un volume di cm 18×25, di 458 pagine con 779 figure. — Prezzo L. 40).

Il libro del Mazzocchi che si presenta ora nella sua quarta edizione è abbastanza conosciuto perchè non occorra molto parlarne su queste colonne.

Come è noto, l'A. si è proposto di fornire con questa pubblicazione una fonte di informazioni e di notizie specialmente a quei tecnici elettricisti che vogliono specializzarsi nella costruzione vera e propria degli avvolgimenti. Si tratta di un ramo della tecnica relativamente poco noto fuori dai laboratori e dalle officine delle grandi Ditte costruttrici e sul quale la letteratura esistente non è di certo esuberante. Il volume del Mazzocchi può quindi prestare realmente utili servigi; naturalmente esso può interessare anche larghe schiere di tecnici che non siano proprio specializzati sull'argomento.

La impostazione essenzialmente pratica dell'opera ha indotto l'A. a ridurre la parte teorica al minimo indispensabile, mentre vengono con larghezza sviluppati e descritti i procedimenti costruttivi e gli accorgimenti di officina relativi alla effettiva esecuzione e messa in opera degli avvolgimenti delle macchine elettriche. Le diverse categorie di esse vengono a tale scopo separatamente considerate.

La nuova edizione si presenta bene aggiornata; sfrondando ciò che poteva considerarsi ormai superato e abbandonato, l'A. ha invece cercato di introdurre nel testo quanto di più moderno è stato fatto in questo campo.

Osserviamo di sfuggita che l'A. usa sempre la dizione « Volta » anzichè quella ufficiale di « volt » per l'unità di tensione. Abbiamo altra volta chiarito su queste colonne perchè tale nazionalismo scientifico sia in questo caso ingiustificato (vedi *L'Elettrotecnica* del 5 gennaio 1933, pag. 22).

*

J. Aschner. — *Dampfturbinenkraftwerke kleiner und mittler Leistung.* (Berlino, J. Springer 1935. Un volume di cm. 15 × 22 di 145 pagine con 57 figure. — Prezzo, rilegato, 9 marchi).

L'A. giustamente rileva come la maggior parte della letteratura tecnica internazionale riguardante le centrali termoelettriche si occupi quasi esclusivamente delle centrali di grande potenza. Ora, queste hanno, sotto molteplici aspetti, esigenze e caratteristiche che differiscono sensibilmente da quelle delle minori centrali di poche migliaia di kW.

A queste ultime l'A. rivolge la sua attenzione, restringendo ancor più il campo alle centrali pubbliche e quindi con turbine a condensazione, trascurando gli impianti a ricupero di vapore impiegati quasi esclusivamente nelle industrie private.

L'argomento viene trattato sotto tutti i punti di vista: economico, tecnico, di impianto e di esercizio e l'A. (ingegnere presso l'A. E. G.) si giova specialmente della propria esperienza personale. Ciò imprime al libro una carattere indubbio di praticità ma esige d'altra parte nel lettore un vigile senso critico.

Molti problemi di grande interesse applicativo (come la scelta della potenza delle unità, della pressione più conveniente, del tipo di focolare per le caldaie, ecc.) sono trattati con ampiezza e con ricchezza di dati e di notizie. L'A. non perde poi mai di vista nella sue esposizione il fattore economico. Parecchi diagrammi di diretto interesse pratico sono riportati.

Il libro è corredato da una bibliografia selezionata.

Veste tipografica buona.

NOTE LEGALI

Giurisprudenza sul tema di energia elettrica.

Contratto di fornitura.

« Il patto con cui l'utente di energia elettrica s'impegna di usare esclusivamente energia della ditta fornitrice comprende anche la ipotesi di uso di energia prodotta dallo stesso utente.

Il patto contenuto in contratto di fornitura di energia elettrica, in forza del quale, in caso di rescissione anticipata dell'impegno da parte dell'utente per qualsivoglia motivo, il fornitore si riserva il diritto di richiedere la liquidazione ed il pagamento degli indennizzi in rapporto ai canoni minimi garantiti nel contratto stesso, non impedisce che il fornitore possa pretendere invece la integrale esecuzione del contratto di fornitura - art. 1165 c. c.

La esecuzione coatta di un contratto di fornitura di energia elettrica richiesta ai danni dell'utente, che, contrariamente all'impegno, ha cessato di ritirare energia dalla fornitrice, si traduce nell'obbligo dell'utente di pagare il prezzo di quel quantitativo di energia che si era obbligato di acquistare - art. 68 cod. comm.

Per la determinazione di tale quantitativo, qualora l'utente si fosse impegnato a ritirare tutta la energia occorrente per il suo fabbisogno, può ammettersi perizia sull'impianto di utilizzazione dell'utente stesso ».

(C. Appello di Milano 19 febbraio 1935 - Mon. Trib., 1935, p. 460).

Furto.

« Commette furto aggravato per uso di mezzo fraudolento l'utente di energia elettrica che immetta, nell'impianto per illuminazione, corrente derivante da un contatore di energia per forza motrice, deviata mediante un conduttore posto fra i due impianti, onde trarre profitto del minor prezzo di tale energia - art. 624, 625 c. p. ».

(C. Cassazione penale 28 gennaio 1935 - Mon. Trib., 1935, p. 516).

Ricchezza mobile.

« . . . .

Le sovvenzioni che lo Stato concede per la costruzione degli impianti idro-elettrici, debbono andare esenti dalla imposta di ricchezza mobile dovendosi riconoscere a tali impianti il fine di pubblico interesse.

. . . .

La valutazione del reddito edilizio degli opifici ed impianti di produzione di energia elettrica, deducibile da quello tassabile, va fatta sulla base della quantità di forza che concretamente l'officina è capace di produrre e che ne costituisce la dotazione permanente, indipendentemente dall'effettivo consumo ed utilizzazione di essa.

La regola si applica anche per gli impianti esenti da tributo ».

(Comm. Centr., Sez. Un. 7 novembre 1934 n. 68120 - Rivista di Legislaz. Fiscale 1935, p. 364, n. 12170).

« Ai sensi dell'art. 15 del R. D. 20 settembre 1926, n. 1643 debbono andare esenti dalla imposta di ricchezza mobile le sovvenzioni che lo Stato concede sia per la costruzione degli impianti idroelettrici, sia per il loro esercizio ».

(Comm. Centr., Sez. Un. 12 dicembre 1934 n. 69909 - Rivista di Legislaz. Fiscale 1935, p. 450, n. 12223).

*

Acque pubbliche.

« Quando una concessione di derivazione di acque pubbliche sia data a determinate condizioni di rispetto di concessioni preesistenti e di conversione eventuale della energia idraulica in elettrica, non può il concessionario dichiararsi tenuto senz'altro ai danni definitivi per titolo di inadempienza fino a che, costituito in mora per l'attuazione delle specifiche opere ritenute necessarie, non abbia a queste provveduto.

Nell'obbligo di provvedere alla fornitura di energia elettrica in luogo della idraulica venuta meno per la minorata portata dell'acqua in seguito alla nuova concessione, rientra l'onere delle spese delle trasformazioni di impianto e di presa che siano necessarie per evitarsi un peggioramento nelle condizioni del concessionario precedente, senza che si possa pretendere da questi un aumento di spesa per una miglior utilizzazione dell'acqua che tuttavia continui a scorrere nel corso d'acqua pubblico... ».

(Trib. delle Acque, Torino 15 maggio 1934 - Rep. Foro Ital. 1934 c. 24, nn. 90-91).

Condutture elettriche.

A seguito della legge 7 luglio 1894 n. 232 e del rel. reg. 25 ottobre 1895, n. 642, art. 6, esclusivamente competente ad autorizzare l'impianto di condutture elettriche è il prefetto o il ministero, e i comuni e le provincie non hanno che una ingerenza meramente consultiva e facoltativa sulle norme di edilizia, igiene, sicurezza pubblica e viabilità da osservarsi da chi sia autorizzato all'impianto.

La distinzione tra impianto delle condutture, per cui occorrerebbe l'autorizzazione governativa, ed esercizio per la distribuzione dell'energia ai privati, per cui occorrerebbe il consenso del Comune, è artitraria, perchè non fatta dalla legge e in contasto con i fini della stessa, che fu quello di eliminare ostacoli per la utilizzazione della energia, la quale si verifica essenzialmente, quando se ne attua la distribuzione ».

(Appello Bari 9 luglio 1934 - Rep. Foro Ital. 1934 c. 367 nn. 4-5).

« L'obbligo di disporre speciali misure di difesa, ove vi sia pericolo di contatto tra i conduttori di energia elettrica e i fili telegrafici e telefonici, in caso di rottura di questi, è posto dalla legge esclusivamente a carico del proprietario della conduttura elettrica e non si esaurisce nel momento dell'impianto della stessa, ma rimane immanente per tutta la durata dell'esercizio della linea elettrica ».

(Appello Bari 16 luglio 1934 - Rep. Foro Ital. 1934 c. 367 n. 6).

« L'art. 10 reg. 25 ottobre 1895 n. 642, sulla trasmissione a distanza della energia per mezzo di correnti elettriche imponendo che i conduttori aerei nei luoghi aperti non debbano essere collocati ad una altezza inferiore a metri 6 dal suolo, si riferisce alla distanza misurata perpendicolarmente dal conduttore al suolo e non alla distanza che, misurata lateralmente o diagonalmente, per l'inclinazione del terreno, può anche essere minore di metri 6 ».

(Trib. San Remo 6 giugno 1934 - Rep. Foro Ital. 1934 n. 368 n. 7).

Contratto di fornitura.

« Quando in un contratto di fornitura di energia elettrica sia stabilita a favore dell'utente la facoltà di richiedere in determinate epoche il riesame del contratto, per adattarlo ad eventuali nuove esigenze dell'utente stesso, la facoltà suddetta può esercitarsi non solo quando ricorrano nuove condizioni di natura subiettiva, ma anche quelle determinate da ragioni di natura obbiettiva, come il costo dell'energia in rapporto alla situazione economica generale ».

(Tribunale di Milano 2 luglio 1934 - Rep. Foro Ital. 1934 c. 522 n. 7).

« Il collegio arbitrale obbligatorio costituito a norma dell'articolo 4 R. D. L. 4 marzo 1926 n. 681 contenente disposizioni sulle tariffe dell'energia elettrica ha carattere di giurisdizione speciale. Onde le decisioni del detto collegio arbitrale sono impugnabili con ricorso alle sezioni unite a norma dell'art. 3, n. 3, I, 31 marzo 1877 e non già con l'azione di nullità a termine del C. P. C. ».

(C. Cassazione 7 aprile 1934 - Rep. Foro Ital. 1934 n. 522 nn. 8-9).

Tassa illuminazione.

« L'ingiunzione può essere usata anche per il ricupero della cauzione dovuta dal produttore di energia elettrica che non paga la imposta anticipatamente ».

(Trib. Palermo 4 dicembre 1933 - Rep. Foro Ital. 1934 c. 1807 n. 5).

« Il reato previsto dal penultimo capoverso dell'art. 20 T. U. 8 luglio 1924 sull'imposta relativa al consumo del gas e dell'energia elettrica, per frode dell'imposta stessa mediante alterazione dei congegni di misurazione, non è compreso nell'amnistia di cui all'art. 16 lett. g. r. d. 5 novembre 1932, n. 1403.

Concorrono gli estremi del reato previsto dal penultimo capoverso dell'art. 20 anzidetto nel fatto di un utente che, invece di denunciare all'azienda elettrica le alterazioni apportate casualmente da un operaio al congegno di misurazione, ne profitta per consumare un quantitativo di energia elettrica superiore a quello al quale ha diritto per contratto, evadendo così l'imposta sull'eccedenza di consumo ».

(C. Cassazione 3 novembre 1933 - Rep. Foro Ital. 1934 c. 1807 nn. 7-8).

F. L.

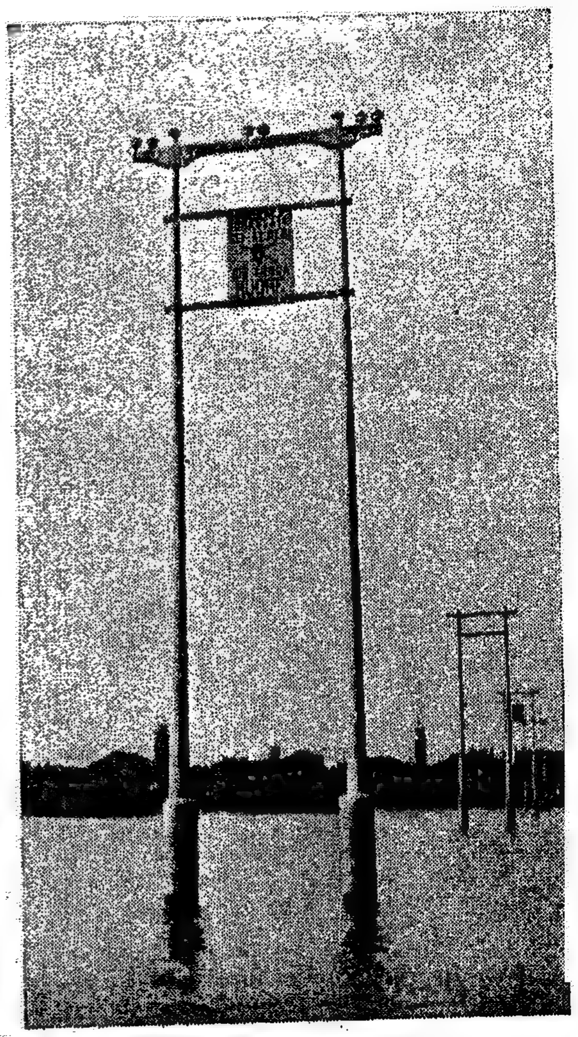
LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Linea elettrica in Laguna.

La linea a 10 kV Chioggia-Sottomarina della Società Euganea di Elettricità, fu costruita a suo tempo con sostegni di ferro a traliccio, e munita di tre conduttori da 70/10. Il ciclone del 13 dicembre 1933 abbattè la palificazione, che attraversa la laguna. Si rese pertanto necessario il rifacimento della linea, dato che la stessa serve a chiudere un importante anello per l'alimentazione di Sottomarina.

Sia per evitare la ingente spesa per le fondazioni in laguna necessarie ai tralicci in ferro, sia per assicurare una maggior resistenza alla conduttura, furon scelti sostegni SCAC a portale, con i pali fissati a cannocchiale in altrettanti piloti in cemento armato centrifugato previamente infissi.



La 10 kV Chioggia-Sottomarina.

Approntato il materiale necessario (piloti, pali, mensole e traverse) in stabilimento, il lavoro di montaggio non richiese che pochi giorni. I piloti furono infissi con un battipalo munito di maglio da 1 tonn. e le poche difficoltà incontrate si dovettero esclusivamente al fondo eminentemente sabbioso. Non fu però richiesto nè l'uso di pompe, nè di altri sistemi. Lo stesso battipalo servì come falcone per il rapido montaggio dei pali che, a mezzo barche, vennero di volta in volta trasportati a picchetto.

Per assicurare la massima resistenza all'azione della salsedine marina tutti i manufatti in cemento armato vennero costruiti in cemento superpozzolanico, le spiralazioni dei pali e dei piloti sono state eseguite con filo di ferro zincato; e gli spessori esterni del rivestimento in calcestruzzo sono stati notevolmente aumentati nel confronto di quelli solitamente prescritti.

SUNTI E SOMMARI (*)

ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA.

K. Kubbe — **Raddrizzatori per la carica automatica di batterie di veicoli elettrici.** (E. T. Z., N. 51, del 20 dicembre 1934, pag. 1250-1254, con 12 fig.). **2 b**

L'A. passa in rassegna i diversi tipi di raddrizzatori che possono essere impiegati per la carica automatica di batterie di accumulatori di veicoli elettrici. Per la carica automatica descrive un tipo di interruttore che stacca l'alimentazione quando la carica è ultimata. I raddrizzatori a vapore di mercurio per essere applicati a questo servizio richiedono qualche modifica, perchè in essi l'arco ha tendenza a disinnescarsi se la corrente diminuisce, il che può accadere verso la fine della carica: basta perciò porre nei catodi delle masse metalliche che fungono da catodi ausiliari oppure aggiungere un anodo ausiliario. I raddrizzatori a catodo incandescente possono essere pure usati cogli stessi accorgimenti di regolazione, ma per intensità di corrente fino a 15 A. I raddrizzatori a ossido di rame sono più costosi, ma sono di funzionamento più semplice e hanno una durata praticamente illimitata. *Tt.*

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

T. C. Lennox — **Tre nuovi regolatori di tensione a gradini.** (Gen. Elec. Rev., marzo 1935, pag. 123-125). **3 c**

I regolatori di tensione a gradini si sono ormai notevolmente affermati e sono venuti sostituendo i regolatori a induzione su quelle linee in cui, per l'elevata tensione di esercizio o per il basso carico, qusti ultimi risultano troppo costosi. La G. E. Co. ha recentemente costruito un nuovo regolatore di tensione, per tensioni di 6900, 11.500, 13.800 volt ed oltre, caratterizzato da grande sicurezza di funzionamento, mentre presenta il vantaggio di accessibilità delle parti e di un elevato rendimento.

Le varie tensioni necessarie sono ottenute mediante prese effettuate su di un avvolgimento. Il calcolo di un regolatore di tensione non differisce molto da quello di un trasformatore normale; però il regolatore deve presentare speciali requisiti, specialmente dal punto di vista dell'isolamento. Durante il processo di commutazione, un reattore mette le prese in corto circuito. Tutto il meccanismo di commutazione è montato sott'olio, in cassa separata posta sopra la cassa principale. Il commutatore è dotato di movimento a scatti ottenuto con un ingranaggio a croce di Malta, con comando diretto a motore. L'asse portante l'ingranaggio presenta un gomito, al quale sono attaccate due molle, che servono a rendere rapido il movimento di commutazione. L'applicazione di questi regolatori è raccomandabile in molti circuiti derivati, con medie tensioni di qualche migliaio di volt, specialmente per ragioni di convenienza economica. Un esempio servirà a dimostrarlo. In 1,5 km circa di linea monofase a 2400 volt, percorsa da 50 A, la caduta di tensione è del 7 % circa. Se i regolatori della sottostazione compensano l'1 % di tale caduta, occorre provvedere al rimanente 6 %. La caduta può essere ridotta all'1,6 % aggiungendo altri due fili uguali e rendendo così la linea trifase col quarto filo. Con una spesa però, che è meno della metà, si può applicare uno di questi regolatori a gradini e ottenere di compensare tutta la caduta.

Dello stesso tipo sono i regolatori elevatori ed abbassatori da inserire in circuiti derivati a bassa tensione, nei quali per particolari esigenze di servizio, come ad esempio per illuminazione, sia richiesto un maggior carico in certe ore del giorno; questi apparecchi provvedono ad una regolazione che va dal 2,5 % fino al 10 %. Per ciò che riguarda il processo di commutazione di questi regolatori, anzichè ricorrere a normali reattori o a resistenze per corto circuitare due prese contigue, è stato anche adottato con successo un circuito derivato in tirite che può sopportare comodamente la piena corrente di carico per un cinquantesimo di secondo durante la commutazione. *C. G. E.* (*)

APPLICAZIONI VARIE.

K. Sedlmayr — **Schemi di inserzione di motori a corrente continua per grue e loro caratteristiche.** (E. T. Z., N. 49, del 6 dicembre 1934, pag. 1197-1201, con 4 fig.). **6 c**

L'A. si è proposto col suo studio di esporre un metodo semplice per determinare graficamente le curve caratteristiche dei motori a corrente continua impiegati negli equipaggiamenti per grue. È stato osservato che vi sono certi casi di schemi di motori per grue, in cui le curve caratteristiche differiscono da quelle di una normale macchina compound, della quale i motori ad eccitazione in serie e in derivazione possono essere considerati casi particolari. L'A. ha studiato perciò uno schema semplice sostitutivo che consenta di stabilire con chiarezza se la macchina compound normale rappresenta effettivamente il caso generale dal quale si possano dedurre tutti gli altri schemi. In questo modo egli giunge ad avere graficamente in modo molto semplice le curve caratteristiche dei motori a c. c. impiegati nelle grue e applica il metodo, a mo' d'esempio, a tre motori montati in modo diverso per ottenere le curve caratteristiche di coppia-velocità. *Tt.*

E. H. Vedder, M. S. Evans — **Regolazione fotoelettrica dei riscaldatori a resistenza per metalli.** (Elec. Eng., giugno 1935, pag. 645-650, con 14 figure). **6 c**

Gli AA. si occupano dei dispositivi per ottenere il riscaldamento di pezzi metallici facendoli attraversare direttamente da una corrente elettrica; il metodo è in uso specialmente per piccoli pezzi: chiodi, valvole per motori, ecc. Il sistema è molto opportuno ma esige una attenta regolazione della temperatura e a tale scopo sono stati proposti vari sistemi: leve amplificatrici delle dilatazioni del pezzo, striscie bimetalliche, relais a tempo, ecc.; tutti intesi a provocare l'interruzione della corrente appena sia stata raggiunta la temperatura voluta. Gli AA. descrivono invece un sistema a cellula fotoelettrica sulla quale viene concentrata l'energia radiata dal pezzo in riscaldo. Le cellule fotoelettriche del commercio hanno una curva di sensibilità spettrale tale che la prima manifestazione sensibile di corrente fotoelettrica si verifica per una temperatura di circa 600°, e va poi crescendo all'incirca proporzionalmente all'elevazione di temperatura oltre 600°. Data la tenuità delle correnti fotoelettriche, la cellula è connessa alla griglia di un tubo elettronico a vapore di mercurio. Il dispositivo permette di realizzare un complesso del tutto automatico, nel quale i pezzi da scaldare vengono a portarsi successivamente nella posizione voluta, sono riscaldati fino alla temperaura stabilita e poi automaticamente scaricati. Il dispositivo è illustrato con qualche dettaglio. *N.*

Equipaggiamento elettrico della fabbrica di margarina Benninga. (Engin., 7 dicembre 1934, pag. 618-619, con 3 fig.). **6 c**

Questa fabbrica è situata a Mitcham, presso Survey, ed è dotata di equipaggiamento elettrico a 400 V. La nota riporta una sommaria descrizione del complesso dell'impianto, soffermandosi su quanto si riferisce ai sistemi elettrici, vari, di comando delle diverse macchine, alla potenza assorbita, ecc. I macchinari principali comprendono essenzialmente, macinatrici, mescolatrici, avvolgitrici, impacchettatrici, refrigeratrici, ecc., quasi tutte azionate elettricamente, con comando singolo. *E. R.*

CONDUTTURE.

H. Milon — **Osservazioni su una eccezionale formazione di brina nella traversata del Giura.** (Bull. Soc. Franc., giugno 1935, pag. 571-580, con 1 figura). **9 c**

Come è noto, la brina si manifesta come formazione di fini aghi cristallini di ghiaccio sotto i quali va formandosi spesso un manicotto di ghiaccio più consistente dovuto ad una parziale rifusione e ricongelazione della brina stessa. Una osservazione interessante in proposito si è fatta sulla linea a 120 kV che attraverso il Giura ad un'altezza di m 1360. La linea è stata rinforzata dopo le esperienze fatte in alcuni inverni assai rigidi e aveva potuto resistere meccanicamente a formazioni di manicotti di brina di 25 cm di diametro dando luogo soltanto a qualche scarica fra i conduttori in un medesimo piano verticale o fra i conduttori e le mensole. Il 2 febbraio 1935, mentre i conduttori erano già rivestiti di un manicotto di ghiaccio da 8 a 15 cm di diametro, un addolcimento della temperatura e la caduta di pioggia mescolata a nevischio diedero luogo ad un rapido fortissimo aumento delle formazioni di ghiaccio, che non si potevano staccare con manovre manuali. Si ricorse allora al riscaldamento dei conduttori, inserendo direttamente due alternatori sulla linea messa in corto circuito a un posto di sezionamento lontano km 21. La tensione venne gradatamente elevata fino a 9700 V a cui corrispondeva una potenza di 3500 kW e una densità di corrente di 2,5 A/mm². Dopo un'ora i manicotti cominciarono a staccarsi a piccoli pezzi e dopo due ore la linea era libera. Dai pezzi staccati si è potuto calcolare che il carico sulla linea arrivava a 30 kg per m e in qualche caso anche notevolmente di più. In seguito a tale esperienza si sono predisposti i contatti per la facile messa in corto circuito, onde ripetere la manovra in altri casi analoghi. *Ri.*

M. Preiswerk — **Eliminazione delle oscillazioni nei conduttori delle linee di trasmissione.** (E. T. Z., N. 50, del 13 dicembre 1934, pag. 1225-1226, con 4 fig.). **9 c**

Le oscillazioni nei conduttori delle linee di trasmissione abbreviano la durata delle linee stesse: e perciò si studiano i mezzi per eliminarle. L'A. descrive il modo di costruzione di una corda non soggetta ad oscillazioni; si tratta di un conduttore risultante da due parti, che si possono spostare l'una rispetto all'altra con un certo giuoco: queste due parti sono tese in modo diverso così che in ogni condizione ciascuna di esse ha una frequenza di oscillazione pro-

(*) Per i titoli delle riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

pria. Praticamente si può costruire una corda di questo genere con un cavo anulare, entro al quale è posto un conduttore più piccolo del diametro interno del cavo, in modo che risulti un certo gioco fra le due parti. Queste possono essere anche di materiale diverso. *Tt.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

G. VALLE — **I fondamenti dell'elettrotecnica nella fisica moderna.** (Nuovo Cimento, marzo 1935, pag. 172-184, con 3 fig.). **15 a**

Allo stato attuale delle nostre conoscenze gli elettroni, i neutroni e i protoni si ritengono gli unici corpuscoli di proprietà diversa che intervengono a formare gli atomi di tutti gli elementi. Molte proprietà degli elementi dipendono soltanto dall'assetto superficiale dell'edificio atomico, dal numero di elettroni che occupano la corteccia più esterna. La dissociazione degli atomi in ioni positivi ed elettroni o quella delle molecole in ioni dei due segni sono i fenomeni che determinano le manifestazioni esteriori dell'elettricità. I metalli sono ottimi conduttori elettrici perchè contengono, anche allo stato neutro, elettroni che si possono dire liberi; essi costituiscono una specie di gas elettronico diffuso negli interstizi fra gli ioni. A tali gas elettronici competono proprietà eccezionali, cioè quelle del gas in istato di degenerazione previsto dal Fermi, nel quale gas, purchè la temperatura non superi un certo valore, esiste una velocità massima dei moti di agitazione delle particelle indipendentemente dalla temperatura. Gli elettroni superficiali che evadono dal metallo, lasciano questo carico positivamente e, trattenuti da questa carica, generano una atmosfera negativa che impedisce ad altri elettroni di sfuggire. Applicando un campo elettrico ad un metallo, ogni elettrone libero assume una componente di velocità in senso contrario al campo, generando uno spostamento di insieme del gas elettronico, cioè una corrente. L'energia che gli elettroni assorbono dal campo si dissipa negli urti incessanti cogli ioni, generando l'effetto Joule. Con considerazioni analoghe si possono intepretare i fenomeni nei dielettrici, in cui anzichè trasporto di elettroni si ha un orientamento delle particelle cariche. L'A. si diffonde poi a considerare l'elettrone isolato che si muova con velocità non eccessiva per dedurne l'interpretazione di importanti fenomeni elettrici, accennando altresì alla interpretazione dei fenomeni ferromagnetici in base al cosidetto spin elettronico. In ultimo accenna alla derivazione delle equazioni di Maxwell e alla loro importanza nell'elettrotecnica moderna. *Ri.*

K. B. MCEACHRON e J. L. THOMASON — **Prove con elevate correnti di impulso.** (Gen. Elec. Rev., marzo 1935, pag. 162-131). **15 a**

Recenti studi hanno dimostrato che le correnti prodotte dai fulmini variano grandemente e possono raggiungere valori di cresta dell'ordine di 100.000 A, e poichè i danni, che possono derivare, dipendono dall'ampiezza e dalla durata della corrente, è interessante studiare il comportamento di queste correnti, specialmente per ciò che riguarda gli apparecchi di protezione. Le conclusioni di tali ricerche sono basate il più delle volte sulla fusione dei conduttori, prodotta da forti correnti di impulso. Nel luglio 1934 nelle officine di Pittsfield della G. E. Co. è stato sistemato un generatore di impulsi disposto per scariche a forte intensità, con una tensione a circuito aperto di 150 kV.

Dopo aver dato i valori caratteristici del circuito, l'A. espone i risultati delle prove di fusione fatte su conduttori di rame, ferro ed alluminio; il rame fonde a un estremo, talvolta anche alle due estremità, e con un lieve aumento della corrente, rispetto al valore minimo di fusione, fonde a metà ed agli estremi; il ferro fonde ordinariamente molto vicino agli estremi e qualche volta, con corrente leggermente maggiore, in diversi punti. L'alluminio si comporta come il rame; però esso presenta una maggiore tendenza a rompersi in segmenti; con correnti maggiori del minimo, il conduttore scompare, non lasciando residui apprezzabili. Con la massima corrente di corto circuito di 65.000 A in un filo di ferro di 3 mm circa si ha una pioggia di scintille proiettate ad una distanza di circa 10 metri. Il rame e l'alluminio non producono invece questo effetto.

Infine l'A. dà il calcolo per l'induttanza e la resistenza del generatore e per l'impulso di corrente necessario per la fusione del filo in prova. *C. G. E.*

IDRAULICA.

M. CALCIATI — **Il rigonfiamento del calcestruzzo misurato in una diga di recente costruzione.** (L'En. Elettr., aprile 1935, pag. 261-278, con 10 fig.). **18 c**

La diga di Malciaussia costruita nel 1932-33 è una diga ad arco in calcestruzzo e sbarra la valle della Stura di Viù. L'arco con raggio tra 25,42 m e 38,40 m si incastra nella roccia sulla sponda destra ed in una spalla di muratura di pietrame e malta di cemento alla sponda sinistra. La diga si trova ad una altitudine media di 1800 m sul mare ed ha un'altezza massima di m 32, con sviluppo in cresta di m 140 e una cubatura complessiva di calcestruzzo di 7500 m³. La costruzione fu effettuata con gettata di calcestruzzo compresso e vibrato; furono poi eseguite iniezioni di cemento per 300 quintali nella fondazione e 1248 quintali nel corpo della diga. Furono eseguiti accurati rilievi delle deformazioni mediante 5 scopi fissati all'incirca sul piano verticale passante per la chiave dell'arco. Con appositi apparecchi vennero misurati gli spostamenti orizzontali e quelli verticali. Si è pure effettuato il rilievo giornaliero delle temperature in diversi punti della diga. Le deformazioni misurate sono alquanto diverse da quelle che si potrebbero prevedere in base alle reazioni termiche misurate ed alla pressione idrostatica che si esercita sull'arco. La relazione riporta ampiamente i risultati dei rilievi eseguiti che vengono illustrati e discussi. Altri rilievi furono eseguiti per mezzo di tensiometri messi in opera nella muratura durante la costruzione e che consistono sostanzialmente in un filo metallico vibrante la cui frequenza è funzione della tensione meccanica che esso subisce. Dal complesso delle osservazioni eseguite si sono potuti dedurre i valori del rigonfiamento medio delle sezioni della diga, specialmente nella sua sezione mediana. Tale fenomeno corrisponde all'effetto di una sensibile variazione di temperatura e può alterare sensibilmente i risultati del calcolo delle sollecitazioni. Il fenomeno è molto complesso è allo stato attuale non è possibile tenerne conto con qualche esattezza nel calcolo delle dighe. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

R. G. WEIGEL — **Sulla fotometria delle luci colorate.** (Licht, gennaio, febbraio e marzo 1935, pag. 15-16, 43-48 e 71-72, con 3 fig. e 4 tab.). **19 f**

Il problema della fotometria eterocromatica è attualmente all'ordine del giorno per l'urgenza con cui ne è richiesta la soluzione in vista del continuo accrescersi delle applicazioni delle lampade a vapori metallici. Come è noto, nella pratica delle misure industriali i metodi all'uopo più comunemente impiegati sono quelli diretti ad esame simultaneo o ad esame alternativo e quello dei confronti ausiliari. Basandosi sui risultati di antiche e di nuove ricerche, l'A. confronta questi metodi, rilevando le cause e la portata degli errori che si commettono con ciascuno di essi. *G. Co.*

W. HARRISON — **Le applicazioni delle nuove lampade a vapori metallici.** (Tr. Ill. Eng. S., febbraio 1935, pag. 190-200, con 11 fig.). **19 d**

Le lampade a vapori di sodio sono state maggiormente impiegate a scopo d'illuminazione stradale, e per lo più là dove questa non è intesa ad assicurare la visione per contrasto di colori. Si sono anche registrati casi di applicazione di queste lampade nei locali di lavoro delle industrie, però sempre in numero inferiore a quelli che, in locali dello stesso genere, si sono avuti per le lampade a vapori di mercurio ad alta pressione. Queste ultime hanno infatti più larghe possibilità d'impiego, anche perchè possono combinarsi assieme alle lampade ad incandescenza, ottenendo così una luce che dà effetti assai meno sgraditi e, inoltre, assicurando in tal modo la continuità del servizio, che è alquanto problematica nel caso di esclusivo impiego delle lampade a vapori di mercurio ad alta pressione perchè, come è noto, se si ha un'interruzione di corrente queste lampade non possono essere subito riaccese. *G. Co.*

IMPIANTI.

A. E. ANDERSON — **La velocità di manovra nei comandi a distanza centralizzati.** (Gen. Elec. Rev., marzo 1935, pag. 132-134). **20 l**

L'esecuzione di una manovra a distanza da un posto di comando centralizzato ha luogo in tre fasi, e cioè: controllo e comando. A queste si può aggiungere ancora una quarta fase, corrispondente al ritorno al posto di comando di una segnalazione indicante che la manovra comandata ha luogo. Due di queste fasi, e cioè la prima e la terza, sono sotto il controllo del personale e per conseguenza il tempo che esse impegnano dipende dalla maggiore o minore abilità dell'operatore. Le altre due fasi sono interemente automatiche, ma specialmente per la terza la rapidità di risposta è molto importante. In generale i posti di comando centralizzati consentono di effettuare una sola manovra per volta. In qualche caso è possibile prescegliere gruppi di manovre da eseguire contemporaneamente o consecutivamente. La rapidità di manovra dipende tuttavia più che altro dal tempo necessario all'operatore per manipolare i pulsanti o le chiavette e controllare gli effetti della manovra che egli sta per effettuare. Perciò è inutile disporre di velocità superiori a quelle massime che in pratica si possono sfruttare; una rapidità da 1 a 5 secondi per manovra è considerata come sufficiente.

Quando il controllo delle manovre richiede da parte dell'operatore un certo tempo per verificare i risultati sull'impianto, la velocità della segnalazione di ritorno acquista importanza, allo scopo più che altro di ridurre il tempo totale. La fase di comando non ha particolari esigenze di rapidità, salvo nei casi di chiusura di interruttori di parallelo. La maggior parte dei dispositivi di comando centrallizzato consente tuttavia l'effettuazione di tali manovre con sufficiente rapidità. La segnalazione del cambiamento di posizione di un dato apparecchio comandato a distanza è trasmessa automaticamente al posto di comando. La rapidità di trasmissione ha im-

portanza specialmente negli impianti complessi e può raggiungere un decimo di secondo per segnalazione.

L'aggiunta di circuiti telefonici e di telemisura non interferisce con le esigenze dei telecomandi e delle telesegnalazioni. *C. G. E.*

La centrale della diga del Sautet. (The Elec., 1º marzo, pag. 277-279, con 2 figure). **20 c**

Questa recente centrale francese si trova sul fiume Drac; la diga, alta circa m 140, sbarra il fiume in una stretta gola ed ha il doppio scopo di regolare il regime del fiume e di generare il salto per la centrale situata alla sua base. Gli scarichi praticati entro la diga e nelle pareti laterali di roccia possono assicurare lo smaltimento di una portata di circa 6000 m³/sec. La diga è provveduta di dispositivi per la misura delle pressioni idrostatiche interne, delle deformazioni e della temperatura.

La centrale è costruita circa m 100 a valle della base della diga, parte come un ponte attraverso la gola e parte in galleria scavata entro la roccia. La parte in galleria ha la forma di una camera a volta circolare di circa m 30 di diametro. La sala macchine è lunga circa m 55; vi sono installati sei gruppi disposti su una doppia fila: tutti i gruppi di una fila sono alimentati da una conduttura forzata che corre longitudinalmente sui fianchi della sala. Ogni gruppo comprende un alternatore da 13.250 kVA comandato da due turbine montate alle due estremità dell'albero; il salto utile è di circa m 100, ma può variare sensibilmente secondo le stagioni. Gli alternatori, trifasi a 50 per/sec, 10.000/11.000 V, sono forniti di eccitatrice coassiale da 55 kW a 125 V. È predisposta la protezione contro gli incendi mediante iniezione automatica di anidride carbonica e, qualora ciò non fosse bastante, mediante pompaggio a mano di pirene entro la macchina.

La galleria dei cavi è situata nella parte centrale della sala sotto il pavimento; i cavi risalgono poi alla superficie lungo il pozzo dei due ascensori che costituiscono l'unico sistema di accesso alla sala macchine. L'edificio dei quadri è costruito all'aperto in alto sulle sponde della gola e comprende tutta l'apparecchiatura a 10.000 V. Ogni gruppo di due generatori alimenta direttamente un trasformatore trifase da 26500 kVA, 10,5/150 kV. Con una potenza installata di 67.500 kW si prevede una produzione di 175.000.000 kWh all'anno. *Ri.*

L. N. McClellan — **Caratteristiche tecniche dell'impianto della Boulder Dam.** (Elec. Eng., giugno 1935, pag. 583-594, con 6 fig.). **20 i**

L'impianto ha, oltre al compito di produrre energia, anche quello di regolare il fiume Colorado le cui piene sono assai pericolose, e quello di accumulare acqua a scopi di irrigazione e per alimentazione di alcune città della California. La diga alta circa 220 metri sulle fondazioni, con 330 m di sviluppo in cresta crea il più grande lago artificiale del mondo con un'area di circa 570 km² e una capacità di circa 37 miliardi di m³ d'acqua. L'impianto permetterà di realizzare una potenza continuativa di 485.000 kW e una produzione di energia di 4330 milioni di kWh all'anno all'inizio con una successiva diminuzione di circa 876.000 kWh all'anno in seguito a previste altre opere a monte; oltre all'energia continua suddetta si può contare su circa 1500 milioni di kWh di energia stagionale. L'impianto conterrà 15 unità principali da 82.500 kVA, e due unità da 40.000 kVA con un totale di 1.317.500 kVA installati. La presa è effettuata con quattro torri, due per ogni fianco, immediatamente a monte della diga, che danno origine a quattro condotte forzate principali di 10 m di diametro da ciascuna delle quali si diramano le tubazioni per le macchine e un tronco terminale che conduce a un gruppo di sei valvole ad ago, a valle dell'impianto. Ogni turbina è provvista di adeguata valvola a farfalla comandata con olio in pressione. Le turbine, ad asse verticale, sono progettate per un salto variabile fra 110 e 175 m; per il 90 % del tempo tuttavia, il salto sarà compreso fra 135 e 168 m; il regolatore, a pressione d'olio, è sensibile a variazioni di velocità dell'1 %. Gli alternatori principali sono costruiti per un elevatissimo momento dinamico, con reattanza transitoria del 21 % e rapporto di corto circuito 2,4, allo scopo di aumentare la stabilità; la ventilazione è in ciclo chiuso, con dispositivo di sicurezza ad anidride carbonica. Ogni alternatore ha una eccitatrice coassiale con eccitatrice pilota e dispositivo di regolazione rapida della tensione. I trasformatori monofasi, in olio, a riempimento di gas inerte, 16.320/287.500 V, 60 per/sec sono a raffreddamento ad acqua. Gli interruttori ad alta tensione, a 6 interruzioni per polo, con dispositivo dejon, da 2.500.000 kVA (convenzionali) di capacità di rottura sono ad azione rapida e realizzano la interruzione in meno di tre periodi (a 60 Hz). Il quadro principale è del tipo miniatura. Gli alternatori sono provvisti di protezione differenziale e così pure i trasformatori. Numerose notizie sono fornite su dettagli di impianto. *N.*

M. Schleicher — **Impianti europei di ripartizione del carico.** (E. T. Z., N. 51 del 20 dicembre 1934, pag. 1243-1246; N. 52, del 27 dicembre 1934, pag. 1272-1274, con 10 fig.). **20 i**

L'A. passa in rassegna i diversi impianti europei di ripartizione del carico basati sul comando, sulle misure e sulle segnalazioni a distanza. Vengono così ricordati impianti di Oslo, Vienna, Parigi, Londra e, nell'Italia settentrionale, l'impianto in costruzione delle Ferrovie dello Stato a Genova. Questo impianto ha lo scopo di controllare l'alimentazione di energia alla rete ferroviaria fatta dalle diverse centrali. Il raggio d'azione del posto sarà di circa 300 km. Si tratta perciò di misure a distanza riportate tutte al posto ripartitore di Genova.

Per la comunicazione Bologna-Genova, che raggiunge 300 km, si è adottata la trasmissione a frequenza acustica col sistema ad impulso; sulla linea a 130 kV da Bologna a Fornovo vengono trasmessi i valori delle misure su onde ad alta frequenza modulate: di qui i risultati, raccolti con ricevitore ad alta frequenza, vengono trasmessi con apposito cavo a Pontremoli. Quivi vengono aggiunti i valori della centrale di Pontremoli e trasmessi con frequenze apposite ad Aulla, ove si aggiungono gli altri valori di quella centrale fino alla Spezia e qui un apposito cavo aereo porta a Genova anche gli altri valori provenienti dalla centrale di Livorno: in complesso a Genova sulla stesso cavo, lungo 95 km, arrivano dalla Spezia otto valori di misure con otto modulazioni sovrapposte alla stessa onda portante; ivi le frequenze vengono nuovamente separate e gli impulsi guidati ai diversi strumenti indicatori. *Tt.*

La centrale termica a motori Diesel di Roma. (Engin., 7 dicembre 1934, pag. 614-616, con 4 fig.). **20 f**

La nota descrive la centrale Montemartini a Roma, equipaggiata con due gruppi generatori con Diesel-Tosi, da 5000 kW, a due tempi, semplice effetto, dieci cilindri. Gli alternatori, trifasi, a 7800 V generano corrente alla frequenza di 45 per/sec e sono capaci di un sovraccarico del 15 %, in servizio continuo. L'incastellatura dei cilindri è fortemente amarrata al blocco di calcestruzzo, mediante lunghi tiranti filettati, annegati nei blocchi stessi.

Particolari accorgimenti sono stati escogitati per assicurare il raffreddamento, con pompe a forte velocità di circolazione, e capaci di smaltire la portata di 650 m³/all'ora. Gli stantuffi sono costruiti in quattro parti. Il combustibile viene preventivamente scaldato elettricamente e poi iniettato; l'iniezione avviene ad aria compressa con compressore a tre fasi, e tale sistema è pure impiegato per l'avviamento. La lubrificazione si effettua sotto pressione, con pompe di regolazione inserite sul circuito di alimentazione, sul quale è pure inserito un depuratore centrifugo. *E. R.*

MATERIALI.

H. W. L. Bruckmann e M. G. A. Haalebos — **Sulle proprietà elettriche degli oli minerali.** (E. T. Z., N. 52, del 27 dicembre 1934, pag. 1269-1272, con 6 figure). **26 f**

Gli AA. riferiscono sulle misure della resistenza dielettrica e delle perdite di oli per trasformatori impiegati in diversi periodi di tempo e ciò allo scopo di stabilire il miglior processo di raffinazione e le prove più esaurienti. È stato riscontrato che da principio le perdite nel dielettrico sono dovute principalmente al lavoro meccanico fatto dalle particelle dell'olio che si spostano sotto l'azione del campo elettrico. Poi intervengono anche modifiche nella composizione chimica. Da ultimo le perdite sono puramente ohmiche. Nell'articolo sono riprodotte curve che danno la variazione della rigidità dielettrica e delle perdite in tre categorie di olii durante il periodo di due anni. *Tt.*

J. B. Whitehead, S. H. Shevki — **Depurazione con corrente continua degli oli isolanti.** (Elec. Eng., luglio 1935, pag. 603-609, con 12 fig.). **26 f**

Gli isolanti liquidi del commercio possono colla raffinazione essere portati ad un alto grado di resistività dando luogo a conduttività dell'ordine di 10^{-10} a 10^{-16} mho, riferite al cm. Tuttavia il comportamento elettrico di tali oli presenta parecchie anomalie la cui interpretazione teorica è difficile. Gli AA. si occupano di alcuni di questi fenomeni specialmente di quello che consiste in una progressiva diminuzione delle perdite dielettriche a corrente alternata, che si verifica in seguito a una prolungata applicazione di una tensione continua. Sono in proposito riportati i risultati di numerose apposite esperienze. Un altro fenomeno considerato è quello della relazione variabile corrente-tempo nel caso di applicazione di tensione continua. La riduzione delle perdite dielettriche e della conduttività in tali condizioni viene messa in relazione con un altro fenomeno cioè quello dell'accumularsi di una carica spaziale agli elettrodi, dovuta in parte a ioni di recente formazione e in parte a pesanti aggregati molecolari aventi ioni al loro centro. Questi ioni pesanti hanno una influenza notevole sul valore finale della conduttività misurata sotto tensione continua, ma contribuiscono invece pochissimo alle perdite dielettriche sotto tensione alternata. In molti casi le perdite dielettriche possono essere considerate come un puro fenomeno di conduzione. Queste considerazioni di ordine teorico sono basate sulle esperienze degli AA. e confortate dai risultati raggiunti con esse. *N.*

M. Colonna — **Leghe ferrose che interessano le applicazioni elettriche.** (Bull. Soc. Franc., giugno 1935, pag. 593-604). **26 a**

L'A. considera anzitutto le leghe ad elevata resistività. Per aumentare la resistività del ferro si ricorre ad aggiunte di diverse altre sostanze; nei riguardi dell'effetto sulla resistività i materiali aggiuntivi si dispongono (per contenuti inferiori al 10 %) in serie de-

crescente nell'ordine seguente: silicio, alluminio, zolfo, fosforo, rame, manganese, cromo, carbonio, nichel, tungsteno. Ragioni di indole metallurgica vietano le aggiunte di zolfo e di fosforo; è difficile aggiungere al ferro più del 4 % di silicio e più del 10 % di alluminio, senza renderne assai difficile la lavorazione; invece il manganese, il cromo e il nichel possono essere aggiunti senza difficoltà in proporzioni considerevoli. Le leghe del ferro coi materiali suddetti più frequentemente impiegate sono: ferro-silicio (4 %), ferro-alluminio, ferro-cromo (30 %), ferro-nichel (30 %); vi sono poi le leghe multiple sul tipo ferro-nichel-cromo, ferro-nichel-rame-carbonio, ferro-cromo-alluminio con silicio e cobalto. Vengono anche esposte alcune norme relative all'impiego di tali leghe ferrose per la costruzione di reostati di campo, di reostati di avviamento e per resistenze riscaldanti. Un altro gruppo di leghe ferrose è quello delle leghe a proprietà magnetiche speciali. Si hanno leghe amagnetiche a base, di solito, di nichel e manganese e leghe invece a grande permeabilità in campi deboli e con piccole perdite di isteresi; fra queste ultime si hanno leghe con forti tenori di nichel; quella con 36 % di nichel è usata per pezzi polari di apparecchi telefonici; la lega con 50 % di nichel serve per trasformatori telefonici, per relais a corrente continua, ecc.; la lega a 80 % di nichel serve per relais telegrafici, amplificatori telefonici, ecc. Vengono infine ricordate le leghe con particolari valori del coefficiente di dilatazione: fra esse quelle per pezzi metallici saldati al vetro con lampade a incandescenze, tubi elettronici, ecc., e quelle a forte dilatazione utilizzate per la costruzione di interruttori termici. *Ri.*

MISURE.

W. BEETZ — **Sull'influsso della forma d'onda sulle indicazioni dei contatori elettrici.** (E. T. Z., N. 50, del 13 dicembre 1934, pag. 1223-1225, con 1 figura). **28 e**

Dopo un breve accenno alle cause che producono distorsione nella forma d'onda sinusoidale nelle reti, l'A. esamina l'influsso esercitato sui contatori dalle diverse armoniche. La presenza di armoniche nella curva di tensione nei contatori non ad induzione provoca nel contatore la tendenza a girare a vuoto e a segnare di più a carico debole. Nei contatori di tipo a induzione, la presenza di armoniche sulla curva di tensione può determinare invece in generale l'effetto opposto e cioè un ritardo nel funzionamento del contatore stesso: però l'effetto dipende dalla concomitanza di molteplici cause, come il numero e l'ampiezza delle armoniche, la variazione in ampiezza col carico, lo sfasamento tra le diverse armoniche, ecc. Si può dire però che pei contatori a induzione gli errori restano compresi entro i limiti di tolleranza ammessi. *Tt.*

L. H. GERMER — **Una camera a diffrazione per elettroni.** (Rev. Scient. Inst., maggio 1935, pag. 138-142, con 3 fig.). **28 b**

Viene descritto un apparecchio utile specialmente per gli studi sulle strutture molecolari superficiali col metodo della riflessione degli elettroni: esso può anche servire per esperienze di trasmissione di elettroni attraverso lamine sottili. L'apparecchio è fatto di tre parti: una è costituita da un bulbo di vetro, il quale mediante un anello di ottone è collegato con opportuni accorgimenti per la tenuta alla parte centrale; questa e la terza parte sono costituite da grossi tubi di rame con opportune derivazioni saldate. Nell'interno è mantenuto il vuoto mediante pompe a mercurio. La sorgente degli elettroni è un filamento di tungsteno: gli elettroni emessi attraversano una fessura di una piastra di nichel e vengono fatti accelerare in una caduta di potenziale di 50 o 60 kV e fatti passare successivamente nella piccola apertura di un'altra piastra così da ottenere un fascetto elettronico molto ben definito e che viene fatto cadere sulla superficie da studiare. Gli elettroni diffratti possono essere osservati su uno schermo fluorescente oppure ricevuti su una lastra fotografica opportunamente disposta. Il movimento della lastra può essere comandato completamente dall'esterno. L'intensità del fascetto primario di elettroni può essere regolata variando la corrente di riscaldamento del filamento; la corrente di emissione è dell'ordine da 1 a 100 microampere; la corrente del fascetto che percuote la superficie da studiare è dell'ordine di 3×10^{-11} a 3×10^{-9} A. La potenza totale dissipata nella placca anodica non supera 0,3 watt, cosicchè non è necessario il raffreddamento ad acqua. L'apparecchio presenta notevoli caratteri di semplicità resi possibili appunto dalla piccolezza della corrente elettronica, che effettua il salto di potenziale. *Ri.*

RADIOTECNICA.

Nuove antenne direzionali della stazione radiotrasmittente a onde corte della Germania. (E. T. Z., N. 51 del 20 dicembre 1934). **34 v**

Dal n. 51 del 20 dicembre 1934 dell'*E. T. Z.* si rileva che dal 1° dicembre 1934 sono entrate in funzione presso la stazione radiotrasmittente a onde corte germanica due nuove antenne direzionali costruite dall'amministrazione delle poste. Di queste una indirizza il fascio verso l'Iran, l'India, l'Australia e la Nuova Zelanda e l'altra verso il Sud America (Venezuela, Columbia, Equatore, Perù e parte del Brasile). *Tt.*

STATISTICA.

H. v. RENESSE — **Sulla statistica della produzione di energia elettrica in Germania.** (E. T. Z., N. 51, del 20 dicembre 1934, pag. 1346-1250, con 9 figure). **36**

L'A. analizza i risultati di statistiche ufficiali germaniche sulla produzione di energia elettrica dal 1925 al 1932. La produzione di energia elettrica in tutto il Reich è stata di oltre 23 miliardi di kWh nel 1932 con una potenza complessiva installata di circa 13 milioni di kW. Nelle centrali predominano le grosse unità, di potenza superiore a 10.000 kW. La produzione è stata in massima parte di origine termica, pari al 75 % circa di tutta la produzione. La produzione dovuta ad impianti idroelettrici è stata meno del 20 % di tutta la produzione del Reich. *Tt.*

H. THIESS — **La produzione di energia delettrica in Romania nel 1933.** (E. T. Z., N. 44, del 1° novembre 1934, pag. 1079-1080). **36**

In base alle più recenti statistiche viene esposta la situazione dell'elettrificazione e della produzione di energia elettrica in Romania nel 1933. L'aumento nella produzione di energia elettrica rispetto al 1932, è stato piccolo, pari solo al 3,7 %. Nel paese, eminentemente agricolo, in complesso lo sviluppo dell'elettrificazione è ancora notevolmente arretrato. La potenza installata complessiva è di 212.000 kW ripartiti in 177 centrali; solo 27.200 kW sono idraulici; gli altri sono termici. La produzione nel 1933 è stata di 334,5 milioni di kWh. *Tt.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

H. KADEN e K. BRUECKERSTEINKUHL — **Perdite per dispersione di linee aeree in caso di gelo.** (E. T. Z., N. 47, del 22 novembre 1934, pag. 1146-1148, con 9 fig.). **38 c**

I grandi smorzamenti che si verificano nelle trasmissioni telefokc/sec, è di 68°. Gli AA. danno una formula per determinare la perdita dielettrica del ghiaccio. In seguito a recenti misure si è constatato che l'angolo di perdita del ghiaccio, a — 12° e alla frequenza di 17 kc/sec, è di 68°. Gli AA. danno una formula per determinare la perdita per dispersione aggiuntiva nel caso in cui si supponga che il conduttore sia uniformemente coperto da una guaina di ghiaccio. Fino a 250 kc/sec la dispersione aumenta colla frequenza: oltre tale valore la variazione è insignificante. L'articolo è corredato da una serie di curve che danno la variazione, colla frequenza, della costante dielettrica, dell'angolo di perdita e della dispersione a diverse basse temperature. *Tt.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

E. KERN — **Il collegamento elastico di due reti trifasi indipendenti mediante un solo gruppo statico.** (Revue B. B., N. 12, dicembre 1934, pag. 214-218, con 4 fig.). **40 f**

Il collegamento elastico di due reti trifasi a frequenze diverse od indipendenti può essere realizzato mediante due gruppi con convertitore a vapore di mercurio: un primo gruppo che converte la corrente alternata in continua ed un secondo che compie la trasformazione inversa. È tuttavia possibile lo stesso collegamento utilizzando una sola valvola a mercurio (mutatore), secondo uno schema particolare. Questo comporta un primo trasformatore con primario allacciato alla prima rete e secondario coi capi connessi ai punti medi delle fasi primarie di un secondo trasformatore, il cui secondario è allacciato alla seconda rete. I capi liberi del primario del secondo trasformatore sono collegati ad altrettanti anodi di una valvola a vapore di mercurio, il cui catodo è allacciato al neutro di una bobina di ripartizione avente i capi liberi collegati coi neutri delle fasi secondarie del primo trasformatore. Discutendo questo schema, l'A. dimostra che è possibile scambiare a volontà l'energia fra le due reti controllando convenientemente le griglie del mutatore. Una serie di diagrammi permette di seguire facilmente l'andamento delle correnti e delle tensioni nei differenti circuiti che costituiscono lo schema di collegamento. *V. D. Ma.*

E. F. SCATTERGOOD — **Particolarità tecniche della linea dall'impianto della Boulder Dam a Los Angeles.** (Elec. Eng., maggio 1935, pag. 494-512, con 18 fig.). **40 b**

La linea, lunga circa 435 chilometri è formata da due terne a 60 per/sec, alla tensione nominale di 275 kV; nel tratto di circa 65 chilometri più prossimo a Los Angeles le due terne corrono su palificazioni indipendenti mentre pel rimanente della linea la palificazione è unica. La linea è divisa in tre tronchi di circa eguale lunghezza mediante due cabine di sezionamento; essa si svolge per certi tratti ad altitudini di circa 1000 metri e deve anche attraversare tre passi di cui il più elevato è a 1600 m sul mare. Per un lungo tratto la linea corre in territorio desertico soggetto a frequenti temporali. Il carico massimo da trasmettere è di 240.000 kW. Gli alternatori che alimentano la linea sono macchine verticali a 40 poli con eccitatrice principale e secondaria coassiale, 82.500 kW, 13.800/16.500 V, 50/60 per/sec, 150/180 giri al minuto; due alternatori sono connessi a una linea attraverso un unico gruppo di tra-

sformatori monofasi da 55.000 kVA. All'estremità ricevente sono installati per ogni terna di linea tre autotrasformatori monofasi da 65.000 kW che abbassano la tensione a 132.000 V e condensatori sincroni a raffreddamento in idrogeno per un totale di 240.000 kVA. I conduttori di linea sono in rame, cavi, costituiti da dieci segmenti circolari che si incastrano alle estremità uno nell'altro in modo da dare origine ad una struttura tubolare del diametro esterno di 35 mm e pesante circa 2,5 kg per metro. La morsetteria fu studiata con cura tutta particolare e diede luogo a soluzioni costruttive nuove anche nei riguardi della difesa dei conduttori dagli effetti delle vibrazioni. Accurate ricerche sperimentali sul fenomeno corona permisero di individuare come diametro di massima convenienza pei conduttori quello sopra indicato. Le catene di isolatori sono diverse da tronco a tronco secondo le caratteristiche meteorologiche del territorio attraversato. I conduttori sono distanziati fra loro di circa m 10,50 nel piano orizzontale pel tronco a palificazione doppia e di m 13 nel piano orizzotale e m 8,50 nel piano verticale pel tronco a doppia terna su unica palificazione. Ciascuna palificazione è protetta da un doppio filo di guardia e da due «contrappesi» sotterranei. I pali, a traliccio, raggiungono una altezza di 47 m pel tratto a due terne e di 36 m nel tratto a unica terna; la campata normale è di 300 m. Le due cabine di sezionamento sono installate all'aperto ed equipaggiate con interruttori ultrarapidi ad esplosione capaci di interrompere 5000 A a 287 kV in non più di tre periodi. *N.*

A. Danz — **Collegamento elastico di due reti mediante un mutatore trifase-monofase.** (Revue B. B., N. 12, dicembre 1934, pag. 235, con 1 figura). **40 f**

Il sistema è adatto per il collegamento elastico di una rete trifase a 50 Hz con una rete monofase a 16 2/3 Hz; esso comporta l'impiego di egualizzatori di tensione e di corrente i quali consentono un carico simmetrico della rete trifase, non ostante che la potenza monofase sia pulsante, ed evitano deformazioni apprezzabili delle curve di tensione e di corrente nelle due reti collegate. In un impianto di prossima realizzazione, un tale complesso dovrà soddisfare alle seguenti condizioni di servizio: scambio di una potenza attiva, regolabile a volontà, tra le due reti, nei due sensi; fornitura di potenza reattiva alla rete monofase; adattamento del mutatore alle fluttuazioni di tensione nelle due reti. In corrispondenza della posizione normale del punto di adescamento del mutatore, il fattore di potenza globale raggiunge valori dell'ordine di 0,92; con una scelta opportuna della tensione del mutatore e della grandezza dell'egualizzatore, è possibile realizzare complessi con un rendimento globale superiore al 92 % in tutto l'intervallo di carico che può presentarsi in pratica. *V. D. Ma.*

E. Gross — **Recenti sviluppi della protezione selettiva delle reti.** (E. u. M. N. 51-52, 23-30 dicembre 1934, pag. 597-603, 612-616, con 12 fig.). **40 d**

La tecnica della protezione selettiva delle reti è andata modificando col tempo le proprie esigenze in relazione all'accresciuta importanza degli impianti ed ai risultati dell'esperienza acquisiti coi dispositivi prima impiegati. Lo scopo fondamentale che essa si propone è pur sempre l'interruzione rapida e selettiva dei corti circuiti nelle reti ad alta tensione: i mezzi per soddisfare a questo scopo hanno però subito una notevole evoluzione col tempo. Uno dei collegamenti più noti e più semplici comporta l'impiego di tre relais a distanza alimentati da tre riduttori di corrente, inseriti uno per fase nella rete trifase. Ciascun relais comprende un elemento di comando ed un elemento direzionale: quest'ultimo agisce in funzione del campo generato da una bobina amperometrica e da una bobina voltmetrica. Alla semplicità di questo collegamento, fa riscontro la insufficiente fedeltà nella misura dell'impedenza della sezione protetta: si dimostra infatti che, a parità di posizione nella linea protetta, l'impedenza misurata all'atto di un corto circuito trifase è diversa da quella misurata se il corto circuito è bifase. Un collegamento che realizza una protezione più completa è riportato e discusso dettagliatamente dall'A. I tre relais a distanza hanno gli elementi direzionali eccitati dalla corrente di fase e dalla corrente residua o di terra; le bobine voltmetriche sono connesse a stella col centro collegato, attraverso un relais a corrente residua, al neutro di una bobina di terra. L'inserzione delle tre bobine voltmetriche è influenzata dagli elementi di comando. *V. D. Ma.*

H. Graner — **L'esercizio di reti interconnesse.** (E. T. Z., N. 44, del 1° novembre 1934, pag. 1069-1073, con 5 fig.). **40 v**

I processi di regolazione di reti interconnesse con comando automatico a distanza non hanno dato, secondo l'A., buoni risultati nei riguardi di un concorde funzionamento dei regolatori e di una stabilità soddisfacente. Col sistema finora usato di affidare la regolazione della frequenza ad una sola macchina comandata da orologio di controllo si va incontro al pericolo che, se tale macchina subisce un guasto, tutto il funzionamento delle reti interconnesse resta compromesso.

Per grandi reti, l'A. ritiene più rispondente allo scopo il funzionamento senza comando automatico a distanza: però in tal caso si presentano delle difficoltà, specialmente dal punto di vista di una contemporanea regolazione della frequenza, della potenza e delle condizioni di sincronismo. L'A. suggerisce un procedimento da lui studiato nel quale la regolazione viene assicurata in base a caratteristiche di frequenza-potenza predeterminate per ogni rete: così tutte le reti interconnesse si comportano come singole macchine. *Tt.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

J. W. Brauns — **Recenti sviluppi nella costruzione di automotrici Diesel- e benzo-elettriche.** (Gen. Elec. Rev., marzo 1935, pag. 141-145). **41 g**

Oggi negli Stati Uniti d'America sono in esercizio oltre 750 automotrici con trasmissione elettrica con potenze installate variabili da 130 a 900 kW.

La potenza installata media da 145 kW nel 1924 è salita a 610 kW nel 1934. Fino al 1930 la maggior parte delle automotrici fu del tipo normale pesante (da 55 a 73 tonn) con due carrelli a due assi; lo scompartimento contenente il gruppo motore primo-dinamo era di solito disposto anteriormente; in mezzo il bagagliaio e all'altra estremità uno scompartimento per passeggeri. Generalmente queste vetture erano munite di un motore primo da 300 kW e potevano trainare da 1 a 3 rimorchi.

Nei primi mesi del 1932 fu messo in servizio, sulla rete di Sante Fe, un treno articolato costruito interamente in acciaio e munito di un motore primo da 660 kW. Esso è composto di tre sezioni, con un peso totale di 110 tonn. La sezione anteriore più corta serve esclusivamente per il gruppo motore primo-dinamo e le apparecchiature; le sezione di mezzo è quella per i passeggeri, e l'ultima contiene il bagagliaio e l'ufficio postale.

Nel 1931-1932 si hanno i primi esempi di costruzioni leggere: tra questi ricordiamo alcune piccole automotrici a due assi della Pennsylvania R. R. del peso di sole 10 tonn, munite di un unico motore Diesel da 85 kW a 1800 giri al minuto, costruite in acciaio inossidabile.

Il primo treno aerodinamico americano è lo «Zephyr» della Burlington R. R. con tre casse articolate su quattro carrelli. È equipaggiato con un motore Diesel da 450 kW e due motori di trazione sul carrello anteriore, rapportati per una velocità massima di 177 km/ora. La lunghezza totale è di 60 m. La cassa anteriore contiene il posto di guida, lo scompartimento del gruppo Diesel-dinamo e l'ufficio postale; la cassa intermedia è adibita al bagagliaio, al servizio di ristorante, ed ha uno scompartimento per 20 passeggeri: l'ultima cassa ha 52 posti a sedere. La struttura delle casse è del tipo tubolare portante. Le porte di accesso, quando sono chiuse, formano una superficie continua con quella esterna delle casse. I finestrini sono fissi e anch'essi non rompono la continuità della superficie esterna. L'unione tra le tre casse è ottenuta con diagrammi a fisarmonica e la forma del treno è stata tutta studiata allo scopo di ridurre al minimo la resistenza dell'aria. Il treno è provvisto di equipaggiamento di condizionamento dell'aria, alimentato da una dinamo ausiliaria comandata a cinghia dal motore Diesel; nelle stazioni l'alimentazione viene fatta dalla rete monofase mediante opportune prese. Il riscaldamento è ottenuto con una caldaia a vapore con bruciatore a nafta. Il freno ad aria è controllato automaticamente in modo da ottenere una decelerazione prefissata. Questo treno ha compiuto nel giugno 1934 un percorso di 1640 km tra Denver e Chicago alla velocità media di oltre 125 km/ora. La Burlington R. R. metterà presto in servizio altre due unità praticamente identiche. La Union Pacific R. R. ha messo pure in servizio un analogo treno articolato da 450 kW, costruito in leghe di alluminio. Anche in questo treno le casse hanno struttura tubolare portante. Il treno ha una capacità di 116 posti a sedere.

La stessa società ha ora messo in servizio un treno articolato a sei sezioni con motore Diesel da 660 kW, capace di oltre 175 km/ora. Esso ha compiuto senza fermate il percorso da Los Angeles a New York in 57 ore, battendo largamente ogni record precedente. I risultati ottenuti con questi treno sono stati così felici che attualmente sono in costruzione due treni a nove sezioni con motore Diesel da 900 kW.

Anche la Boston e Main R. R. ha messo di recente in servizio un treno aerodinamico a tre sezioni, sempre con motore Diesel da 450 kW, mentre ha in costruzione anche un treno articolato di tipo normale con due motori Diesel da 100 kW ciascuno.

Queste innovazioni sono state rese possibili dai perfezionamenti raggiunti nella costruzione, oltre che dei motori primi, anche dell'equipaggiamento elettrico. Le dinamo hanno una caratteristica assai migliore di quella dei tipi precedenti e la potenza del motore primo viene ora sfruttata quasi integralmente in pieno in tutto il campo di funzionamento. Il peso per kW è diminuito da 8,6 a 5,7 kg per le dinamo e da 17,7 a 11,2 kg per i motori di trazione. Di pari passo sono stati fatti grandi progressi nella costruzione degli ausiliari, quali i gruppetti moto-ventilatori per i radiatori, le dinamo per la carica delle batterie e per il servizio degli ausiliari e dell'illuminazione, ecc. *C. G. E.*

CRONACA TECNICA

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

3 c **Un nuovo tipo di regolatore reostatico dell'eccitazione** di un alternatore è descritto in *The El. J.* (febbraio 1935, pagg. 73-75 con 8 figure); esso pur agendo sul circuito dell'eccitatrice consente una grande rapidità di regolazione ed insieme conserva la caratteristica della stabilità del regolatore a resistenza variabile. Sul circuito di campo sono inseriti due reostati uno comandabile a mano e l'altro mediante servomotore; il primo è chiuso normalmente in corto circuito da un contattore mentre il secondo può essere chiuso eventualmente in corto circuito. Questi due contattori vengono comandati direttamente da un rélais voltmetrico; il primo serve ad attenuare i bruschi aumenti della tensione (quando si apre, inserisce tutta la resistenza del reostato sul circuito di campo); il secondo serve ad attenuare le brusche variazioni in meno della tensione (quando si chiude, mette in corto circuito tutta la resistenza del proprio reostato). Per correggere le variazioni modeste della tensione è previsto invece il servomotore che viene comandato dallo stesso rélais voltmetrico. Quest'ultimo può essere costruito in modo da essere sensibile al valor medio delle 3 tensioni di fase dell'alternatore oppure alla sequenza positiva del sistema trifase; il rélais viene normalmente montato sul quadro di manovra mentre il reostato e tutti gli accessori trovano posto nella sala macchine vicino all'alternatore. Quando occorresse una maggiore rapidità di regolazione conviene inserire il regolatore sul circuito di campo dell'eccitatrice usando una dinamo pilota indipendente per eccitare l'eccitatrice; sono possibili due schemi d'inserzione del regolatore, uno basato sull'uso di una dinamo pilota ad eccitazione differenziale è l'altro derivato dal ponte di Wheatstone. *I. L.*

APPLICAZIONI VARIE.

6 c **Nuove sorgenti di raggi ultravioletti** sono indicate da Roger in *R. G. E.* (9 marzo 1935, pagg. 319-26) sotto forma di lampade speciali ad incandescenza, lampade a vapore di mercurio, tubi a luminescenza. L'A. ne riassume le caratteristiche fisiche; mette in evidenza l'importanza che assume il materiale di cui è costituito il riflettore; accenna agli effetti fisiologici (eritemi, ecc.) e alle applicazioni nel campo dell'allevamento degli animali e della conservazione delle piante. *G. Cc.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

11 f Alcune osservazioni sulla costruzione di **condensatori statici** per impianti elettrici industriali sono esposte in *Asea*, maggio 1935, pag. 42. Il condensatore è costituito da due fogli di alluminio isolati con strati multipli di sottile carta disseccata nel vuoto e impregnata d'olio isolante. L'avvolgimento dei fogli di alluminio e di carta è eseguita con macchine speciali. Il più grande elemento di questo tipo ha una capacità di 30 kVAr; le batterie vengono formate con elementi giustapposti e collegati in parallelo; sono citati esempi di batterie fino a 20.000 kVAr. Gli elementi sono leggeri e poco voluminosi e facilmente sostituibili nelle batterie. Le perdite non superano 3 watt per kVAr e sono praticamente indipendenti dalla temperatura. *Ri.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

14 v **La pulsazione delle colonne di vapore** che emanano dalle locomotive a vapore **nelle stazioni elettrificate a corrente alternata** rappresenta un singolare fenomeno che trova una spiegazione soddisfacente nelle nuove teorie sulla costituzione della materia. Essa è accompagnata da fenomeni ottici interessanti sui quali si sofferma F. Stern in *El. Bahnen* dell'ottobre 1934. *V. D. Ma.*

14 h **Osservazioni sulle variazioni di energia termica che accompagnano le variazioni di magnetizzazione del nichel** sono esposte in *Phys. Rev.*, 15 febbraio 1935, pag. 306. Come è noto, una alterazione della magnetizzazione di una sostanza ferromagnetica è sempre accompagnata da una variazione di temperatura che rivela un cambiamento di energia termica in altra forma di energia o viceversa. Viene descritto un nuovo dispositivo sperimentale in cui un campione cilindrico è collocato in un calorimetro che porta un avvolgimento magnetizzante; la temperatura del campione può essere rilevata con termocoppie e si può far passare una corrente di intensità nota per un tempo noto attraverso il campione; la variazione di energia termica che accompagna una variazione nella magnetizzazione è data da $I^2 R t$. È descritta la tecnica del metodo e sono riportati i risultati ottenuti con filo di nichel indurito, il quale ha dato risultati contrari a quelli da altri ottenuti con acciaio al carbonio; infatti il nichel, quando descrive un mezzo ciclo magnetico, partendo da un massimo di magnetizzazione, presenta una diminuzione di energia termica nel primo tratto e poi un aumento quando si passa oltre il ginocchio della curva. *Ri.*

14 b **Un prospetto degli atomi stabili** finora determinati in natura è contenuto in *Rev. Scient. Instr.*, marzo 1935, pa, 59. Una tabella raccoglie tutti gli isotopi stabili finora determinati con l'indicazione del numero atomico, della massa, dell'abbondanza relativa e del peso isotopo, cioè il peso dell'atomo neutro assunto esattamente $O^{16} = 16$. Non sono considerati gli isotopi radioattivi e quelli prodotti artificialmente nelle esperienze di trasmutazione. *Ri.*

14 b **Intorno alla diffrazione di elettroni veloci da parte di cristalli** è sviluppato uno studio teorico in *Phys. Zeit. Sow.*, 1935, n. 1, pag. 26. È preso in considerazione il fenomeno della diffrazione anelastica degli elettroni da parte di reticoli cristallini, tenendo conto della eccitazione dell'involucro elettronico degli atomi del reticolo mediante il metodo delle onde di eccitazione usato da Frenkel; è anche considerato l'effetto dei movimenti di indole termica nel reticolo cristallino. Viene dimostrato che si può ritenere con buona approssimazione che la struttura cristallina non influenzi la diffrazione anelastica e che l'effetto dei movimenti di carattere termico può essere rappresentato abbastanza bene mediante il solito fattore termico di Debje. *Ri.*

14 c I più recenti perfezionamenti apportati alle **celle fotoelettriche** a metalli alcalini, a quelle fotoresistenti al selenio ed a quelle a strato di sbarramento al selenio, nonchè il principio di funzionamento dei più diffusi apparecchi fotoelettrici, dai relais ai fotometri fotoelettrici, sono riassunti in *L. u. L.* del 28 febbraio 1935. *G. Co.*

14 b **Esperienze di diffrazione elettronica** con elettroni veloci da parte di monocristalli sono descritte in *Nuovo Cimento*, gennaio 1935, pag. 4. Si è esperimentato con monocristalli di salgemma, mica, gesso e calcite, facendo incidere il fascio elettronico su una faccia di sfaldatura. Viene analizzato il meccanismo di formazione delle figure di interferenza e ne sono tratte conclusioni circa i fenomeni che avvengono nell'interno del cristallo specialmente nei riguardi del forte assorbimento che gli elettroni stessi subiscono. *Ri.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

15 b **Un diagramma per stabilire lo spostamento del neutro nei sistemi trifasi** è studiato da Stokvis in *R. G. E.*, (2 marzo 1935, pagine 277-81). Con una costruzione relativamente semplice si determina la posizione del neutro in un triangolo di tensioni composte, noti i valori delle ammettenze di fase. L'A. mostra come, al variare dei parametri del problema, si deduca il luogo geometrico descritto dal punto neutro e sviluppa un esempio numerico. *G. Cc.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 v Nelle *Tr. Ill. Eng. S.*, del settembre 1934 è pubblicata una relazione del Comitato della Illuminating Engineering Society per **i vetri per illuminazione** che contiene, oltre la definizione dei termini indispensabili nello studio delle caratteristiche dei mezzi modificatori della luce, la nomenclatura e la classificazione dei vetri impiegati a scopo d'illuminazione. *G. Co.*

19 b Sullo **stato attuale dell'illuminazione nei locali scolastici ed in quelli di lavoro delle industrie dell'U. S. A.** riferisce H. B. Dates nelle *Tr. Ill. Eng. S.* del dicembre 1934, descrivendo, in particolare, le speciali condizioni d'illuminazione che sono state create nelle aule scolastiche cosidette «per la salvezza della vista» e rilevando quale profondo significato assume, sia dal punto di vista dell'igiene sia da quello del profitto, l'illuminazione razionale delle scuole. *G. Co.*

19 a In *Lux* del settembre 1934 si pubblica **un nuovo metodo di rappresentazione grafica della distribuzione del flusso di una sorgente luminosa.** Questo metodo, dovuto ad A. Marsat, accresce il numero dei procedimenti che sono stati proposti per rappresentare su di un piano le curve tracciate sopra una superficie sferica. *G. Co.*

19 v A partire dal settembre 1934 sono state introdotte **variazioni nel significato delle segnalazioni colorate in uso sulle ferrovie austriache** (*Lichttech*, 18 novembre 1934). La luce bianca non è più usata a scopo di segnalazione, in sua vece è ora adoperata la luce verde quando si tratti d'indicare «via libera»; però, siccome la luce verde aveva finora il significato di «attenzione» o di «rallentamento», alla luce verde è stata sostituita la luce gialla. Per contro, il significato della luce rossa rimane immutato. *G. Co.*

19 v **Dell'illuminazione del vetro lavorato in modo da ricevere la forma di certi elementi architettonici** per i quali vengono ordinariamente usati altri materiali da costruzione (colonne, cornici, capitelli, ecc.) parla diffusamente C. S. Woodside nelle *Tr. Ill. Eng. S.* del dicembre 1934, traendo partito dei numerosi esempi illustrativi riportati nell'articolo per indicare le soluzioni più appropriate per i vari problemi del genere. *G. Co.*

IMPIANTI.

20 i Le possibilità di sfruttamento dell'Oum-er-R'bia (Marocco) sono esposte in *R. G. E.* (23 febbraio e 2 marzo 1935, pagg. 255-62 e 283-81) da Célerier che definisce le condizioni geografiche del bacino e la sua evoluzione geologica; illustra il regime idrologico del corso d'acqua; svolge una rassegna delle opere compiute e dei progetti studiati per utilizzare le piene mediante una diga che con una ritenuta di 60 ÷ 70 m permetterebbe un invaso di 150 ÷ 200 milioni di metri cubi. *G. Cc.*

MISURE.

28 b Un circuito per l'analisi delle segnalazioni dei contatori di Geiger è descritto in *Rev. Scient. Instr.*, aprile 1935, pag. 121. Quando si usino contatori di Geiger è importante conoscere non soltanto come la rapidità di conteggio vari con la tensione del contatore, ma anche le sue caratteristiche relativamente alla forma degli impulsi e al tempo di ripristinazione. Il circuito descritto permette appunto la rapida determinazione di tali caratteristiche ed offre anche il mezzo di studiare direttamente alcune fasi del fenomeno della scarica nei contatori. *Ri.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

40 c Una breve discussione sulle possibilità di «rinforzare» una rete a bassa è intrapresa in *R. G. E.* (6 aprile 1935, pagg. 457-60) da Rieunier il quale insiste sul fatto che un'operazione di tal genere è sempre da considerarsi un rimedio di compromesso e di limitato avvenire. Le soluzioni adottate sono due: aumento delle sottostazioni di trasformazione e delle linee, aumento della tensione (400 V-220 V adottato in alcuni centri svizzeri). L'A. accenna pure alle cause che possono determinare la necessità di un «rinforzo» e alle superiorità delle reti sotterranee e dei trasformatori individuali installati in ciascun edificio. *G. Cc.*

AEI **Associazione Elettrotecnica Italiana**

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XL RIUNIONE ANNUALE

SANTA MARGHERITA LIGURE - 23-28 Settembre 1935-XIII

PROGRAMMA

Lunedì 23 Settembre.

Ore 11 — *Consiglio Generale dell'A. E. I.*
» 14,30 *Comitato Elettrotecnico Italiano.*
» 17,30 *Seduta inaugurale. - Conferenza del* Prof. Q. Majorana: «*La misura in fisica moderna*».

Martedì 24 Settembre.

Ore 9 — 1ª *Seduta tecnica.*
» 15 — 2ª *Seduta tecnica.*
» 21,30 *Conferenze* - Ing. L. V. Forzani: «*Gli impianti idroelettrici della A. e F. L. Falck*».
Ing. R. Vannotti; «*I gruppi convertitori di frequenza della centrale di Pontremoli*».
Ing. G. Santi: «*La centrale della Chiappella*».

Mercoledì 25 Settembre.

Ore 9 — 3ª *Seduta tecnica.*
» 13,30 Partenza per Genova in torpedone, offerto dalle Società Elettriche della Liguria, per la visita a nuovi impianti industriali (Centrale della Chiappella - Piazzale Camionale).
» 18,05 Ritorno a Santa Margherita.
» 20,30 Pranzo offerto dalle Società «CIELI», «TERNI» e «UNES».

Giovedì 26 Settembre.

Ore 9 — 4ª *Seduta tecnica.*
» 14,30 5ª *Seduta tecnica.*
» 17 — *Assemblea Generale dell'A. E. I.*
» 20 — Pranzo sociale.

Venerdì 27 Settembre.

Ore 8,01 Partenza in treno per La Spezia.
» 9,10 Arrivo a La Spezia.
» 9,30 Visita all'Arsenale de La Spezia.
» 11,15 Visita panoramica della città.
» 12,15 Colazione offerta dalla Società Acciaierie e Ferriere Lombarde Falck a Portovenere.
» 13,15 Partenza per Pontremoli.
» 14,45 Visita della Centrale di produzione e conversione dell'energia della S.A.F.L. Falck e delle opere idrauliche relative.
» 17,30 Partenza per la La Spezia.
» 19 — Ricevimento e rinfresco del Municipio.
» 20,32 Partenza per Santa Margherita di chi non partecipa alla gita successiva, oppure, pernottamento a La Spezia.

Sabato 28 Settembre.

Per chi parte da Santa Margherita:

Ore 5,43 Partenza da Santa Margherita.
» 7,22 Arrivo a Carrara Avenza.

Per chi pernotta a La Spezia:

» 6,50 Partenza in torpedone da La Spezia.
» 7,50 Arrivo ad Avenza.
» 8 — Partenza da Avenza in torpedone.
» 8,20 Partenza per le cave con il treno della Società Marmifera.
» 9,35 Arrivo in località Ravaccione - Visita alle cave dell'«Amministrazione».
» 10,45 Partenza da Ravaccione.
» 12,15 Colazione.
» 13,45 Visita ad un laboratorio di lavorazione dei marmi e, probabilmente, all'esposizione dell'industria del marmo; segue visita libera della città.
» 15,40 Partenza in torpedone per Sarzana.
» 16,25 Arrivo a Sarzana e visita degli impianti del canale Lemene - Ricevimento del Podestà.
» 19,04 Partenza da La Spezia in ferrovia.
» 20,11 Arrivo a Santa Margherita Ligure.
» 0,10 Arrivo a Torino per chi partecipa la domenica 29 settembre al Raduno straordinario dei soci dell'A. E. I. per la celebrazione di Galileo Ferraris.

Per le Signore sono previste speciali escursioni a San Fruttuoso, Portofino Vetta, Sestri Levante, Rapallo, ecc.

PROGRAMMA TECNICO

Conferenze:

Seduta inaugurale - 23 Settembre - ore 17,30:

Majorana Q. - *La misura in fisica moderna.*

Sera del 24 Settembre - ore 21:

Forzani L. V. - Gli impianti idroelettrici delle Acciaierie e Ferriere Lombarde Falck.
Santi G. - Dispositivi per la totalizzazione dei prelievi di energia e ripartizione dei carichi alla centrale della Chiappella delle FF.SS.
Vannotti R. - I gruppi convertitori di frequenza della centrale di Pontremoli.

Sedute tecniche - Tema generale "MISURE"

A) **Misure interessanti le Comunicazioni** (alta frequenza).

Bernetti S., Marietti F. - Misure nell'esercizio delle radiodiffusioni (**25**).
Boella M. - Misura diretta della conduttanza di perdita nei condensatori con alte frequenze (**10**).
Boella M. - Un metodo assoluto di misura della resistenza equivalente dei circuiti oscillatori (**55**).
Cocci G. - Definizione e misura di induttanze a radiofrequenza (**30**).
Di Roberto P. P. - Sulle misure di selettività (**12**).
Gnesutta E., Malavasi A. - Misura della percentuale di modulazione e della distorsione dei trasmettitori radiofonici (**58**).
Gramaglia G. - Rilievo di caratteristiche di tubi elettronici trasmittenti (**9**).
Nicolich A. - Nuovi tipi di multivibratore (**39**).
Pincione G. - Misure sui radioricevitori (**51**).
Pinciroli A. - Misura del coefficiente di accoppiamento (**57**).
Rutelli G. - Prove su tubi trasmettenti e di potenza (**16**).
Rutelli G. - Rilievo delle caratteristiche di radiazione delle antenne per mezzo di aeroplani (**45**).
Rutelli G. - Misure sulla linearità di sistemi ricorrenti nella radiotecnica (**60**).

SALOM G. – Sulla misura della selettività dei radioricevitori (**18**).
VECCHIACCHI F. BORSARELLI C., – Il risuonatore piezoelettrico (**52**).

BOZZI G. – La misura del fattore di distorsione (**27**).
LECCHI P. – Misure elettroacustiche su altoparlanti nella radio industria (**22**).
NICCOLAI L. – Notizie su alcuni apparecchi per la misura della forza elettromotrice psofometrica nei circuiti telefonici disturbati (**42**).
SACERDOTE G. – La misura dei rumori (**19**).
TREVES S. – Terminologia e misure nella trasmissione telefonica (**8**).

B) **Misure di carattere generale** (alta e bassa frequenza).

SARTORI R. – La misura mediante tubi elettronici di piccole tensioni e correnti costanti (**26**).
VECCHIACCHI F. – Un decennio di progressi nel campo delle misure di frequenza (**23**).
BOSONE L. – I dispositivi di schermatura e di guardia nelle misure elettriche (**2**).
LUCCHI I. – Il galvanometro balistico e la misura degli impulsi elettrici di forma esponenziale (**13**).
PIONTELLI R. – Le pile campione dal punto di vista elettrochimico (**20**).
PIONTELLI R. – Sulla determinazione della f.e.m. di elettrodi singoli e sulle sue applicazioni (**53**).
VECCHIACCHI F. – Moderni progressi nell'analisi armonica elettrica (**32**).
PONTREMOLI E. – La tecnica moderna degli oscillografi catodici (**29**).
PALANDRI G. – Misure dei fenomeni transitori a mezzo dell'oscillografo catodico a catodo freddo (**48**).
SEVERINI E. – L'impiego dell'oscillografo in alta e in bassa frequenza (**17**).
BENUSSI P. – Oscillografo a specchio con motore sincrono a frequenza comandata (**21**).
ANGELINI A. M. – Complessi oscillografici del Laboratorio misure elettriche della Soc. Terni (**49**).
PALANDRI G. – Confronto fra misure di perdite nel dielettrico a frequenza telefonica ed a frequenza industriale (**47**).
JACOPETTI M. M. – Misure relative alle correnti vaganti (**33**).

C) **Misure interessanti le Frequenze industriali.**

BOTTANI E. – La misura dei componenti simmetrici nei sistemi trifasi qualunque (**63**).
CORREGGIARI F. – Un separatore di componenti simmetrici (**50**).
LUCCHINI A. – Indicatori di zero. — Progressi e tendenze (**62**).
USIGLI B. – Perfezionamenti negli istrumenti di misura industriali indicatori e registratori (**41**).
PIVA P. – La costante di tempo delle resistenze da laboratorio (**11**).
MEDA G. – Comportamento delle resistenze addizionali per wattmetri (**61**).

BARBAGELATA A. – Sui comparatori per la prova dei trasformatori di misura (**40**).
PAGLIARI G. – La taratura dei riduttori di tensione (**59**).
DE POL P. – Il primo riduttore di tensione per 350 kV. – Risultati di prova (**38**).
PUGNO VANONI E., DI PIERI C. – La misura delle alte tensioni mediante spinterometri (**37**).
DE POL P. – Note sulla misura delle alte tensioni per mezzo degli spinterometri a sfere (**43**).
DE FASSI G. – Metodi e dispositivi di misura per il «fenomeno corona» (**44**).
KEINATH G. – La registrazione delle perdite nel dielettrico degli apparecchi ad alta tensione mediante raddrizzatori vibranti (**14**).

SAVAGNONE R. – Di un nuovo metodo per la rapida misura dei campi magnetici (**46**)
SOMAINI G. – Apparecchi idroelettrodinamometrici. (Nuovo permeametro) (**4**).

BOSISIO L. – Misure industriali di correnti e tensioni a frequenze di scorrimento (**28**).
SOMEDA G. – La misura di correnti continue di grande intensità (**35**).
BOCCI F. – Sul fasometro a triodi (**15**).
ASTA A. – Risultati dell'applicazione ai motori asincroni trifasi della prova a vuoto e a squilibrio per interruzione di una fase (**36**).
LAMPIS C. – Sulla prova dei trasformatori elettrici da forno (**31**).
SAVAGNONE R. – Sulla determinazione del rendimento di un gruppo trasformatore-raddrizzatore (**54**).

BERETTA U., JACOPETTI M. M. – La misura della resistenza interna di accumulatori e di elettrolizzatori (**34**).
VIVIANI G. – L'influenza della temperatura sui contatori elettrici (**24**).
ARIMONDI E. – Considerazioni su sistemi di misura e di tarifficazione dell'energia elettrica in relazione al fattore di potenza. (Vedi *L'Elettrotecnica* del 25 luglio 1935) (**1**).
RIGHI A. – A proposito di elettrificazione dell'energia trifase tenuto conto del fattore di potenza (**56**).

D) **Varie.**

ALFIERI S. – Sulla misura delle precipitazioni nell'alta montagna (**5**).
VISENTINI M. – Misura della evaporazione dagli specchi liquidi (**7**).

DASSETTO G. – Metodi di misura delle vibrazioni su linee elettriche (**6**).
DE STEFANIS M. – Misure stroboscopiche (**64**).
BARLETTA S. – Misure di alti e altissimi vuoti (**3**).

NB. – *L'ordine delle discussioni delle memorie dei vari gruppi sarà fissato all'inizio della riunione.*

COMITATI E COMMISSIONI DELL'A.E.I.

COMMISSIONE PEL LAVORO DELLE SEZIONI

Presidente: Il Presidente Generale.
Vice Presidenti: I Vice Presidenti Generali.
Membri: I Presidenti delle Sezioni.
Segretario: Il Segretario Generale.

COMMISSIONE TECNICA CONGRESSI E RIUNIONI

Presidente: Il Presidente Generale.
Membri: I Vice Presidenti Generali - I componenti il Comitato Direttivo dell'«Elettrotecnica».
Segretario: Il Segretario Generale.

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

Presidenza.

Lombardi Luigi, Presidente — *Corbino Orso M., Vallauri Giancarlo,* Vice Presidente — *Barbagelata Angelo,* Segretario.

Sottocomitati.

I numeri segnati tra parentesi a fianco del titolo del Sottocomitato, sono quelli dei corrispondenti Comitati di Studio della Commissione Elettrotecnica Internazionale.
Le sigle indicate a fianco di ciascun Membro indicano l'Ente o gli Enti che lo hanno designato a sensi dell'Art. 7 dello Statuto. (A = Associazione Elettrotecnica Italiana; U = Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche).

NOMENCLATURA (1). — *Presidente:* Lombardi L. (A); *Segretario:* Pugno Vanoni; *Membri:* (13): Barbagelata (A), Bordoni U. (A), Bottani (A), Corbino (U), Denina (A), Dina (A), Giorgi Giov. (A), Lombardi L. (A), Lombardi P. (A), Lori (A), Neri F. (A), Pugno Vanoni (A), Vallauri G. (A).

MACCHINE (2). — *Presidente:* Morelli (A); *Segretario:* Palestrino; *Membri* (16): Barbagelata (A), Benedetto (U), Cantù (A), Cattaneo (A-U), Correggiari (A), Fracanzani (U), Lutz (U), Morelli (A-U), Norsa (A-U), Palestrino (U), Rebora (A), Santauri (U), Sarli (A), Selmo (U), Semenza (A), Vannotti (A-U).

SIMBOLI (3). — *Presidente:* Sartori (A); *Segretario:* Mirone; *Membri* (13): Cesàri (U), Clerici (A), Gorio (A), Mirone (A), Montù (A), Oglietti (A), Revessi (A), Righi (A), Sartori G. (A), Silva G. (A), Vallauri G. (A), Zanni (A).

MOTORI PRIMI IDRAULICI (4). — *Presidente:* Rebora (A); *Segretario:* Cita; *Membri* (15): Anastasi (A), Bonfioli (U), Broggi (U), Cita (A), De Stefani (U), Ferrerio (A-U), Forti (A-U), Furlanelli (A), Ghetti (A-U), Locatelli (U), Mortara (U), Novelli (A), Rebora (A), Solari (U), Veroi (A).

MOTORI PRIMI TERMICI (5-19). — *Presidente:* Anastasi (A); *Segretario:* Bordoni F.; *Membri* (19): Anastasi (A), Bordoni F. (A), Bordoni U. (A-U), Capetti (A), Carlini (A), Chiesa (A), Crivelli (A), Dalla Verde (U), Ferrerio (U), Mainardis (U), Mungioli (U), Orlando (U), Pierre Humbert (U), Prinetti (U), Rebora (A), Saffaro (A-U), San Nicolò (A), Selmo (A-U), Volterrani (U).

ILLUMINAZIONE (6). — *Presidente:* Bordoni U. (A); *Segretario:* Danesi *Membri* (14): Bordoni U. (A), Canesi (U), Clerici (A), Danesi (U), Fasola (A), Lombardi L. (A), Muggia (A), Pellò (A), Peri (A), Perucca (A), Pizzuti (A), Polvani (A), Pugno Vanoni (A), Ronchi (A), Todesco (A).

CONDUTTORI NON ISOLATI (7) (ex ALLUMINIO). — *Presidente:* Dalla Verde (A); *Segretario:* Pramaggiore; *Membri* (14): Agosti (A), Batori (A), Dalla Verde (A), Emanueli (A), Giorgi Gualt. (A), Giovine (A), Grassi (A), Lo Verde (A), Porro (A), Pramaggiore (A), Rebora (A), Romagnoli Mosca (U), Ruffini (A), Scarpa (A), Soleri (A).

TENSIONI NORMALI (8). — *Presidente:* Del Buono (U); *Segretario:* Dalla Verde; *Membri* (16): Alessandri (A), Altmann (A), Balsamo (A-U), Broggi (U), Canonici (A-U), Chinelli (U), Dalla Verde (U), Del Buono (A-U), Fascetti (U), Ferraris (A), Fracanzani (U), Gaio (A), Norsa (A-U), Romagnoli (U), Spasciani (A), Vannotti E. (A).

MATERIALE DI TRAZIONE (9). — *Presidente:* Semenza (A); *Segretario* Rigatti; *Membri* (16): Bianchi G. (A), Bovone (A), Cuccoli (A), De Falco (A), Elena (A), Ferrario (U), Fiorentini (A), Guarna (A), La Valle (A), Morelli (A), Nissim (A), Norsa (A), Semenza (A), Vallauri R. (A), Vannotti E. (A), Virgili (A).

Olii (10). — *Presidente:* Ghetti (U); *Segretario:* Faletti; *Membri* (18): Bianchi S. (U), Bottaro (A-U), Crivellari (U), Emanueli (A), Fachini (A), Faletti (U), Fascetti (U), Ghetti (A-U), Guastalla (U), Mazzetti (A-U), Mungioli (U), Musatti (A), Passerini (U), Sarli (A), Scarpa (A), Settimi (A), Vannotti E. (A-U), Il Direttore dell'Istituto Sperimentale FF. SS. (A).

Regolamentazione linee (11). — *Presidente:* Balsamo (U); *Segretario:* Benedetto; *Membri* (15): Balsamo (U), Benedetto (U), Bonamico (A), Ferrerio (A-U), Gorio (A), Jacobini (A), Maggi (U), Maglione (U), Marin (U), Pedroli (U), Prinetti (A-U), Rebora (A), Rigatti (A), Sartori G. (A-U), Silva G. (A-U).

Radiotrasmissioni (12). — *Presidente:* Pession (A); *Segretario:* Montefinale; *Membri* (17): Bacchini (A), Boella (A), Chiodelli (A), Cornabino (U), Gnesutta (A), Gori (A), Gorio (A), Lombardi L. (A), Marino (A), Matteini (A), Monachesi (A), Mentefinale (A), Pession (A), Ruelle (A), Sacco (A), Vallauri G. (A).

Strumenti di misura (13). — *Presidente:* Barbagelata (A); *Segretario:* Usigli; *Membri* (16): Banfi (U), Barbagelata (A-U), Bauchiero (A-U), Brunetti (A-U), Calvelli (A-U), Campos (A), Falco (A-U), Ferraris (A), Fracanzani (U), Martinez (A), Mungioli (U), Righi (A-U), Ruberti (U), Sainati (U), Usigli (A), Vallauri G. (A).

Materiali isolanti (15). — *Presidente:* Pugno Vanoni (A); *Segretario:* Someda; *Membri* (13): Attisani (A), Chiodi (A), De Santis (A), Gorio (A), Mungioli (U), Norsa (A), Pugno Vanoni (A), Rinaldi (A), Sarli (A), Sesini (A), Someda (A), Vannotti R. (A), Vercelli (A).

Interruttori (17). — *Presidente:* Cenzato (U); *Segretario:* Ferrando, *Membri* (12): Cenzato (A-U), Crivellari (U), Ferrando (U), Maggi (U), Norsa (A-U), Palestrino (U), Pernigotti (U), Ramazzotti (A); Rebora (A), Rolandi (A), Silva G. (A), Vannotti R. (A).

Norme di bordo (18). — *Presidente:* Rebora (A); *Segretario:* Allan; *Membri* (15): Allan (A), Barberis (A), De Ferrari (A), Fea (A), Garibaldi (A), Gonzales (A), Martinez (A), Migliau (A), Palestrino (U), Pizzuti (A), Rebora (A), Rossi (A), Sacerdoti (A), Sarli (A), Sesini (A).

Cavi e conduttori isolati (20). — *Presidente:* Emanueli (U); *Segretario:* Sesini; *Membri* (14): Bassi (U), Bordoni F. (A-U), Bosone (A), Brun (A-U), De Stefani (U), Gorio (A), Emanueli (A-U), Locatelli (U), Mondolfi (U), Neri G. (A), Palestrino (A-U), Sesini (A), Solari (U), Soleri (A).

Accumulatori (21). — *Presidente:* Scarpa (A); *Segretario:* Frates; *Membri* (15): Abbo (A-U), Azzolini (A), Brasca (A-U), D'Esposito (A), D'Henry (A), Ferrario (U), Frates (U), Lo Balbo (A-U), Oglietti (U), Palazzolo (A), Peri (A-U), Sartori F. (A-U), Scarpa (A), Selmo (U), Turrinelli (U).

Norme impianti (31). — *Presidente:* Ferrerio (U); *Segretario:* Artini; *Membri* (16): Andreoni (U), Artini (A-U), Banfi (U), Barbagelata (A), Cenzato (A-U), Colombo (A), Ferraris (A), Ferrerio (A-U), Leanza (A-U), Marin (U), Neri F. (A), Prinetti (U), Rebora (A), Revessi (A), Salvini (U), Taccani (U).

Protezione delle linee di telecomunicazione e delle canalizzazioni sotterranee (32). — *Presidente:* Soleri (U); *Segretario:* Nicolai; *Membri* (16): Albanese (A), Cenzato (U), Denti (U), Eller Vainicher (A), Emanueli (A-U), Ferrario (U), Locatelli (U), Molinari (U), Nicolai (A-U), Panara (A), Regnoni (A), Semenza (A), Silva G. (A-U), Soleri (A-U), Vannotti E. (A-U), Virgili (A-U), Zanni (A).

ELENCO DELLE CARICHE SOCIALI DELL' A. E. I.

Presidenza Generale

Presidente Generale .... *Emanueli Ing. Luigi*

Vice Presidente Generali .... *Balsamo Ing. Natale* — *Bordoni Ing. Prof. Ugo* — *Giordani S. E. Prof. Francesco*

Segretario Generale .... *Barbagelata Ing. Prof. Angelo*

Segretario della Presidenza .... *Trotto Ing. Paolo*

Vice Segretario Generale .... *Pugno Vanoni Ing. Prof. Enzo*

Cassiere Generale .... *Bauchiero Ing. Giuseppe*

Presidenti antecedenti

† Galileo Ferraris (dal 27 dicembre 1896 al 7 febbraio 1897) - † Prof. Giuseppe Colombo (1897-1899) - Prof. Guido Grassi (1900-1902) - † Prof. Moisè Ascoli (1903-1905) - † Ing. Emanuele Jona (1906-1908) - Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911) - Ing. Prof. Ferdinando Lori (1912-1914) - † Ing. Gr. Uff. Guido Semenza (1915-1917) - Prof. Lorenzo Ferraris (1918-1920) - Ing. Ulisse Del Buono (1921-1923) - Ing. Prof. Giuseppe Sartori (1924-1926) - S. E. Ing. Prof. Gr. Uff. Giancarlo Vallauri (1927-1929) - Ing. Prof. Ugo Bordoni (1930-1932).

CONSIGLIO GENERALE

Membri di diritto:

Presidente Generale ....
Vice Presidenti Generali ....
Segretario Generale ....
Segretario della Presidenza ....
Vice Segretario Generale ....
Cassiere Generale ....
} *predetti*

Redattore Capo de «L'Elettrotecnica»: *San Nicolò Ing. Renato.*

CARICHE DELLE SEZIONI

1. - Sezione Adriatica

Presidente .... *Barbieri Camillo*
Vice Presidente .... *Jazzarelli Gino*
Segretario Cassiere .... *Rossi Beccafico Mario*

Consiglieri

Colombati Italo – *Pantoli Pio*
Merlitti Gaetano – *Rapino Salvatore*
Minutillo Michele – *Remoli Silvestro*

Consiglieri Delegati

Bastianelli Luigi – *Martini Ugo*
Colombati Italo

2. - Sezione di Bologna

Presidente .... *Spani Domenico Filippo*
Vice Presidente .... *Fiorini Gaetano*
Segretario .... *Veronesi Augusto*
Cassiere .... *Rubini Francesco*

Consiglieri

Bessi Renato – *Plotti Francesco*
Brunè Pietro – *Querzoli Ruggero*
Finzi Carlo – *Todesco Giorgio*
Grandi Antonio – *Sommariva Luigi*

Consiglieri Delegati

Barbieri Giuseppe – *Mirone Luigi*
Bertazzoni Ugo – *Prosciutto Aristide*
Carboncini Guglielmo – *Righi Aldo*
Ciampolini Nelson – *Supino Giulio*

3. - Sezione di Catania

Presidente .... *Patanè Giuseppe*
Vice Presidente .... *Specchia Orazio*
Segretario .... *Puglisi Domenico*
Cassiere .... *Buscemi Gaetano*

Consiglieri

Bellia Concetto – *De Luca Ugo*
Clementi Ignazio – *Licciardello Enrico*
Colajanni Gino – *Terranova Sebastiano*

Consiglieri Delegati

Fusco Francesco – *Tricomi B. Saro*
Polizzi Cesare

4. - Sezione di Firenze

Presidente .... *Cuttica Amedeo*
Vice Presidente .... *Segrè Aldo*
Segretario .... *Pacileo Alessandro*
Cassiere .... *Rubbieri Mario*

Consiglieri

Bigazzi Silvio – *Passigli Francesco*
Merlini Francesco – *Picchi Alberto*
Mondolfi Alberto – *Sermanni Vittorio*

Consiglieri Delegati

Berretti Ferdinando – *Pagnini Domenico*
Martinez Paolo – *Poccardi Spirito*

5. - Sezione di Genova

Presidente .... *Profumo Dario*
Vice Presidente .... *De Micheli Carlo*
Segretario .... *Bonaria Leonello*
Cassiere .... *Pagliero Bartolomeo*

Consiglieri

Albertazzi Alberto – *Micchiardi Bernardo*
Bernini Arciero – *Pianta Francesco*
Bochicchio Canio – *Vallauri Riccardo*
Lombardo G. B. – *Volterrani Leopoldo*

CONSIGLIERI DELEGATI

Comola Alessandro — *Pessano Angelo*
Ginatta Cristofaro — *Questa Felice*
Marchi Arrigo — *Serrato Virgilio*
Pernigotti Giacomo

6. - Sezione di Livorno

Presidente .... *Cassuto Leonardo*
Vice Presidente .... *Danieli Ausonio*
Segretario, Cassiere.......... *Bizzarrini Giuseppe*

CONSIGLIERI

Civita Antonio — *Landucci Giuseppe*
De Renzio Giovanni — *Paris Michele*
Grillo Giancarlo — *Ruelle Ugo*

CONSIGLIERI DELEGATI

Attal Salvatore — *Liguori Pirro*
Baduel Giulio — *Montanari Corrado*
Gasparini Silvio — *Salvini Giuseppe*

7. - Sezione di Milano

Presidente .... *Gasparoni Luigi*
Vice Presidente .... *Locatelli Giuseppe*
Segretario .... *Faletti Noverino*
Cassiere .... *Rigatti Gian Antonio*

CONSIGLIERI

Bottani Ercole — *Giulietti Giulio*
Bovone Edoardo — *Gnesutta Eugenio*
Castelli Guglielmo — *Lado Gino*
Cattaneo Mario — *San Nicolò Renato*
Ferrario Arturo — *Taccani Alberto*
Ferrerio Piero

CONSIGLIERI DELEGATI

Alessandri Eugenio — *Nissim Raoul*
Banfi Enrico — *Norsa Renzo*
Bauchiero Giuseppe — *Pinciroli Andrea*
Cesari Ettore — *Rebora Gino*
Ciarchi Ezio — *Rossi Francesco*
Correggiari Francesco — *Santuari Emilio*
Crivellari Gino — *Seassaro G. B.*
Cuccoli Giovanni — *Semenza Marco*
Denti Eugenio — *Solari Carlo*
Furlanelli Lorenzo — *Taccani Alessandro*
Giorgio Gualtiero — *Usigli Bruno*
Goisis Lodovico — *Vannotti Ernesto*
Molinari Carlo Alberto — *Vecchiacchi Francesco*

8. - Sezione di Napoli

Presidente .... *Greco Luigi*
Vice Presidente .... *Ferrando Giuseppe*
Segretario .... *Tocchetti Luigi*
Cassiere .... *Sersale Carlo*

CONSIGLIERI

Cangia Gius. Domenico — *Leanza Eugenio*
Cerillo Guido — *Maffezzoli Alfonso*
Finzi Leo — *Masoni Luigi*
Focaccia Basilio — *Paolantonio Sergio*
Guerra Carlo — *Pizzuti Michele*

CONSIGLIERI DELEGATI

Bifulco Vincenzo — *Immirzi Ettore*
Garelli Umberto — *Melazzo Giovanni*
Catalano Giorgio — *Motti Francesco*
Gianturco Vincenzo — *Rossi Ettore*
Giordani Francesco — *Tolomeo Domenico*

9. - Sezione di Palermo

Presidente .... *Buttafarri Gaetano*
Vice Presidente .... *Santangelo Giambattista*
Segretario .... *Zava Mario Bruno*
Cassiere .... *Cocilovo Pietro*

CONSIGLIERI

Bergmann Emanuele — *Romagnoli Mauro*
Cecconi Alessandro — *Verna Vito*

CONSIGLIERI DELEGATI

Cecconi Alessandro — *Lo Presti Stefano*
Dina Alberto

10. - Sezione Pugliese

Presidente .... *Lucifero Carlo*
Vice Presidente .... *Squicciarini Domenico*
Segretario, Cassiere.......... *Lazzaro Alberto*

CONSIGLIERI

Bove Salvatore — *Pollice Alfieri Vito*
Cafaro Nico — *Staiano Luigi*
Carabellese Pietro — *Uva Giacinto*
Marzano Giovanni

CONSIGLIERI DELEGATI

Ascoli Mario — *Celentani Ungaro Pietro*
Battaglia Mario — *Postiglione Gaetano*

11. - Sezione di Roma

Presidente .... *Faranda Alberto*
Vice Presidente .... *Neri Filippo*
Segretario .... *Puccinelli Vincenzo*
Cassiere .... *Mazzolani Giulio*

CONSIGLIERI

Clarini Luigi — *Immirzi Vittorio*
Colombo Attilio — *Pedrini Cesare*
Cozza Luigi — *Puccioni Corrado*
Donati Francesco — *Riccione Nestore*
Franchetti Adriano — *Terzaghi Giulio*

CONSIGLIERI DELEGATI

Bordoni Ugo — *Forges Davanzati Arturo*
Del Buono Ulisse — *Laboccetta Letterio*
Fascetti Carlo — *Parvopassu Carlo*
Lombardi Luigi — *Pession Giuseppe*
Biagini Augusto — *Salvadori Riccardo*
Di Cave Vito Simone — *Urbinati Mario*

12. - Sezione Sarda

Presidente .... *Silva Silvio*
Vice Presidente .... *Pavan Giovanni*
Segretario .... *Lombardini Giuseppe*
Cassiere .... *Agnetti Sandro*

CONSIGLIERI

Contivecchi Guido — *Simonetti Riccardo*
Doneddu Sebastiano — *Toscani Amilcare*

CONSIGLIERI DELEGATI

Sechi Armando — *Vecelli Cesare*

13. - Sezione di Torino

Presidente .... *Dalla Verde Agostino*
Vice Presidente .... *Bosone Luigi*
Segretario .... *Picca Censo*
Cassiere .... *Ortona Angelo*

CONSIGLIERI

Bordiga Clemente — *Oglietti Giovanni*
Boselli Mario — *Peri Guido*
Brunetti Mario — *Silva Giovanni*
Lombardi Paolo — *Soleri Elvio*
Morelli Ettore — *Venturini Pio*

CONSIGLIERI DELEGATI

Chiodelli Rodolfo — *Polettini Aldo*
Ferraris Lorenzo — *Rossi Pier Paolo*
Lignana Giuseppe — *Selmo Luigi*
Loria Mario — *Stanzani Carlo*
Palestrino Carlo — *Zampini Salazar Enrico*

14. - Sezione di Trento

Presidente .... *Pippa Giuseppe*
Vice Presidente .... *Boschetti Massimino*
Segretario .... *Chinatti Carlo*
Cassiere .... *Romanese Vittorio*

CONSIGLIERI

Dalla Valle Giov. Batt. — *Montagna Alessandro*
De Riccabona Carlo — *Stolcis Tomaso*

CONSIGLIERI DELEGATI

Heren Leo — *Montagni Ciro*

15. - Sezione di Trieste

Presidente .... *De Antonellis Edoardo*
Vice Presidente .... *De Almerigotti Carlo*
Segretario .... *Fragiacomo Luigi*
Cassiere .... *Brivonese Carlo*

CONSIGLIERI

Barbisio Cesare	– *Rutelli Giovanni*
Bearzi Pietro	– *Scodini Carlo*
Benussi Pedro	– *Vercelli Francesco*

CONSIGLIERI DELEGATI

Bonazzi Italo	– *Manni Carlo*
De Job Emanuele	– *Romanin Aldo*
Di Stefano Rodolfo	

16. - Sezione Veneta

Presidente	*Revessi Giuseppe*
Vice Presidente	*Ghetti Ottaviano*
Segretario	*Ambrosini Piero*
Cassiere	*Someda Giovanni*

CONSIGLIERI

Errera Mario	– *Prinzi Giovanni*
Mainardis Mario	– *Rusconi Lodovico*
Marzolo Francesco	– *Salce Antonio*

CONSIGLIERI DELEGATI

Danioni Filippo	– *Golbacher Alberto*
Fracanzani Giacomo	– *Marin Roberto*

"L'ELETTROTECNICA,,

COMITATO DIRETTIVO: *A. Barbagelata*, Direttore della Rivista - *U. Bordoni* - *M. Semenza* - *G. Vallauri*.

REDAZIONE: *R. San Nicolò*, Redattore Capo - *F. Neri* - *G. Silva*, Redattori - *M. Boella* - *P. Lombardi*, Collaboratori ordinari.

"ALTA FREQUENZA,,

COMITATO DIRETTIVO: *G. Marconi* (Presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche), Presidente - *G. Vallauri* (Presidente del Reparto per le Costruzioni Elettriche del C. N. R.) - *U. Bordoni* (Presidente del Comitato per la Fisica del C. N. R.) - *G. Pession* (Vice-Presidente del Comitato Radiotelegrafico del C. N. R.) - *L. Emanueli* (Presidente Generale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana) - *Q. Majorana* (Presidente della Società Italiana di Fisica)

REDAZIONE: *G. Vallauri*, Direttore - *R. San Nicolò* - *M. Boella* - *P. Lombardi*, Redattori.

BIBLIOTECA CENTRALE

(presso la Sezione di Roma - Via Coppella, 35)
Bibliotecario Centrale: *Ing. Eugenia Grillo*.

PUBBLICAZIONI DELL'A. E I.

		Prezzo	Prezzo per i Soci
L'ELETTROTECNICA - Giornale ed Atti dell'A.E.I. (si pubblica il 10, 25 di ogni mese).			
Annate arretrate: cad.	L.	100,—	100,—
Abbonamento: per il Regno	»	100,—	*gratis*
» per l'Estero	»	150,—	—
Un numero separato: per il Regno	»	5,—	5,—
» » per l'Estero	»	7,—	7,—
ALTA FREQUENZA - Rivista di Radiotecnica, Telefonia e Acustica applicata:			
Annata 1932	L.	30,—	20,—
» 1933-1934 cad.	»	40,—	30,—
Abbonamento 1935	»	40,—	30,—
Un numero separato	»	10,—	10,—
SUPPLEMENTO BIBLIOGRAFICO « SUNTI E SOMMARI ». Estratti da « L'Elettrotecnica »	»	15,—	15,—
ANNUARIO A.E.I. - N. 1 (GENNAIO): Notizie, Statuti e Regolamenti - Elenco Soci	L.	10,—	*gratis*
N. 2 (LUGLIO): Repertorio Elettrotecnico	»	8,—	*gratis*
NORME DEL COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO:			
Norme per le *Lampade elettriche*	»	3,—	2,—
Norme per gli *Impianti Elettrici*	»	6,—	4,—
Norme per *Macchine Elettriche* - *Impianti di Bordo* .... cadauna	»	9,—	6,—
Norme per *Olii isolanti* - *Interruttori in olio* - *Macchine Elettriche per Trazione* - *Motori Primi Idraulici* - *Isolatori di Porcellana* - *Tubi Elettronici a catodo incandescente e ad alto vuoto* - *Cavi in carta impregnata* - *Trasformatori di Misura* - *Impianti Elettrici nei Teatri e Cinematografi* - *Protezione delle Radioaudizioni* - *Impianti Elettromedicali* - *Cavi e conduttori isolati in gomma* - *Contatori monofasi ad induzione* - *Isolatori di vetro* - *Conduttori in rame nudo* .. cadauna	»	4,50	3,—
Cartelletta custodia	»	5,—	5,—
Cartelletta custodia con tutti i fascicoli di Norme, in vigore, esistenti al 1° gennaio 1935	»	60,—	60,—
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA. Vol. I. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni di energia elettrica nei *Comuni e Colonie* d'Italia (III edizione). Prezzo compreso il Supplemento)	»	24,—	20,—
Vol. II. Elenco delle *Centrali* di produzione di energia elettrica. Prezzo ridotto	»	100,—	60,—
DESCRIZIONE IMPIANTI ELETTRICI. — Fascicoli pubblicati: 1° *Crego*. — 2° *Tanagro e Aventino*. — 3° *Piave-Santa Croce* (esaurito). — 4° *Lys*. — 5° *Temù in Valle Camonica* (esaurito). — 6° *Iselle* (esaurito). — 7° *Valdo* (esaurito). — 8° *Val Cenischia* (esaurito). — 9° *Matese* (esaurito). — 10° *Gallicano*. — 11° *Tirso*. — 12° *Centrale termoelettrica « Maurizio Capuano »*. — 13° *Centrale termoelettrica di Livorno*. — 14° *Covalou nella Valle del Marmore*. — 15° *Sonico*. — 16° *Venezia-Marghera*. — 17° *Coghinas*. — 18° *Nera e Velino*. — 19° *Sottostazione di Trasformazione « Alessandro Volta » di Cislago*. — 20° *Isorno*. — 21° *Impianto Idroelettrico Automatico 3° Salto Nelo*. — 22° *Impianto Piave-Ansiei e la Centrale di Pelos*.			
Prezzo di ciascun fascicolo escluso il N° 18	L.	7,50	4,—
Prezzo del fascicolo N° 18	»	10,—	6,—
MONOGRAFIE DELL'A.E.I.			
1. U. BORDONI - I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche	L.	8,—	4,—
2. E. BOTTANI - La moderna matematica dei circuiti trifasi	»	10,—	4,2
3. U. BORDONI - La fotometria moderna: i suoi problemi e le sue tendenze	»	8,—	4,—
4. R. SAN NICOLÒ - Le tendenze moderne nella tecnica degli impianti a vapore	»	8,—	4,—
5. G. C. VALLAURI - Convertitori statici di corr. elettrica	»	8,—	4,—
6. A. BARBAGELATA - La protezione contro le sovracorrenti	»	8,—	4,—
7. C. RIMINI - Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative	»	12,—	4,—
8. G. BÜCHI - Funzionamento e costruzione in serie delle turbine idrauliche a reazione	»	10,—	4,—
9. L. LOMBARDI e G. CORBELLINI - Congresso mondiale della energia a Tokyo. Corrispondenze preliminari e riassunto dei lavori attinenti all'elettrotecnica	»	9,—	4,—
10. G. SILVA - Studio meccanico dei conduttori delle linee aeree (Problema statico)	»	10,—	6,—
11. E. SANTUARI - Alcune considerazioni sui sincroni e sugli asincroni	»	12,—	8,—
La raccolta degli 11 fascicoli	»	55,—	33,—
RENDICONTI DELLE RIUNIONI ANNUALI.			
Prima Serie (Estratti dalla Rivista « L'Elettrotecnica »):			
Vol. I, 1922 - Milano: *Produzione e distribuzione dell'energia elettrica*.			
Vol. II, 1923 - Venezia: *Applicazioni dell'energia elettrica*.			
Vol. III, 1924 - La Spezia: *La illuminazione elettrica e l'inerente distribuzione dell'energia*.			
Vol. IV, 1925 - Napoli: I. *Conversione di forma dell'energia elettrica*. - II. *Mezzi per assicurare la continuità del servizio degli impianti elettrici*.			
Vol. V, 1926 e Vol. VI, 1927 (*esauriti*).			
Prezzo dei Volumi della Prima Serie .... cadauno	L.	30,—	10,—
Nuova Serie (non pubblicati sulla Rivista « L'Elettrotecnica »):			
Vol. I, 1928 - Genova: I. *Trazione elettrica ferroviaria e tranviaria*. - II. *Propulsione elettrica navale*	L.	60,—	32,—
Vol. II, 1929 - Pescara-Francavilla: I. *Elettroagricoltura*. - II. *Elettrotermica*. - III. *Elettrochimica*	»	55,—	32,—
Vol. III, 1930 - Trieste: (*esaurito*).			
Vol. IV, 1931 - Perugia: *Sottostazioni di trasformazione dell'energia elettrica*	»	75,—	32,—
Vol. V, 1932 - Firenze: I. *Correnti joniche ed elettroniche. Nuove applicazioni industriali*). - II. *Applicazioni elettroagricole* (*Diagrammi di Consumo*)	»	60,—	32,—
Vol. VI, 1933 - Sorrento: *Materiali impiegati nelle costruzioni ed applicazioni elettriche*	»	40,—	32,—
Vol. VII, 1934 - Gardone: *Perturbazioni nel funzionamento degli Impianti Elettrici*	»	40,—	32,—
PUBBLICAZIONI VARIE.			
L'Opera di A. Volta	L.	25,—	10,—
A. PACINOTTI - Descrizione di una macchinetta elettromagnetica.	»	4,—	4,—
Repertorio Elettrotecnico	»	3,—	3,—

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI NAPOLI

La sera di mercoledì 19 giugno, alle ore 21,30, nella Sede di via Tarsia, 39, si è affettuata una riunione per ascoltare la conferenza dell'Ing. Dott. Comm. **Domenico Cancia** sul tema: **« La centrale automatica di Colli dell'Ente Autonomo Volturno »**.

Il Presidente, Prof. Greco, apre la seduta presentando due nuovi soci: l'Ing. Federico Berlingieri e l'Ing. Ubaldo Bertoni e raccomandando ai soci, che fossero in difetto, di mettersi al corrente col pagamento della quota sociale; presenta poi il Comm. Cangia progettista e Direttore degli impianti dell'Ente Volturno.

Il conferenziere premessa una succinta descrizione degli impianti costruiti e di quelli in progetto dell'Ente Volturno passa ad illustrare con abbondanza di particolari e di disegni l'impianto della Centrale automatica di Colli.

La portata utilizzata è quella stessa scaricata dalle turbine della Centrale Primo Salto; il canale derivatore è costituito da un tratto del vecchio canale di scarico della prima centrale; esso immette nella vasca di carico posta in testa alla condotta forzata; questa condotta della lunghezza di m 880 è costruita in cemento armato del diametro interno di m 2,60; ha la caratteristica di essere interamente allo scoperto e di essere appoggiata per tutta la sua lunghezza su mensole laterali con interposte rotaie e piatre di scorrimento.

Nella centrale sono installati quattro gruppi asincroni turbina-generatore della potenza ciascuno di 560 kW, 45 per/sec, 5250 V.

L'Ing. Cangia si sofferma in particolare a descrivere l'apparecchiatura per l'automatizzazione della centrale, mostrando con gli schemi i diversi apparecchi destinati al funzionamento automatico di ciascun gruppo, tra di loro intercambiabili e in armonia con la marcia dei corrispondenti generatori sincroni della centrale principale ai quali sono direttamente collegati.

Al termine della conferenza l'Ing. Cangia ricevette calorosi applausi e congratulazioni dal folto uditorio.

La domenica successiva 23 giugno numerosi soci intervennero alla visita dell'impianto sopra descritto.

Partiti da Napoli alle ore 7,30 con torpedoni da turismo si arrivò a Colli alle ore 10; ricevuti dall'Ing. Cangia e dai suoi collaboratori, i gitanti ebbero modo di visitare la Centrale Primo Salto e il nuovo impianto della Centrale Automatica.

Al termine della visita fu offerto ai convenuti, dalla Impresa costruttrice Domenico Vitali di Roma un signorile rinfresco.

L'Ing. Ferrando, in assenza del Presidente, Prof. Greco, a nome di tutti i soci, espresse brevi parole di ringraziamento sia all'Ente Volturno che ha consentito la visita dell'impianto, importante tanto dal lato idraulico che dal lato elettrico, sia al Comm. Cancia ed ai suoi valorosi collaboratori che hanno diretto l'impianto; estese il ringraziamento all'Impresa Vitale per il cortese trattamento offerto all'Associazione.

Risponde l'Ing. Cangia formulando l'augurio di ricevere ancora a Colli i soci della Sezione quando l'impianto automatico entrerà in esercizio.

Ripartiti alle ore 12,30 i gitanti giunsero alle ore 15 a Napoli.

* *

SEZIONE DI TRENTO

Verbale dell'Assemblea generale ordinaria dei soci tenuta in Rovereto il 23 giugno 1935-XIII.

ORDINE DEL GIORNO:

1°) Comunicazioni della Presidenza;
2°) Situazione finanziaria e Bilanci;
3°) Varie ed eventuali.

Alle ore 14, in seconda convocazione, il Presidente della Sezione, Ing. Prof. Pippa, dichiara aperta la seduta. Dato per letto il verbale dell'Assemblea precedente e rivolto un cordiale saluto ai nuovi soci, al punto primo dell'Ordine del Giorno, dà conto di quanto è stato fatto dal nuovo Consiglio Direttivo in questo primo semestre di gestione, occupato principalmente dall'assestamento finanziario della Sezione che si presentava in arretrato per l'intero triennio 1932-34. Lavoro difficile e spesso ingrato sia per la regolarizzazione contabile che pel ricupero delle numerosissime quote di associazione. Alla bisogna occorse lo spirito di piena collaborazione e della Sede Centrale e della più parte dei Soci così che oggi può essere presentata una situazione contabile e patrimoniale precisa e soddisfacente. Il Presidente divide così con i Soci l'ambito quanto lusinghiero elogio fattogli dalla Presidenza Generale in occasione della seduta del Consiglio Generale tenutasi in Milano il 28 aprile c. a. Fa una succinta relazione di quanto fu oggetto di trattazione di detta riunione, facendo viva raccomandazione specie per quanto riguarda la puntualità avvenire nel versamento delle quote, l'incremento dei soci ordinari e sostenitori.

Quanto all'attività culturale svolta in questo breve periodo, ricorda la conferenza tenuta dal Grand Uff. Prof. Lori che richiamò numeroso ed eletto pubblico; quella del Prof. Ranzi di Bologna e dello stesso Presidente. Attività che sarà intensificata nell'anno in corso e pel buon esito della quale fa appello alla capacità e collaborazione dei Soci.

Approvata questa prima parte dell'Ordine del Giorno, il Presidente dà la parola al Cassiere Dr. Ing. Romanese che riferisce sulla situazione finanziaria e sui bilanci consuntivo e preventivo.

Il Cassiere esordisce ricordando che l'ultimo bilancio presentato, fu quello del 1931. Il nuovo Consiglio, insediato nel novembre 1934, trovò che delle quote sociali scadute nel triennio 1932-33-34 (227 indiv. e 40 coll.), ne erano state incassate solo rispettivamente 34 e 5, mentre l'Ufficio Centrale di Milano era stato tacitato in parte con versamenti prelevati dalla giacenza cassa precedente. La chiusura degli sportelli della Banca del Trentino e Alto Adige dove erano depositate nel giugio 1933 L. 1875,20, aveva assottigliato quasi del tutto le disponibilità. Il nuovo Consiglio iniziò una intensa campagna di ricupero; non poteva però nel solo mese di dicembre 1934, incassare tutti i crediti, come non è arrivato allo scopo integrale nemmeno adesso, in quanto che, oltre alle sopravvenute difficoltà economiche, molti soci si sono resi irreperibili, altri sono defunti, falliti, disoccupati, ecc., cosicchè si doveva prevedere un taglio nei crediti della Sezione. La Presidenza Generale, informata sulle reali difficoltà, ci è venuta incontro coll'abbuonarci i contributi per quote inesigibili e in tal modo il bilancio pro 1932-33-34 che, per necessità di cose, fu ristretto in uno solo, risulta sanato.

Nel bilancio preventivo 1935, abbiamo previsto le uscite pari alle entrate, mantenendo intatto il patrimonio della Sezione che al 31 dicembre 1934 accusa un avanzo di L. 3468.15. Poichè nelle entrate sono da annoverarsi anche le quote arretrate esigibili del triennio, per le future spese ne risulta un largo margine che consente di mettere in programma un'attività maggiore di quella sin qui svolta.

L'Ing. Romanese economia lo spirito di sacrificio della maggioranza dei Soci nell'assecondare la sua opera punto simpatica, augurandosi che anche i ritardatari si informino allo spirito associativo degli altri, in modo da fare onore alla nostra Sezione.

Il voto di plauso dei Soci presenti rimerita il Consiglio ed il Cassiere per l'opera alacre e fattiva così compiuta e dà piena approvazione ai bilanci allegati.

Al punto 3°, essendo ultimati i lavori, l'Assemblea è chiusa.

Nella mattinata con la guida dei rispettivi dirigenti, furono visitati gli importanti impianti industriali roveretani della R. Cartiera e della Soc. Nazionale dell'Alluminio. Dopo l'assemblea, quelli della R. Manifattura Tabacchi.

Verso sera, dopo una sosta a Villa Lagarina, la comitiva si sciolse con espressa viva soddisfazione.

BILANCIO CONSUNTIVO TRIENNIO 1932-33-34

ENTRATE

Giacenza cassa al 31 dicembre 1931		L. 5.699,05
99 quote individuali a L. 60	L. 5.940,—	
29 » collettivi » 200	» 5.800,—	
1 » estera	» 110,—	
2 tasse iscrizione	» 20,—	
Acconto di un socio	» 40,—	
	L. 11.910,—	
Interessi attivi		» 321,15
Ricupero banca e sopravenienze		» 821,30
3 quote individuali 1935	L. 180,—	
2 nuove iscrizioni	» 20,—	» 200,—
		L. 18.951,50

USCITE

Versate alla Sede Centrale	L. 6.990,—	
Stampati per gita	» 130,—	
Postali e diverse	» 64,10	
Perdita bancaria	» 1.875,20	
Giacenza cassa 31 dicembre 1934	» 9.892,20	L. 18.951,50

STATO PATRIMONIALE AL 31 DICEMBRE 1934

ATTIVO

Contanti in Cassa al 31 dicembre 1934		L. 9.892,20
Quote arretrate:		
128 individuali a L. 60	L. 7.680,—	
1 estero	» 110,—	
11 collettivi a » 200	» 2.200,—	» 9.990,—
Abbuono della Sede Centrale per quote inesigibili		» 2.395,—
Biblioteca e mobili		» 1,—
		Totale L. 22.278,20

PASSIVO

Contanti in cassa al 31 dicembre 1931	L. 5.699,05	
Debito a saldo presso la Sede Centrale per quote sociali	» 9.960,—	
Quote esatte pro 1935	» 200,—	
Quote inesigibili	» 2.950,—	
Biblioteca e mobili	» 1,—	
Avanzo esercizio	» 3.468,15	L. 22.278,20

BILANCIO PREVENTIVO PRO 1935

ENTRATE

68 soci individuali a L. 60	L. 4.080,—	
12 » collettivi » 200	» 2.400,—	L. 6.480,—
Quote arretrate esigibili.		
93 individuali a L. 60	» 5.580,—	
7 collettivi » 200	» 1.400,—	L. 6.980,—
Interessi e recuperi		» 200,—
		Totale L. 13.660,—

USCITE

Contributi alla Sede Centrale.		
68 soci individuali a L. 50	L. 3.400,—	
12 » collettivi » 150	» 1.800,—	L. 5.200,—
Quote arretrate esigibili.:		
93 individuali » 50	L. 4.650,—	
7 collettivi » 150	» 1.050,—	» 5.700,—
Incasso nel 1934 acconto 1 quota		» 40,—
Postali e diverse		» 600,—
Conferenze e gite		» 1.200,—
Stampati		» 400,—
Imprevisti		» 520,—
		Totale L. 13.660,—

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile*.

Ind. Graf. It. STUCCHI - Milano.

VOL. XXII (XXXIX degli Atti) 25 Ottobre 1935 - ANNO XIII N. 20

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

AMMINISTRAZIONE: UFFICIO CENTRALE DELL'A.E.I.: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (2/2) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086 - C/C POSTALE 3/1189 - MILANO

SOMMARIO

Galileo Ferraris e il fattore di potenza.

Continuiamo oggi la pubblicazione dei discorsi tenuti in occasione della celebrazione torinese del Grande Piemontese. Il Prof. L. FERRARIS ne rievoca l'opera chiarificatrice e fondamentale nei riguardi di una delle principali questioni inerenti alle correnti alternate: quella delle relazioni di fase e del fattore di potenza, che ancora dà luogo a tanti problemi di carattere applicativo.

Il cinquantenario del trasformatore.

Il nome di Galileo Ferraris si ricollega anche, come è ben noto, agli inizi della storia del trasformatore a corrente alternata, del quale Egli fu uno dei primi e più acuti studiosi ed un sostenitore convinto ed efficace. È si può d'altra parte sicuramente affermare che l'invenzione del trasformatore non avrebbe avuto praticamente tanta importanza se la scoperta del campo ruotante, avvenuta, per una di quelle provvidenziali coincidenze che regolano il progresso dell'umanità, proprio in quei medesimi anni, non avesse aperto alle correnti alternate così vasti campi di applicazione.

Ricorre proprio quest'anno il cinquantesimo anniversario della prima domanda di brevetto presentata nel 1885 a Vienna da Zipernowszky, Deri e Blathy per il loro trasformatore in derivazione. La data segna un fatto di estrema importanza nella storia della elettrotecnica.

Mentre l'opinione dei tecnici è ormai quasi unanime nel riconoscere i meriti di pionieri dei tre inventori ungheresi, nei tempi andati tale unanimità era ben lungi dall'esistere. La invenzione del trasformatore non costituiva soltanto una innovazione di ordine tecnico, ma assumeva una importanza grandissima di carattere finanziario nei confronti dei costruttori di macchinario e degli esercenti di impianti elettrici. Questi riflessi economici non potevano a meno di suscitare ostilità, rivendicazioni e dispute senza fine.

A distanza di tempo, quietati gli interessi più accesi, è possibile ricercare obbiettivamente, anche in questo campo della storia dell'elettrotecnica, il filo conduttore della verità.

È quanto si è cercato di fare, sulla base di serie documentazioni e di una critica serena, nell'articolo che oggi pubblichiamo, dovuto alla collaborazione di un Collega ungherese, G. FISCHER.

La rievocazione sarà seguita dai nostri lettori con indubbio interesse anche perchè essa si ricollega agli inizi dello sviluppo dei nostri impianti elettrici e mette in rilievo la avvedutezza e la serietà scientifica degli elettrotecnici italiani di allora, fra i quali ricorrono nomi cari e famosi, che intuirono subito l'importanza della nuova scoperta e se ne fecero sostenitori e pionieri.

I pali per attraversamenti in caso di strappo dei conduttori.

L'Ing. CRUGNOLA, nell'articolo che pubblichiamo in questo numero, esamina il comportamento dei pali tubolari sopportanti attraversamenti di strade e ferrovie, nel caso in cui i conduttori della campata di attraversamento si strappino, caso limite per il quale la sollecitazione nei pali stessi assume i massimi valori.

È noto a chiunque si sia occupato di calcolazione meccanica di linee elettriche che una grande influenza sulla stabilità di esse hanno due fatti, e cioè: l'elasticità dei sostegni, e il collegamento longitudinale di essi, costituito dai conduttori. E quanto più elastici i sostegni sono, tanto più stabile, in caso di strappo dei conduttori, è tutta la linea, in quanto che le campate adiacenti a quella strappata non conservano la lunghezza che avevano a linea intatta ma, in grazia dell'inflessione dei pali, si accorciano, con che le frecce rispettive aumentano e le tensioni meccaniche si riducono. Questo fatto è stato riconosciuto fin dai primordi della costruzione delle linee elettriche, e sono ancora in perfetto ordine, dopo quasi quarant'anni, molti chilometri di linee a pali flessibili in senso longitudinale il cui disegno è stato basato appunto sui concetti di cui sopra.

L'A. con dovizia di sviluppi matematici indispensabili in questo caso, ove non ci si contenti di grafici, dimostra come la sollecitazione nei pali tubulari, ove si tenga conto dell'influenza della loro freccia di flessione, consenta tale tipo di palo anche per attraversamenti computati in base allo strappo dei conduttori quando sarebbe assolutamente impossibile, supponendoli rigidi, dimostrare che essi resistano a tale eventualità. E tali considerazioni possono naturalmente applicarsi anche ad altri tipi di pali, purchè sufficientemente elastici.

Lo studio del Crugnola dà ancora una volta la dimostrazione del come l'analisi accurata dell'influenza dei fenomeni fisici consenta di raggiungere, anche negli impianti industriali, notevoli economie nei materiali e nelle spese d'impianto.

Sconti librari.

Siamo dolenti di dover pubblicare che in virtù dell'accordo economico collettivo per la disciplina del commercio librario entrato in vigore col 1° luglio 1935, e che vieta assolutamente l'offerta di sconti sui libri *sotto qualunque forma,* d'ora in avanti viene a scadere l'accordo colla Ditta Hoepli per le note facilitazioni ai nostri Soci. Ci consola il pensiero che in questi ultimi anni i consoci abbiano potuto valersi con notevole larghezza di tale facilitazione.

LA REDAZIONE.

IL FATTORE DI POTENZA NEGLI IMPIANTI ELETTRICI - DALLE RICERCHE DI GALILEO FERRARIS AI PROBLEMI DELLA TECNICA MODERNA

Discorso del Prof. L. FERRARIS per la celebrazione del cinquantenario dell'invenzione del campo rotante – Torino, 29 settembre 1935-XIII

Precisate le cognizioni del tempo sulle correnti alternate e sulla tecnica delle misure in relazione al quadro generale del primitivo sviluppo della elettrotecnica, l'A. richiama le ricerche di Galileo Ferraris che valsero a stabilire il concetto di fattore di potenza; passando poi ai conseguenti problemi tecnici, in ordine teorico ricorda le questioni relative alle definizioni delle potenze e del fattore di potenza; in ordine pratico, nei riguardi delle utenze considera la tariffazione, la misura del cos φ, i dispositivi di rifasamento, discutendone la convenienza; nei riguardi degli impianti fornitori analizza l'influenza che il cos φ esercita sul progetto e sulla regolazione delle singole parti.

Risplende ancora alla nostra mente la figura radiosa di Galileo Ferraris, rievocata stamane da S. E. Vallauri, che, analizzandone il pensiero scientifico ed esaltandone la mirabile opera di dotto, di maestro, di tecnico, inquadrava l'alta personalità del Ferraris in quel periodo storico in cui l'Italia, fiera delle recenti eroiche gesta del risorgimento e memore delle glorie antiche, si accingeva a conquistare in ogni campo del sapere e della vita degno posto fra le nazioni civili.

Qui, nelle sedute tecniche del Congresso, il Comitato organizzatore ha con giusto criterio disposto queste letture, che, partendo dalle ricerche del Ferraris sui tre principali argomenti — il fattore di potenza, i trasformatori, il campo magnetico rotante —, ne debbano analizzare il successivo sviluppo, riassumendo le questioni che in correlazione a detti argomenti si sono presentate ai tecnici nella costituzione dei grandiosi impianti moderni. A me fu affidato il compito di parlare del fattore di potenza: per l'onorifico incarico porgo al Comitato vive azioni di grazie.

Il concetto di fattore di potenza, conseguente alla differenza di fase fra tensione e corrente nel circuito, fu introdotto nella tecnica e precisato nei suoi effetti dalle deduzioni che con acuta indagine il Ferraris trasse dalle prove sui trasformatori: l'esatta conoscenza delle proprietà di fase ed il felice intuito dell'analogia fra fenomeni ottici ed elettromagnetici guidarono poi il Ferraris alla scoperta del campo magnetico rotante.

Da quelle classiche esperienze e dalla grande invenzione, cui più particolarmente si riferiranno le letture dei colleghi Prof. Lori e Sartori, deve prendere le mosse anche il nostro studio.

Porremo anzitutto a raffronto i risultati delle ricerche del Ferraris sul fattore di potenza colle cognizioni tecniche del tempo, considerate nel quadro generale del primitivo sviluppo dell'elettrotecnica, quadro che richiamiamo perciò rapidamente nelle sue tappe e date principali.

*

Le prime applicazioni dell'energia elettrica, limitate all'illuminazione ad arco, venivano alimentate quasi esclusivamente a corrente alternata, generata con mezzi meccanici, mentre per la corrente continua troppo costosa risultava la produzione mediante pile. Tali condizioni si protrassero sino al 1871, alla costruzione della prima dinamo pratica per opera di Zenobe Gramme in applicazione della geniale disposizione del collettore, disposizione che, intuita dal diciottenne Antonio Pacinotti prima ancora del suo entusiastico concorso alla guerra di redenzione del 1859 e realizzata subito dopo il suo ritorno, restava per oltre un decennio ignorata dai tecnici.

Verso il 1880 Thomas Alva Edison otteneva il funzionamento pratico della lampada a filamento di carbone nel vuoto ed apriva così più largo campo di applicazione coll'illuminazione ad incandescenza e colla distribuzione in parallelo.

I due tipi di corrente offrivano condizioni pari per l'alimentazione dell'incandescenza; stava a vantaggio della continua il maggior rendimento degli archi; erano invece riservate all'alternata le candele tipo Jablokoff, che richiedevano consumo uniforme nei carboni.

Col crescente sviluppo si aumenta la potenza dei generatori, si estende il raggio di azione; sorge così il problema dell'indipendenza delle due tensioni di trasmissione e di distribuzione, perchè le maggiori distanze richiedevano potenziali di linea sempre più alti, mentre presso le utenze la tensione si doveva mantenere nei limiti richiesti dalla sicurezza e dal funzionamento degli apparecchi utilizzatori.

In corrente continua, per la risoluzione del problema, utilizzando le pile secondarie costrutte sin dal 1860 da Gaston Planté, si installavano presso gli utenti adatte batterie che venivano caricate in serie dalla centrale: il sistema non ebbe larghe applicazioni malgrado l'ulteriore vantaggio di rendere, coll'accumulazione, indipendenti produzione ed utilizzazione.

Assai più semplice ed economica la soluzione offerta in corrente alternata dall'induzione mutua fra due circuiti concatenati avvolti su nucleo di ferro. Il principio, utilizzato da tempo nel rocchetto di Rhumkorff e poi nella tecnica telefonica, venne per le distribuzioni proposto da Bright e Jablokoff nel 1878, da Fuller nel 1879: il merito della pratica applicazione spetta però a Lucien Gaulard che, intuitane l'importanza, eseguì i primi impianti (nel 1884 illuminava la stazione di Lanzo con energia trasmessa a 2 kV dall'Esposizione di Torino a 40 km di distanza): merito anche maggiore agli ingegneri Zipernowski, Déri e Bláthy, che nel 1885 perfezionavano il trasformatore richiudendone ed ampliandone il circuito magnetico, e, coll'alimentazione dei primari in parallelo e l'inserzione delle lampade pure in derivazione sui secondari, fissavano le caratteristiche definitive del sistema.

Nello sviluppo degli impianti elettrici la forza motrice presenta importanza anche maggiore dell'illuminazione.

In corrente continua, sebbene già Pacinotti avesse chiaramente indicato il doppio funzionamento reversibile della dinamo, la possibilità del trasporto di energia venne dimostrata solo nel 1882 alla Esposizione di Monaco, in cui Marcel Deprez presentava un piccolo motore-pompa azionato da Miesbach a distanza di 57 km.

In corrente alternata sin dal 1880 molte Case studiavano il funzionamento dell'alternatore come motore sincrono, mentre per la più importante applicazione del motore asincrono sono date fondamentali: il 1885 colla scoperta di Galileo Ferraris del campo rotante; il 1888 colla costruzione dei primi motori di Nicola Tesla; il 1891 col trasporto in corrente trifase a 25 kV di 320 HP da Lauffen all'Esposizione di Francoforte a 175 km di distanza per opera degli ingegneri Dobrowolsky e Brown.

Risultano così acquisiti alla tecnica i due elementi — trasformatore e motore asincrono — che hanno reso possibili i più grandiosi impianti, mantenendo alla corrente alternata quel primato che la continua invano ha tentato di conquistare colle ripetute proposte del sistema Thury in serie.

*

Negli impianti a corrente alternata occorre distinguere la potenza reale effettivamente sviluppata, dalla potenza apparente, che si otterrebbe per valori efficaci uguali della tensione e dell'intensità, in corrente continua, per valori cioè atti a produrre gli stessi effetti termici; la potenza reale è sempre inferiore o al massimo uguale alla apparente; il loro rapporto definisce il fattore di potenza che ci interessa.

Per grandezze sinoidali il fattore di potenza è espresso dal coseno del valore angolare della differenza di fase — φ — fra tensione ed intensità, intendendosi per differenza di fase la frazione di periodo che intercede fra i passaggi delle due grandezze per valori corrispondenti.

Il concetto di differenza di fase, introdotto dai meccanici per il riferimento dei moti oscillatori, aveva già avuto larghe applicazioni nella teoria ondulatoria della luce; logica e diretta se ne presentava quindi l'estensione.

Appunto tenendo conto delle relazioni di fase, deducendo dalle proprietà note dei campi magnetico ed elettrico generati da corrente continua gli effetti delle variazioni di tali campi, i dotti stabilirono la teoria dei circuiti elettrici, che in relazione alle caratteristiche di induttanza e capacità determina in valore e fase tutti gli elementi della corrente alternata; per le date, ricordo che reattanza ed impedenza vennero definite ed espresse da Joubert nel 1880 in occasione delle prove sul grande alternatore dell'Alliance.

Ai fini del nostro studio importa però rilevare che, malgrado le più esatte cognizioni precisate dalla scienza, i tecnici continuarono a trattare i circuiti a corrente alternata alla stessa stregua di quelli in continua, forse perchè il rilievo pratico del loro funzionamento non richiedeva un più rigoroso esame dei fenomeni finchè l'applicazione ne era limitata alla sola illuminazione. Così per la determinazione del rendimento, problema del massimo interesse tecnico, ben si potevano considerare come circuiti ohmici con tutto rigore le lampade ad incandescenza, e, trascurando il fattore di potenza de-

rivante dalla deformazione delle curve di forma, anche gli archi con approssimazione sufficiente rispetto all'indeterminatezza delle misure e delle stesse definizioni fotometriche. Solo quando colle ulteriori applicazioni e coll'aumentato raggio di azione acquistarono maggiore importanza i campi magnetico ed elettrico prodotti, sorse la necessità di tener conto delle azioni che forze elettromotrici di induzione e correnti capacitive esercitano sui rapporti di valore e di fase e sul fattore di potenza. Ricordiamo come tale necessità si sia presentata nella tecnica.

Nei riguardi del campo magnetico, l'attenzione dei tecnici fu richiamata sull'importanza dei fenomeni di induzione all'applicazione dei trasformatori, nei quali, pur con carico di lampade sul secondario, la corrente di magnetizzazione determina sul primario uno sfasamento tanto maggiore quanto minore è il carico. A quei tempi nelle prove, basate sulle sole misure di tensione ed intensità, si assumeva come potenza quella apparente, sempre maggiore della reale assorbita, e si deduceva così un minor rendimento, negando al trasformatore la sua più importante proprietà; da ciò lo scetticismo col quale l'apparecchio venne dapprima accolto dai tecnici.

Elettrodinamometro ed elettrometro erano i soli strumenti dei quali allora disponesse la tecnica per le misure. Del primo, Siemens costruiva il tipo con spirali amperometriche per le misure di intensità, non ancora, credo, quello con doppio sistema voltmetrico per le misure di tensione: nel 1880 Deprez ed Ayrton avevano applicato a misure di potenza in corrente continua un elettrodinamometro con spirali amperometrica e voltometrica, cioè in sostanza il wattometro, che nel 1883 all'Esposizione di Vienna veniva già usato per prove su alternatori, sempre però con carico ohmico di lampade. Nello stesso anno 1883 Oberbeck precisava l'influenza sul funzionamento dell'apparecchio della differenza di fase fra le correnti nelle due spirali, e constatava l'annullarsi della deviazione per correnti in quadratura generate in due indotti ortogonali rotanti in un campo magnetico, fenomeno che affermava analogico colle interferenze dei raggi luminosi; malgrado questa più precisa conoscenza delle proprietà del wattometro, non mi risulta però che l'apparecchio fosse già stato applicato a misure su circuiti induttivi o capacitivi e quindi a rilievi sul fattore di potenza.

Quanto all'elettrometro, il collegamento per le misure di tensione venne indicato nel 1880 da Joubert in occasione delle prove già ricordate; nello stesso anno da Potier ed Ayrton l'inserzione con resistenza ohmica in serie nel circuito per le misure di potenza.

Assai debole era però la fiducia dei tecnici nell'esattezza delle indicazioni di questi strumenti, non ancora sottoposti ad un minuto esame critico delle condizioni di sensibilità; si sosteneva perciò dalla maggioranza non potersi conseguire buona precisione nelle prove in corrente alternata se non ricorrendo a determinazioni calorimetriche.

In tali condizioni della tecnica delle misure è naturale che si escludessero le prove elettriche dirette per la risoluzione della tanto dibattuta questione sul rendimento dei trasformatori: furono difatti misure calorimetriche su resistenze equivalenti le prime esperienze del 1885 e misure indirette sulle differenze di fase fra correnti primaria e secondaria le successive del 1886-87, eseguite da Ferraris sul trasformatore Gaulard; Ayrton nel 1888 e Roiti nel 1890 sperimentarono sui trasformatori Ganz racchiudendo tutto l'apparecchio in un vaso calorimetrico.

Pure astenendoci, per non invadere il campo affidato al Prof. Lori, dall'analizzare il valore delle acute teorie successivamente svolte dal Ferraris sul trasformatore e la importanza delle deduzioni che Egli ne trasse e sul rendimento e sulle caratteristiche di funzionamento, per il nostro studio ha fondamentale interesse precisare che le indagini del Ferraris lo condussero a fissare per primo l'espressione della potenza in un circuito a corrente alternata: la relazione $P = V\,I \cos\varphi$, a ragione detta formula di Ferraris, vale a definire il fattore di potenza ed a caratterizzarne gli effetti: Ferraris inoltre col metodo dei tre elettrodinamometri insegnò come si possa del fattore di potenza eseguire la misura, senza la quale non è perfetta la conoscenza di nessuna grandezza.

Nei riguardi del campo elettrico, mi limiterò a ricordare che l'influenza delle correnti capacitive si è manifestata ai tecnici, ed in modo clamoroso, nelle prime applicazioni dei cavi alle condutture, precisamente in occasione del trasporto, stabilito da Ferranti, fra Deptford e Londra a distanza di 7 km, tensione di 10 kV; alla messa in esercizio nel 1891 si rilevò nel funzionamento a vuoto una tensione di linea superiore all'estremità che non all'origine; basti l'accenno fatto senza entrare nell'ampia discussione svoltasi allora sulle cause che determinano la sovratensione constatata dal Ferranti.

*

Precisata così l'importanza che le ricerche di Galileo Ferraris hanno avuto per stabilire il concetto di fattore di potenza, esamineremo i principali problemi che, in relazione al fattore di potenza, si sono presentati ai tecnici nel grandioso sviluppo delle applicazioni elettriche. In questa rapida rassegna, senza riferirci all'ordine cronologico, distingueremo i vari problemi in base alla loro natura, secondo che si riferiscono a questioni di carattere teorico-scientifico oppure pratico-tecnico.

In ordine teorico si hanno essenzialmente questioni che riguardano le stesse definizioni delle potenze e del fattore di potenza.

Per correnti sinoidali in circuiti monofasi il fenomeno fisico è perfettamente chiarito, niun dubbio quindi sulle definizioni. Il fattore di potenza ha il significato geometrico già ricordato; la corrente sfasata si può scindere nelle due componenti attiva e reattiva, rispettivamente in fase ed in quadratura colla tensione; correlativamente la potenza effettiva risulta come differenza della potenza attiva $V\,I \cos\varphi$, corrispondente al lavoro fatto nel circuito, e della potenza reattiva $V\,I \operatorname{sen}\varphi$, corrispondente agli scambi di energia nel mezzo fra i campi magnetico ed elettrico. Considerando i valori istantanei, tutte queste potenze variano con legge sinoidale di frequenza doppia, la effettiva con ampiezza $V\,I$ intorno al valor medio $V\,I \cos\varphi$, la attiva con ampiezza e valor medio $V\,I \cos\varphi$, la reattiva con valor medio nullo ed ampiezza $V\,I \operatorname{sen}\varphi$; considerando le ampiezze, potenza attiva e reattiva danno come risultante la potenza apparente $V\,I$.

Assai più complesso è il fenomeno fisico per le correnti industriali, che possono differire più o meno dalla sinusoide, per le quali quindi si devono, secondo lo sviluppo di Fourier, considerare più o meno ampie e numerose armoniche di frequenza multipla della fondamentale. Vale per le armoniche il principio di indipendenza, per cui ognuna sviluppa potenze effettive come se agisse da sola nel circuito; la potenza effettiva complessiva è quindi la somma dei termini corrispondenti per le singole armoniche: relazione analoga vale per i quadrati dei valori efficaci: risulta pertanto ben definito il fattore di potenza, cui si può ancora attribuire un significato geometrico, riferendolo alle sinusoidi equivalenti, che presentano uguali valori efficaci e lo stesso valor medio dei prodotti dei valori istantanei. La difficoltà nasce quando si vogliano considerare gli elementi dai quali risulta la potenza effettiva; si dovrà allora tener conto di tre distinti sistemi di armoniche: il primo di frequenza fondamentale doppia che risulta dalle potenze attive delle singole armoniche; il secondo ancora di doppia frequenza risultante dalle potenze reattive; ed un terzo sistema, detto da alcuni potenza deformante, costituito da elementi le cui ampiezze sono date dai prodotti delle ampiezze e le frequenze dalle somme o differenze delle frequenze di armoniche non corrispondenti della tensione e dell'intensità. Ora se il primo sistema si deve logicamente assumere come potenza attiva complessiva, meno chiara risulta l'estensione del concetto di potenza reattiva: di fatti, se si prendono a base gli scambi di energia nel mezzo, si dovrà definire potenza reattiva la somma dei due ultimi sistemi; si dovrà invece considerare come reattivo solo il secondo se si abbia esclusivamente riguardo alle potenze reattive indipendenti delle singole armoniche: fra le ampiezze non sussistono più le relazioni valide per grandezze sinoidali. Su questi punti, ripetutamente discussi da Commissioni e Congressi, non fu ancora preso dai tecnici alcun accordo conclusivo.

Nei circuiti polifasi, compensandosi in ogni istante le reazioni del mezzo, potenze effettiva ed attiva presentano valori uguali costanti. In questi circuiti, pur limitando la considerazione a grandezze sinoidali, per carichi squilibrati con intensità e sfasamenti diversi sulle tre fasi, non è più ben definito il fattore di potenza: lo si potrebbe di fatti riferire al coseno dello sfasamento medio, alla media dei coseni sulle singole fasi, oppure ancora al valore angolare la cui tangente corrisponde al rapporto fra le somme delle potenze reattive ed attive; l'ultima definizione è di regola adottata nella pratica tecnica.

Queste considerazioni, sebbene di natura puramente teorica, rivestono importanza pratica per l'influenza che esercitano sulle modalità dei sistemi di tariffazione e sui conseguenti metodi di misura dell'energia prelevata dalle utenze, argomenti dei quali faremo cenno in seguito.

*

Nei problemi di ordine pratico converrà considerare il fattore di potenza per riguardo alle utenze ed alle società fornitrici, in relazione cioè al funzionamneto delle macchine ed apparecchi di utilizzazione ed all'esercizio degli impianti di trasmissione e produzione.

Ogni sistema utilizzatore richiede necessariamente per il suo funizonamento, oltre alla corrente attiva, una componente reattiva, la cui intensità dipende dalla natura ed entità del carico; ne risulta così uno sfasamento fra tensione e corrente e quindi un fattore di potenza dell'impianto.

Fra le più importanti applicazioni: i circuiti di illuminazione, ridotti oggi alla sola incandescenza, e così pure quelli di riscaldamento a resistenza, si possono praticamente considerare come ohmici; nell'industria metallurgica presentano valori assai alti del fattore di potenza i forni a resistenza e ad arco, valori ridotti quelli ad induzione; per la forza motrice, nei motori sincroni si può regolare il cos φ in anticipo o in ritardo agendo sull'eccitazione nei limiti previsti in progetto, nei motori asincroni invece la corrente di magnetizzazione porta necessariamente ad un ritardo di fase tanto maggiore quanto minore è il carico; inoltre, data la maggior difficoltà di ridurre le dispersioni di flusso nei motori di piccole dimensioni ed a molti poli, il ritardo aumenta col diminuire della potenza e della velocità.

In riguardo alla forza motrice, che è pur sempre la più estesa ed importante applicazione della corrente, gli elettrotecnici hanno dovuto lottare nei primi tempi contro due pregiudizi, dei vecchi meccanici restii ad aumentare la velocità delle trasmissioni, degli industriali propensi ad adottare potenze eccessive per prevedere eventuali ampliamenti; in seguito contro la simpatia dei meccanici per disposizioni non meno pregiudizievoli al cos φ, e precisamente l'eccessiva suddivisione delle potenze per applicare speciali motori ad ogni macchina, ed anzi ben spesso per una stessa macchina motori diversi per le singole lavorazioni. Il progetto di un impianto industriale richiede sempre una minuta indagine sulle esigenze, talora opposte, in ordine meccanico ed elettrico; se elemento fondamentale devono essere le condizioni meccaniche di esercizio, nei riguardi elettrici non si potrà trascurare il fattore di potenza; si dovrà quindi studiare la distribuzione dei motori con potenze non troppo suddivise, proporzionate ai carichi effettivi, con velocità abbastanza alte. Un accurato studio permetterà sempre di soddisfare alle giuste esigenze mecaniche senza scendere a valori troppo bassi del cos φ, che si dovrebbero verificare solo per industrie speciali in particolari condizioni di lavoro.

Alle società fornitrici, dalla necessità di provvedere alle utenze anche l'energia reattiva, deriva per una parte l'obbligo di proporzionare gli impianti elettrici ad un determinato cos φ (di regola fra 0,75 e 0,80), per altra parte il diritto di percepirne un equo compenso. Nascono così in rapporto agli impianti di utilizzazione importanti problemi, che si riferiscono alla tariffícazione, alla misura del cos φ, ai dispositivi per migliorare il fattore di potenza di tali impianti.

Per la tariffícazione sono in pratica applicati sistemi diversi: in Francia ed altre nazioni prevale il conteggio separato a prezzi unitari diversi delle energie attiva e reattiva assorbite dall'utente; da noi è di regola adottata la tariffa con prezzo base costante sino a dato valore del cos φ e per le deficienze coefficienti di maggiorazione del prezzo o, ciò che si equivale, del carico, coefficienti dedotti da formole diverse; così fra le più applicate: il rapporto del coseno contrattuale a quello effettivo, la radice quadrata di tale rapporto, un multiplo del rapporto della differenza dei due coseni al valore effettivo; Arnò aveva proposto di applicare un prezzo base costante ad un carico variabile col cos φ secondo la relazione $(2/3)\ V I \cos\varphi + (1/3)\ V I$, sistema che, pur equivalendo ad applicare un coefficiente di maggiorazione $(2 \cos\varphi + 1)/3 \cos\varphi$, nella sostanza però corrisponde alla adozione di prezzi unitari diversi, nel rapporto di 2 ad 1, per le energie effettiva ed apparente.

Le società nel fissare le tariffe in relazione al cos φ si sono essenzialmente preoccupate di conseguire sistemi di più facile applicazione: non si potrebbe però affermare che la semplicità corrisponda sempre ed in ogni punto al criterio fondamentale di equità della corrispondenza fra compenso e maggior aggravio. Non è privo di interesse esaminare i sistemi di tariffícazione in riguardo a tale corrispondenza.

Precisiamo anzitutto gli aggravi che per effetto del cos φ derivano al fornitore: la maggior corrente totale I, da cui dipendono le perdite di energia ed il conseguente riscaldamento in tutto l'impianto elettrico — linee, trasformatori, alternatori — viene non solo a ridurre il rendimento, ma ancora e principalmente a limitare la potenzialità dell'impianto in relazione alla necessità di mantenere le temperature entro dati limiti di sicurezza; in modo analogo la corrente reattiva I sen φ, che influisce sulla spesa di eccitazione, se è causa di lieve riduzione nel rendimento dell'alternatore, ha però come principale effetto la limitazione di potenzialità in relazione alle possibilità di regolazione della tensione. Finchè il cos φ sia compreso entro le previsioni del progetto, tutti gli elementi del funzionamento — perdite, cadute, rendimenti, condizioni di sicurezza — non eccederanno i valori prestabiliti, naturalmente con una maggior spesa di installazione corrispondente al necessario maggior dimensionamento della parte elettrica dell'impianto: se poi il cos φ scenda a valori minori, per non aumentare troppo le perdite, ed essenzialmente per non pregiudicare le condizioni di sicurezza del macchinario, o, peggio ancora, ridurne la potenzialità rispetto alle disponibilità delle motrici, il fornitore sarà costretto a rimediare all'inconveniente con stazioni di rifasamento e quindi ancora con una ulteriore maggior spesa di impianto. Ne risulta pertanto che il cos φ agisce sull'esercizio non per una maggior spesa viva diretta, ma in modo indiretto per interesse ed ammortamento del maggior costo dell'impianto; ed ancora che questo maggior costo dipende principalmente dalla corrente totale ed in assai minore proporzione dalla componente reattiva, agenti questa sulla sola eccitazione, la prima sulle condizioni generali di tutto l'impianto.

Queste considerazioni stanno a dimostrare che una tariffa razionale dovrebbe conteggiare separatamente ed a prezzi diversi le tre energie, reale, apparente e reattiva. Possiamo dedurne che fra le varie formole di tassazione meglio corrisponde alle condizioni economiche dell'impianto quella proposta da Arnò, che si informa ai criteri dianzi precisati, se anche trascuri, per la minima importanza, il conteggio separato dell'energia reattiva.

Nel recente Congresso dell'Associazione Elettrotecnica Italiana l'Ing. Arimondi ha presentato un pregevole studio comparativo delle curve di maggiorazione delle varie formole, che lo porta a concludere in modo pienamente favorevole alla formola Arnò, tanto che ne propone l'adozione nell'auspicato accordo per l'unificazione delle tariffe; a questa proposta mi associo, osservando collo stesso Arimondi che tale adozione può farsi indipendentemente dai sistemi indicati da Arnò per la misura, sull'esattezza ed applicabilità dei quali furono sollevate eccezioni non prive di fondamento.

Il fattore di potenza varia necessariamente colle condizioni di esercizio: due questioni si riferiscono alle modalità colle quali la tariffa debba tener conto di tali variazioni.

Anzitutto l'aggravio per il fornitore dipende dal fattore di potenza generale della rete e su questo il cos φ di un utente influisce diversamente secondo le condizioni di carico della stessa rete: formole speciali di assai dubbia attendibilità furono proposte per tener conto dell'interdipendenza dei due fattori, ma non ebbero pratica applicazione: non vi sarebbe di fatti ragione di procedere per il cos φ in modo diverso che per l'energia effettiva, per la quale, pur variando il costo colle condizioni di carico della centrale, tale variazione si valuta nella determinazione del prezzo medio, ma non influisce sul sistema di tariffícazione delle utenze.

Maggiore importanza ha la variazione del cos φ presso ogni utente col variare del carico; di tali variazioni si tiene di regola conto nel modo più semplice rilevandone il valor medio per tutta la durata dell'esercizio. Il sistema, logico per tassazioni basate sui kWh effettivamente assorbiti, non risulta del pari equo quando l'utente sia comunque tenuto ad un dato corrispettivo annuo minimo: così nei vecchi contratti a forfait ed in quelli misti con impegno di potenza a forfait e diritto di eccedenza a contatore non si dovrebbero applicare maggiorazioni finchè i kVA prelevati non eccedano i kW corrisposti a forfait. Per questo riguardo risulta assai meglio corrispondente la tariffa Hopkinson, oggi generalmente applicata, con doppio prezzo, a kWanno sull'impegno di potenza ed a kWh sul prelievo effettivo, tariffa che, se equamente proporzionata nei due termini, può dar luogo a tassazioni meno eque solo quando, per sopravenuta crisi o per errata previsione, l'impegno non corrisponda al carico effettivo dell'impianto.

Quanto ai sistemi di misura, il cos φ medio viene sempre dedotto dal rapporto delle due energie effettiva e reattiva. Nel caso più importante del sistema trifase, per la misura delle due energie, se il carico sia comunque squilibrato, sono necessari due contatori di kWh e di kVarh; se lo squilibrio non alteri la simmetria delle tensioni, possono usarsi tre contatori wattorametrici coll'inserzione Righi; solo per carichi equilibrati le due energie si possono dedurre dalla somma e differenza delle indicazioni di due contatori monofasi con inserzione Aron. Quest'ultimo sistema è oggi molto diffuso; tenuto però conto che esso può presentare errori sensibili già per squilibri non anormali in un impianto, l'applicazione se ne dovrebbe limitare, oggi che la tecnica offre buoni contatori varorametrici.

Veniamo ai dispositivi coi quali l'utente può ottenere il rifasa-

mento del suo impianto: possono servire allo scopo condensatori, motori sincroni, motori asincroni speciali.

Tipi di condensatori furono proposti sin dal primo sviluppo dei motori asincroni: ricordo che già Galileo Ferraris, accennando in lezione agli apparecchi dello Swimburne, poneva in rilievo i vantaggi che sarebbero derivati dalla loro applicazione. Swimburne e poi Boucherot, Stanley ed altri si valsero come dielettrico di carta paraffinata, Lombardi di lastre fuse di ceresite e paraffina; tutti questi apparecchi non corrisposero alle speranze che se ne erano concepite. Solo nel 1919, per opera della General Electric Company e di altre ditte, entrarono nel campo pratico condensatori con armature e dielettrico in fogli sottilissimi — intorno al 1/100 di mm — di alluminio e di carta di cellulosa pura, ottenuta dalle fibre di lino, sovrapposte le carte in più strati per eliminare l'influenza di disuniformità e forellini, il tutto avvolto di regola a rotolo, trattato con vuoto molto spinto per estrarne ogni traccia di aria ed umidità, e poi impregnato con oli minerali. Questi tipi presentano rigidità dielettrica, cioè tensione critica di perforazione, intorno a 100 kV per mm e lavorano a gradienti non superiori a 20: la perdita di energia è assai piccola, limitata a millesimi; con collegamenti di molti elementi in serie ed in parallelo si ottengono batterie per tensioni di qualche decina di kV con potenze capacitive di migliaia di kVA a 50 hertz. Più che discreta è la diffusione avuta dai condensatori, con risultato soddisfacente; è però sempre abbastanza rilevante la spesa di impianto.

Assai limitato è invece presso le utenze l'uso di motori sincroni, per i quali un'installazione apposita riesce molto costosa, mentre di rado è possibile l'utilizzazione di uno degli stessi motori dell'impianto per la sua eccessiva rigidità di funzionamento.

Quanto ai motori asincroni speciali, dei quali parlerà certo il Prof. Sartori, mi limiterò ad accennare i due tipi principali a compensazione e con autosincronizzazione, ed a ricordarne l'applicazione abbastanza diffusa, specie nel periodo anteriore alla crisi.

Si presenta qui il quesito se vi sia convenienza tecnica ed economica ad estendere il rifasamento presso le utenze. Le società elettriche non hanno per tale riguardo ispirata la loro politica a criteri ben definiti e costanti: hanno dapprima in periodi di abbondenza ammesso tolleranze eccessive; poi per la riduzione delle disponibilità nel faragginoso sviluppo industriale del dopo guerra, specie in seguito alle deficienze idriche dell'inverno 1921-22, hanno incluso nei contratti clausole molto restrittive e ne hanno imposta la rigorosa applicazione. Come giudizio personale, ritengo che i rifasamenti singoli non risultino convenienti nè per le utenze, nè per i fornitori: non per le utenze, le quali potrebbero, come ho già notato, migliorare di molto le loro condizioni se tenessero maggior conto del $\cos\varphi$ nella costituzione degli impianti, e che, per eventuali deficienze, avrebbero tutto interesse ad accordarsi colle società per un equo compenso, allo scopo di risparmiare una sensibile maggior spesa di impianto, di non rinunciare alla grande semplicità del motore a campo Ferraris, di non dover assumere nell'esercizio maestranze di maggior competenza tecnica; neppure per le società, cui converrà facilitare le utenze con agevolazioni di tariffe per riservarsi in pieno il controllo e la regolazione dell'impianto e per eliminare ogni evenienza di disturbi, che non si possono con sicurezza escludere per un'eccessiva estensione di macchinari speciali, ed in particolare di condensatori, dei quali è ben nota l'azione deformante sulle curve di forma delle correnti, specie per batterie inserite ad impianto fuori servizio.

*

Dai problemi dell'utilizzazione passiamo a quelli dell'alimentazione: prenderemo perciò in considerazione il fattore di potenza con riferimento alle reti di distribuzione, alle linee di trasmissione, alle centrali di produzione; accenneremo anche ai mezzi che col rifasamento permettono la regolazione di questi impianti.

Quanto alla distribuzione, nè è di regola trascurabile l'effetto sul $\cos\varphi$, sensibile solo per le reti in cavo: la capacità del resto agisce favorevolmente compensando in parte il ritardo di fase degli impianti utenti.

I trasformatori invece colla corrente di magnetizzazione vengono ad aumentare il ritardo sul primario: nella loro costruzione occorre perciò ridurre la corrente a vuoto limitando i valori dell'induzione ed adottando lamiere con alte permeabilità.

Delle linee di trasmissione assai debole era l'influenza finchè distanze e tensioni erano limitate a poche decine di km e di kV: semplice ne era lo studio: per il calcolo delle cadute di tensione e delle perdite di energia bastava tener conto della resistenza, dell'induttanza e non sempre della capacità, assumendo per gli elementi della corrente i valori all'origine, che si potevano considerare costanti in tutto il percorso.

Col crescere della distanza aumenta sempre più la tensione sino a centinaia di kV: risultano allora sensibili le variazioni di intensità, tensione e fase lungo la linea in relazione ai suoi elementi caratteristi — resistenza, dispersione, induttanza, capacità, effetto corona, skin-effect — tutti questi elementi si devono portare a calcolo nello studio della linea. L'applicazione delle leggi che regolano la propagazione, già ampiamente utilizzate nella tecnica delle trasmissioni telefoniche, ha permesso di sviluppare calcoli assai rigorosi sulle perdite, sulle cadute, ed in generale sulle condizioni di esercizio in relazione al carico, per modo che riesce possibile prestabilire le modalità di rifasamento per ottenere date condizioni di regolazione dell'impianto, risolvendo così il problema fondamentale, che, semplice per le antiche linee, presentava serie difficoltà nelle moderne superlinee.

Abbiamo accennato alla questione del rifasamento, ricordiamo i dispositivi allo scopo adottati in pratica. Nelle cabine secondarie di distribuzione, ove si ritenga opportuno il rifasamento parziale, possono servire batterie regolabili di condensatori: nelle sottostazioni principali di capolinea vengono sempre usati rifasatori sincroni, progettati in base ai risultati di calcolo in relazione al programma di regolazione della linea: per maggior libertà di scelta nelle tensioni trovano spesso applicazione i trasformatori a tre avvolgimenti: talora si utilizzano come sincroni gli stessi generatori delle centrali termiche di riserva.

Da ultimo, per le centrali di produzione, richiamiamo l'osservazione già fatta che la potenza del macchinario elettrico deve venire fissata in kVA, tenendo conto del valore stabilito di $\cos\varphi$, per ottenere buone condizioni di sicurezza con data corrente totale e adatte modalità di eccitazione malgrado la componente reattiva. Assunti di conseguenza i dati caratteristici di frequenza, velocità, potenza, tensione e fase, un tempo era per il resto affatto libero il calcolo della macchina: logico quindi che si basasse lo studio sul criterio di ottenere le migliori condizioni di esercizio colla maggior facilità di regolazione, corrispondente a minime cadute interne. Per raggiungere lo scopo si tendeva a caratteristiche magnetiche con alti valori del rapporto fra le eccitazioni a vuoto ed in corto circuito rispettivamente con tensione ed intensità normale; si adottavano notevoli interferri, valori non troppo alti del rapporto fra ampiezza e passo polare, deboli valori delle induttanze interne, riducendo in particolare l'effetto delle amperspire contrarie, dell'azione cioè demagnetizzante dovuta alla componente relativa: unica limitazione quella di non pregiudicare le condizioni di stabilità nel funzionamento in parallelo, e perciò abbastanza energiche coppie sincronizzanti e curve a V non troppo acute.

Radicali modificazioni nei criteri di progetto furono in seguito imposte dal rapido aumento delle potenze e del raggio di azione, che vennero ad accrescere possibilità e danni dei corti circuiti, pericolosi per la sicurezza degli alternatori causa le azioni elettrodinamiche sulle connessioni frontali, pericolosi anche, in relazione all'aumentata potenza in gioco all'apertura, per il funzionamento degli interruttori, che venivano assumendo proporzioni sempre più grandiose. Per attenuare questi pericoli occorre ridurre i valori a regime ed al primo istante della corrente di corto circuito, e ridurre ancora la costante di tempo dell'indotto, perchè all'apertura, anche se non ritardata, detta corrente risulti già abbastanza attenuata. A queste nuove condizioni si soddisfa proporzionando l'alternatore con alti valori delle induttanze interne e forti effetti delle amperspire contrarie, caratteristiche quindi opposte a quelle richieste per una buona regolazione. Si è così giunti ad ammettere per carichi induttivi cadute interne anche superiori al 30 %, colla conseguente necessità di provvedere alla regolazione con dispositivi automatici, che danno del resto ottimi risultati.

Nuovi problemi per la costituzione delle centrali e la costruzione del macchinario sorsero all'adozione delle altissime tensioni nelle moderne superlinee, in relazione ai valori intensi delle correnti capacitive di linea; ad esempio la linea dalla centrale di Cardano assorbe a vuoto 30.000 kVA, pari a 1800 ampere alla tensione di macchina di 8 kV. Nella costituzione della centrale bisognerà scegliere unità la cui potenza permetta di portare in tensione le linee con un solo gruppo; nella costruzione degli alternatori bisognerà ottenere la massima potenza capacitiva ed eliminare la possibilità di autoeccitazione per effetto della corrente di capacità in anticipo; donde la necessità di ridurre le induttanze interne ed in special modo l'azione magnetizzante delle amperspire concatenate. Si ritorna così in parte ai primitivi criteri di calcolo, migliorando le condizioni di regolazione ma peggiorando quelle di corto circuito.

Oggi il problema costruttivo del macchinario elettrico non è

più generico ma specifico; non basta più offrire quella che un tempo dicevamo buona macchina, occorre invece che la macchina sia particolarmente studiata in relazione agli elementi costitutivi dell'impianto ed alle modalità dell'esercizio; questi elementi impongono nella macchina date caratteristiche fondamentali, che si dovranno verificare senza troppo pregiudizio delle altre condizioni di funzionamento. Sono problemi che la tecnica moderna risolve con opportuna predisposizione degli elementi costruttivi sia nel circuito elettrico colla scelta del numero forma e posizione dei canali e dei tratti utili, sia nel circuito magnetico colla scelta dei valori delle induzioni e col dimensionamento delle varie parti, gioghi, nucleo, interferro, rapporto fra ampiezza e passo polare.

*

Il nostro studio non sarebbe completo se non ricordassimo un ultimo argomento, la misura del fattore di potenza e delle differenze di fase. Alle misure abbiamo già accennato, limitatamente però ai loro rapporti colla tarifficazione: in generale dovremmo seguire tutto lo sviluppo dei sistemi di misura dal primo fondamentale metodo dei tre elettrodinamometri di Galileo Ferraris alle moderne applicazioni delle valvole termoioniche. Da questa ulteriore analisi mi astengo per non abusare della cortese attenzione.

*

Ho cercato di dare un'idea, se anche sommaria ed incompleta, dei molteplici problemi che nello sviluppo delle applicazioni elettriche si sono presentati alla tecnica moderna in relazione al fattore di potenza; tale molteplicità dimostra l'importanza fondamentale, rilevata già da Galileo Ferraris, che per i circuiti a corrente alternata ha questo elemento, questo famoso $\cos\varphi$, punto nero degli impianti elettrici per molti industriali, che hanno una conoscenza forse vaga della sua consistenza fisica, ma ben precisa delle sue conseguenze economiche.

In questa rapida rassegna ho necessariamente dovuto limitarmi a brevi accenni ed a giudizi sommari; se il tempo mi avesse concesso più ampio svolgimento sulla risoluzione delle singole questioni, avrei avuto campo di prospettare in giusta luce il largo contributo di pensiero ed opera dato dai tecnici e costruttori italiani. Come di tante invenzioni e ricerche, dalla scoperta della pila allo studio delle proprietà fondamentali della corrente, siamo debitori ai nostri grandi Maestri del secolo scorso, così non meno prezioso fu il concorso che in Italia scienza ed industria hanno portato allo studio delle applicazioni ed allo sviluppo degli impianti.

In questo periodo di rievocazioni storiche, voluto dal Duce perchè le gloriose tradizioni siano monito, guida ed incitamento agli italiani, ben possiamo dal passato antico e recente trarre i migliori auspici per l'avvenire. Gli elettrotecnici italiani, che non si lasciarono sorprendere dalla grande guerra e seppero subito apprestare i necessari provvedimenti per soddisfare a tutte le esigenze del viver civile ed alle maggiori richieste della preparazione bellica, anche nei difficili momenti dell'occupazione nemica, oggi, non domi dalla recente grave crisi, sono pronti a portare all'industria il massimo concorso per le nuove lotte, che, ognuno nel proprio campo, con animo saldo e sicura fede, ci accingiamo ad affrontare e vincere per le maggiori fortune della Patria, presenti tutti all'appello del Duce, delle sorti d'Italia guida e reggitore supremo.

CALCOLO DELLA RESISTENZA DEI PALI TUBOLARI MANNESMANN DELLE LINEE PRIMARIE, TENENDO CONTO DELLE VARIAZIONI STATICHE DI DETTE LINEE IN SEGUITO ALLA DEFORMAZIONE DEI PALI ALLORCHÈ SI ROMPONO I FILI DI UNA CAMPATA

C. CRUGNOLA

Nell'applicazione delle norme per gli attraversamenti delle linee elettriche non si tiene conto di un nuovo fenomeno che interviene a modificare in senso favorevole le condizioni dei sostegni dopo la rottura dei fili, e cioè della deformazione elastica dei pali, la quale fa sì che aumenti la tensione nei fili rimasti intatti nella campata attraversante e che diminuisca la tensione nei fili delle campate adiacenti. Questo studio da modo di calcolare il valore di detto fenomeno.

Introduzione.

Il palo Mannesmann per linee primarie già largamente adottato dall'Amministrazione Ferroviaria è per lo più il palo M. 9 (vedi fig. 1) equipaggiato secondo il disegno della figura stessa. Nella stessa, vi sono caratteristiche meccaniche del palo. Tale palo negli attraversamenti di strade provinciali e nazionali deve essere raddoppiato e la coppia deve essere collegata con traliccio affinchè esso ottemperi alle disposizioni di legge per gli attraversamenti.

Tale è appunto la soluzione attualmente adottata negli attraversamenti.

Allo scopo di evitare tale spesa e allo scopo di dimostrare il vantaggio economico di un palo elasticamente assai deformabile lo scrivente iniziò l'attuale studio: questo studio venne diviso nei seguenti paragrafi:

A) Deformazione e calcolo dei pali Mannesmann equipaggiati con due terne di isolatori rigidi nel caso in cui tutti i fili di una campata intermedia si rompano.

B) Calcolo c. s. nel caso in cui in una campata intermedia si rompano *m* fili.

C) Applicazione numerica del calcolo a un caso pratico al palo M. 9.

D) Deformazione della catenaria dei fili e dei pali nel caso in cui gli isolatori sono a catena. (Applicazione del calcolo pure allo stesso precedente caso).

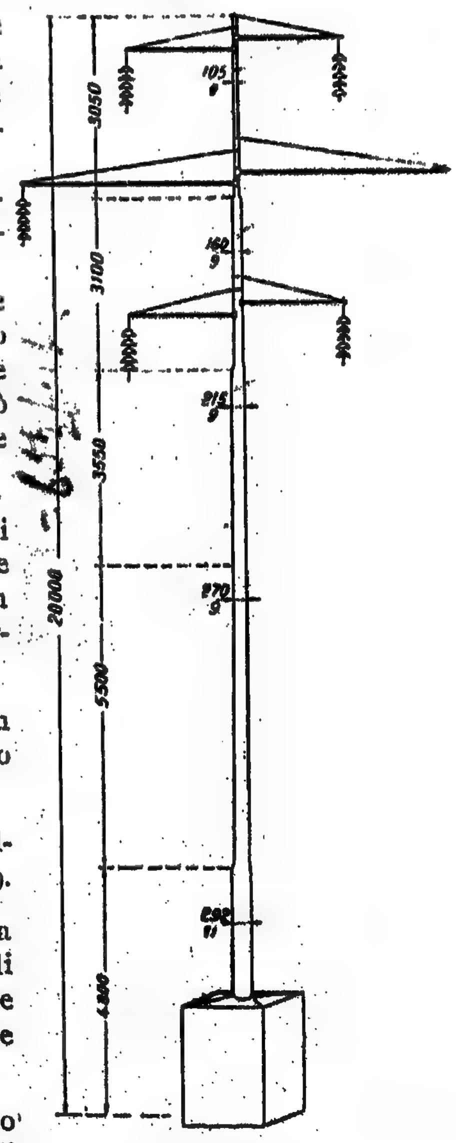


Fig. 1.

Lo studio fatto in ogni capitolo venne applicato per lo sviluppo di quello successivo, dimodochè la successione sopra scritta degli argomenti trattati nel calcolo diventa obbligatoria.

Nello sviluppo dei paragrafi *A*) e *B*) lo scrivente prese come base l'articolo pubblicato nel 1910 dall'Ing. Prof. Motta sugli atti dell'Associazione Elettrotecnica, sviluppando in questo studio maggiormente l'articolo succitato, dal punto di vista analitico. Lo scrivente sviluppò assai nel paragrafo *A*) lo studio della funzione $\Delta d_x = C(K_x)$ che è il fondamento di tutto il calcolo, e rese esplicita tale funzione.

Tale programma venne completato mediante le applicazioni numeriche del paragrafo *C*) e del paragrafo *D*).

A) **Deformazione e calcolo dei pali Mannesmann equipaggiati con isolatori rigidi.**

Facciamo il calcolo supponendo che tutte le campate della linea da studiare siano uguali. In seguito metterò in evidenza le variazioni che il calcolo subisce allorchè le campate sono disuguali.

Per la tensione esercitata dai fili delle camate adiacenti a quella in cui i fili si sono rotti (campata *A*), tutti i pali, a partire da questa campata, si incurveranno in misura sempre minore mano a mano che se ne allontanano. Correlativamente varierà nelle stesse campate la tensione dei fili.

Sia K la tensione unitaria (per mm²) normale dei fili nella campata A prima della rottura, f_p, la freccia di incurvamento del palo incastrato all'estremità inferiore e perfettamente libero superiormente (cioè supponendo che manchi la tensione dei fili nelle campate adiacenti) qualora sia sollecitato orizzontalmente nel centro di sollecitazione dei fili dalla tensione.

$$T = n\,S\,K$$

essendo n il numero dei conduttori e S la sezione di ciascuno di essi; sarà:

$$f_p = C\,K$$

essendo C una costante determinata per un dato palo, la quale è funzione di E e di I, nei vari tronchi del palo, e della distanza del punto di applicazione delle forze $(S\,K)$ dalla base.

Siano K_1, K_2, K_3,... le tensioni unitarie che si stabiliscono nelle successive campate; siano f_1, f_2, f_3,... le freccie di incurvamento dei successivi pali; siano d_1, d_2, d_3,... i nuovi valori che assume l'ampiezza delle successive campate, supponendo che d sia l'ampiezza di una delle campate prima della rottura dei fili.

Siano Δd_1, Δd_2, Δd_3,... le variazioni di ampiezza delle campate successive; sarà:

$$\Delta d_1 = d - d_1\ ,\ \Delta d_2 = d - d_2\ ,\ \Delta d_3 = d - d_3\ ,\ \ldots$$

$$\left.\begin{array}{ll} f_1 = C\,K_1 & \Delta d_1 = f_1 - f_2 \\ f_2 = C(K_2 - K_1) & \Delta d_2 = f_2 - f_3 \\ f_3 = C(K_3 - K_2) & \Delta d_3 = f_3 - f_4 \\ \ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots \\ f_n = C(K_n - K_{n-1}) & \Delta d_n = f_n - f_{n+1} \end{array}\right\} \quad (1)$$

Ricordo che questa freccia f_n rappresenta il cedimento in senso orizzontale del palo e non la freccia della catenaria.

Dalla prima formula si ha:

$$\Sigma f_r = C\,K_n \quad \text{e per } n = \infty\ ,\ K_n = K \quad \text{e quindi } \Sigma f_r = f_p \qquad (2)$$

Dalla seconda, sommando si ha:

$$\Sigma \Delta d_r = f_1 - f_n$$

$$\text{e per } n = \infty\ ,\ f_n = 0,\ \ \Sigma \Delta d_r = f_1 \qquad (2)$$

Possiamo dunque dire che se si rompono tutti i fili di una campata:

la somma delle freccie di incurvamento di tutti i pali che stanno da una stessa parte di quella campata (A) è uguale alla freccia di incurvamento che si avrebbe sul primo palo qualora la tensione unitaria nella prima campata fosse quella normale K, che si aveva prima della rottura, invece di K_1.

Inoltre:

la somma delle variazioni di ampiezza di tutte le campate, da una stessa parte di quella di rottura, è uguale alla freccia di incurvamento, che si osserva nel primo palo.

Ricordo ora l'equazione della parabola con cui si può con sufficiente approssimazione rappresentare la catenaria di un filo, essendo a il rapporto tra la tensione unitaria nel punto più basso della curva e il peso unitario.

$$y = \frac{x^2}{2\,a} + a$$

Indichiamo ora con

K in kg/mm² la tensione unitaria nel punto più basso della curva;
p in kg/mm²/ml il peso unitario del filo;
d la campata, cioè la distanza fra gli appoggi;
f in metri, la freccia della catenaria.

Ponendo $x = d/2$

$$f = \frac{1}{8}\,p\,d^2$$

La tensione nel punto più alto della catenaria sarà:

$$K_a = K + p\,f$$

ma, tranne nel caso di campate molto grandi, i valori soliti di f sono tali che si può trascurare il termine $p\,f$ e ammettere nel filo una tensione costante unitaria uguale a K.

La lunghezza del filo sarà:

$$l = \frac{d^3\,p^2}{24\,K^2} + d$$

L'allungamento del filo di una campata allorchè la tensione unitaria passa dal valore unitario K a K_x, sarà:

$$d\,\varepsilon\,(K - K_x)$$

in cui ε è l'allungamento elastico unitario del filo.

Per cui se in una campata x dopo la rottura dei fili di un'altra campata, la lunghezza passa da d a d_x, avremo l'equazione:

$$d + \frac{d^3\,p^2}{24\,K^2} - d\,\varepsilon\,(K - K_x) = d_x + \frac{d_x^3\,p^2}{24\,K_x^2};$$

l'equazione può scriversi così:

$$d\,\varepsilon\,(K - K_x) = (d - d_x) + \frac{p^2}{24}\left(\frac{d^3}{K^2} - \frac{d_x^3}{K_x^2}\right) \qquad (3)$$

che è una funzione della forma:

$$\Phi\,(d_x\ ,\ K_x) = 0$$

oppure:

$$\Phi\,(\Delta d_x\ ,\ K_x) = 0$$

oppure:

$$\Delta d_x = \varphi\,(K_x)$$

la quale, dati K, p, d, esprime come vari Δd_x con K_x.

Troppo laborioso sarebbe il tracciamento partendo dalla equazione soprascritta (3), per cui lo scrivente trasformò la equazione succitata rendendola esplicita rispetto alle sue variabili e precisamente rispetto alla variabile Δd_x, nel modo che segue:

Posto $\Delta d_x = d - d_x$, sarà $d_x = d - \Delta d_x$ si ottiene:

$$d \cdot \varepsilon\,(K - K_x) = \Delta d_x + \frac{p^2}{24}\left[\frac{d^3}{K^2} - \frac{(d - \Delta d_x)^3}{K_x^2}\right]$$

che si può trasformare e ridurre alla forma di un'equazione di 3° grado in Δd_x e cioè all'equazione:

$$\Delta d_x^3 - 3\,d\,\Delta d_x^2 + \frac{3\,(p^2\,d + 8\,K_x^2)}{p^2}\,\Delta d_x - \frac{[24\,K^2\,\varepsilon\,(K - K_x) - p^2\,d^2]\,K_x^2\,d}{p^2\,K^2} = 0$$

in cui per ogni valore di K_x si può ottenere un valore di Δd_x.

L'equazione ottenuta è della forma:

$$x^3 + a\,x^2 + b\,x + c = 0,$$

e quindi il valore di x ha la forma:

$$n = \frac{1}{3\sqrt[3]{2}}\left\{\sqrt[3]{-27\,c + 9\,ab - 2\,a^3 + \sqrt{(27\,c - 9\,ab + 2\,a^3)^2 + 4\,(3\,b - a)^2}} + \sqrt[3]{-27\,c + 9\,ab - 2\,a^3 - \sqrt{(27\,c - 9\,ab + 2\,a^3) + 4\,(3\,b - a^2)}}\right\} - \frac{a}{3}$$

Se $3\,b > a^2$ si ha una sola radice reale e due complesse; nel nostro caso è:

$$a = -3\,d \quad ; \quad b = \frac{3}{p^2}\,(p^2\,d^2 + 8\,K_x^2)$$

e quindi è soddisfatta la condizione soprascritta.

Supponiamo ora di avere tracciato detta curva; segno sull'asse dell'ascisse la lunghezza:

$$O\,A = K$$

e sia:

$$O\,A_x = K_x$$

Segno l'ordinata $A B = f_p$ (f_p è la freccia di incurvamento del palo normale, incastrato all'estremità inferiore e perfettamente libero superiormente, nel caso in cui manchi la tensione dei fili nelle campate adiacenti a quella considerata).

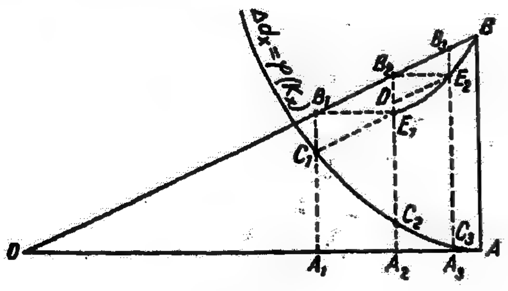


Fig. 2.

La retta $O B$ rappresenta l'espressione $f_x = C K_x$, la quale dà la freccia di incurvamento del primo palo adiacente alla campata coi fili rotti, qualora in esso la tensione unitaria fosse K_x invece di K_1.

Sarà perciò:

$$A_x B_x = f_x = C K_x$$

Supponiamo di conoscere il valore di K_1, e portiamo $O A_1 = K_1$; sarà allora:

$$A_1 B_1 = f_1 \quad \text{e} \quad A_1 C_1 = \Delta d_1$$

e poichè

$$\Delta d_1 = f_1 - f_2$$

sarà:

$$f_2 = B_1 C_1$$

Costruiamo la $C_1 E_1$ parallela ad $O B$ e $B_1 E_1$ parallela a $O A$, le quali si incontreranno in E_1; da questo punto conduciamo la parallela $A_2 B_2$ alla $A B$; sarà:

$$A_2 B_2 = A_1 B_1 + E_1 B_2 = f_1 + E_1 B_2 = f_1 + B_1 C_1 = f_1 + f_2$$

ma è pure:

$$f_2 = C (K_2 - K_1) = C K_2 - C K_1$$

$$C K_2 = f_2 + C K_1 = f_2 + f_1$$

quindi:

$$C K_2 = A_2 B_2$$

donde

$$O A_2 = K_2$$

Per costruzione analoga, come abbiamo portato da A_1 la lunghezza $A_1 C_1$ portiamo su $E_1 B_2 = f_2$ la lunghezza $A_2 C_2 = \Delta d_2 = f_2 - f_3$ in $E_1 D$; sarà $D B_2 = f_3$.

Tiro la $D E_2$ parallela ad $O B$, e $B_2 E_2$ parallela ad $O A$, e per E_2 la $A_3 B_3$ parallela ad $A B$; si avrà:

$$E_2 B_3 = D B_2 = f_3$$

$$A_3 B_3 = f_1 + f_2 + f_3 \quad ; \quad O A_3 = K_3$$

Poichè si ha $f_x = f_1 + f_2 + f_3 \ldots$ i punti E_1, E_2, E_3, ... cadranno sempre entro l'angolo $\widehat{O B A}$.

Infatti se un punto E cadesse per es. a destra di $A B$, per la costruzione applicata, la somma $f_1 + f_2 + f_3 \ldots$ sarebbe maggiore di f_p.

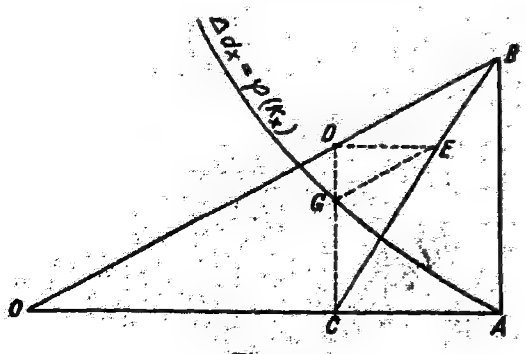


Fig. 3.

Se si ammette che la linea $E_1\ E_2\ E_3 \ldots$ coincida con la retta $A_1 B_1$ si deduce una costruzione grafica semplice per ricavare K_1, quando siano noti f_p e K, e la curva $\Delta d_x = \varphi (K_x)$.

Il valore di K_1 che così si ottiene risulta, dai rilievi grafici eseguiti, approssimato a circa l'1 % del valore che si ottiene per K_1 quando si fa uso della linea $E_1\ E_2\ E_3 \ldots$ invece che della retta $A_1 B$.

Messo a posto il triangolo $A O B$, rettangolo in A, in cui $O A$ è uguale a K, e $A B = f_p$ e messa a posto la curva $\Delta d_x = \varphi (K_x)$ tracciata per punto, si tracci per tentativi (scegliendo per tentativi il punto C) una retta $C B$ tale che conducendo la $D E$ parallela ad $O A$ e la $G E$ parallela ad $O B$, il punto E che ne risulta cada sulla retta $B C$. ($C D$ è la parallela ad $A B$; G è il suo punto d'incontro con la curva $\Delta d_x = \varphi (K_x)$.

La costruzione grafica stessa dimostra praticamente, che pur non essendo la costruzione rigorosa, il valore di K_1, risulta assai approssimato anche dopo pochi tentativi.

Conosciuto K_1, si troverà il valore del momento flettente a cui il palo deve resistere con la formula:

$$M_f = n S K h$$

ove n è il numero dei fili, S la sezione di ciascuno di essi, h l'altezza del centro di sollecitazione dei fili.

B) Deformazione e calcolo dei pali equipaggiati con isolatori rigidi e con n fili, nel caso in cui in una campata intermedia si rompano $n - m$ fili.

Riferiamoci al caso precedente con l'ipotesi che nella campata A, siano rotti $n - m$ fili, cioè siano rimasti illesi m fili.

Poniamo $K - K_x = \Delta K_x$ e si osservi che il rapporto $\Delta d_x / \Delta K_x$ uguale al valore della tangente trigonometrica dell'angolo $C_x A A_x$ (premesso che la tangente geometrica in C_x approssimativamente passi per A) varia poco nel tratto inferiore della curva che è quello che interessa per il nostro calcolo.

La ricerca del valore di K^1 negli m fili rimasti ($K^1 > K$) riesce di molto semplificata se si ammette:

1°) costante il valore di $\Delta d_x / \Delta K_x$;

2°) costante il rapporto $\Delta d_1 / \Delta d_2$ nel primo caso in cui si rompono tutti i fili (n fili) e nel caso in cui se ne rompono ($n - m$).

La seconda ipotesi si avvicina alla realtà più ancora della prima; però possiamo ottenere un valore abbastanza approssimato di K^1 come si vedrà in seguito, assumendo come valore costante di $\Delta d_x / \Delta K_x$ quello corrispondente a un punto C_x, intermedio tra A e C_1, perchè la tensione che si stabilirà nella campata adiacente alla campata attraversante A, sarà intermedia tra il valore di K_1 corrispondente alla rottura di tutti i fili, e il valore K che si aveva prima della rottura.

Si può dimostrare che ammettendo costante il rapporto $\Delta d_x / \Delta K_x$ equivale ad ammettere che la legge di propagazione degli squilibri di tensione e di ampiezza nelle campate successive sia una progressione geometrica. Infatti per le relazioni precedentemente scritte si ha:

$$\frac{\Delta d_r}{\Delta K_r} = C \frac{f_r - f_{r-1}}{f_r} = \text{costante},$$

ossia:

$$\frac{f_r}{f_r} - \frac{f_{r-1}}{f_r} = 1 - \frac{f_{r-1}}{f_r} = \text{costante}$$

$$\frac{f_{r-1}}{f_r} = \text{costante}$$

$$\frac{f_{r-1}}{f_r} = \frac{f_{r-2}}{f_{r-1}}$$

e componendo:

$$\frac{f_r - f_{r-1}}{f_{r-1} - f_{r-2}} = \frac{f_{r-1}}{f_{r-2}} = \text{costante},$$

ossia

$$\frac{\Delta d_r}{\Delta d_{r-1}} = \text{costante}.$$

Possiamo quindi scrivere:

$$\frac{\Delta d_2}{\Delta d_1} = \frac{\Delta d_3}{\Delta d_2} = \frac{\Delta d_4}{\Delta d_3} \ldots\ldots$$

e per le (2)

$$f_1 = \Sigma \Delta d_r = \frac{\Delta d_1}{1 - r}$$

Infatti la curva $\Delta d_x = \varphi (K_x)$ ha le ordinate in decrescimento con la progressione dell'indice x; quindi la ragione r della progres-

sione è < 1 e quindi la sommatoria dei termini è sommatoria di Δd_x:

$$\Sigma \Delta d_x = \frac{\Delta d_1}{1 - r}$$

In virtù dell'ammissione seconda applicheremo quest'ultima relazione alla ricerca di K^1 usando lo stesso valore $r = \Delta d_2 / \Delta d_1$ che si rileva dalla figura.

Ciò posto nella campata A la variazione dell'ampiezza è uguale a $2 f_1^1$ e cioè a $2/1 - r \; \Delta d_1^1$ e ad essa corrisponde una variazione $2/1 - r \; \Delta K_1^1$ nella tensione (e quindi $K^1 = K + 2/1 - r \; \Delta K_1^1$) mentre nella campata adiacente avendosi una variazione Δd_1^1 nell'ampiezza si ha una variazione ΔK_1^1 nella tensione e quindi $K_1^1 = K - \Delta K_1^1$.

Lo sforzo dato dalla reazione del palo inflesso è:

$$K_1^1 \times n \times S = n S \times \frac{f_1^1}{C} = \frac{n S}{C} f_1^1 = \frac{n S}{C} \frac{\Delta d_1^1}{1 - r} =$$

$$= \frac{n S}{C} \times \frac{1}{1 - r} \rho \times \Delta K_1^1 \ldots \ldots \quad (4)$$

in cui il rapporto $\Delta d_x / \Delta K_x = \rho$ è ammesso costante; n è il numero totale dei fili, C è il coefficiente della formula $f_p = C K$. Si può dunque scrivere la seguente equazione di equilibrio:

$$(4) \quad n S K_1^1 = n S (K - \Delta K_1^1) = m S \left(K + \frac{2}{1 - r} \Delta K_1^1 \right) + $$

$$+ \frac{n S}{C} \frac{1}{1 - r} \rho \cdot \Delta K_1^1$$

Cioè la sollecitazione esercitata da un lato del palo dagli n fili è uguale alla somma delle sollecitazioni esercitate sull'altro lato del palo dagli m fili rimasti e dalla reazione del palo.

Questa equazione risolta rispetto a ΔK_1^1 dà:

$$\Delta K_1^1 = \frac{(n/m - 1) \; K}{\dfrac{n}{m} + \dfrac{2}{1 - r} \left(1 + \dfrac{n}{m} \dfrac{\rho}{2 C} \right)}$$

Conoscendo K_1^1 e richiamando le relazioni scritte a pagina precedente sarà:

$$K_1^1 = K - \Delta K_1^1 \;, \; \text{e} \; K^1 = K + \frac{2}{1 - r} \Delta K_1^1 \ldots \quad (5)$$

Cioè sostituendo e riducendo:

$$K^1_1 = K \left(1 - \frac{n/m - 1}{\dfrac{n}{m} + \dfrac{2}{1 - r} \left(1 + \dfrac{n}{m} \dfrac{\rho}{2 C} \right)} \right) \quad (6)$$

$$K^1 = K \left(1 + \frac{n/m - 1}{1 + \dfrac{n}{2 m} \left(1 - r + \dfrac{\rho}{C} \right)} \right) \quad (7)$$

nelle quali m è il numero dei fili rimasti illesi nella campata A:

n è il numero totale dei fili di linea;
r è il rapporto $\Delta d_2 / \Delta d_1$ ricavato dal diagramma della figura;
$\rho = \Delta d_x / \Delta K_x^1$ ammesso costante, e rilevato pure dalla figura;
C coefficiente della formula $f_p = C K$.

C) Applicazione dei calcoli precedenti alla primaria Busalla-Spezia delle FF. SS.

Dal calcolo eseguito graficamente sull'allegato A (fig. 3), e che venne controllato analiticamente, risulta che il carico massimo che può sopportare un palo M. 9, qualora il carico sia applicato orizzontalmente, sul baricentro di attacco dei fili, è uguale a kg 959.

Risulta pure per tale carico la freccia $f_p = 1{,}477$; tale freccia è misurata in corrispondenza al punto in cui si suppone applicato lo sforzo.

Per un carico di 1 kg, la deformazione del palo nello stesso punto cioè all'altezza di m 13,70, è di mm 1,54.

Se ammettiamo per ipotesi un valore di $K = 6$ kg/mm² lo sforzo di kg 959, corrisponde alla tensione che si verifica in due fili (da 10 mm) oppure allo sforzo determinato sui pali che limitano la campata A dalla rottura di due fili.

In tale caso avremo:

$$f_p = 1{,}477 = C \times 6$$

dove C è una costante per una dato palo equipaggiato in un determinato modo.

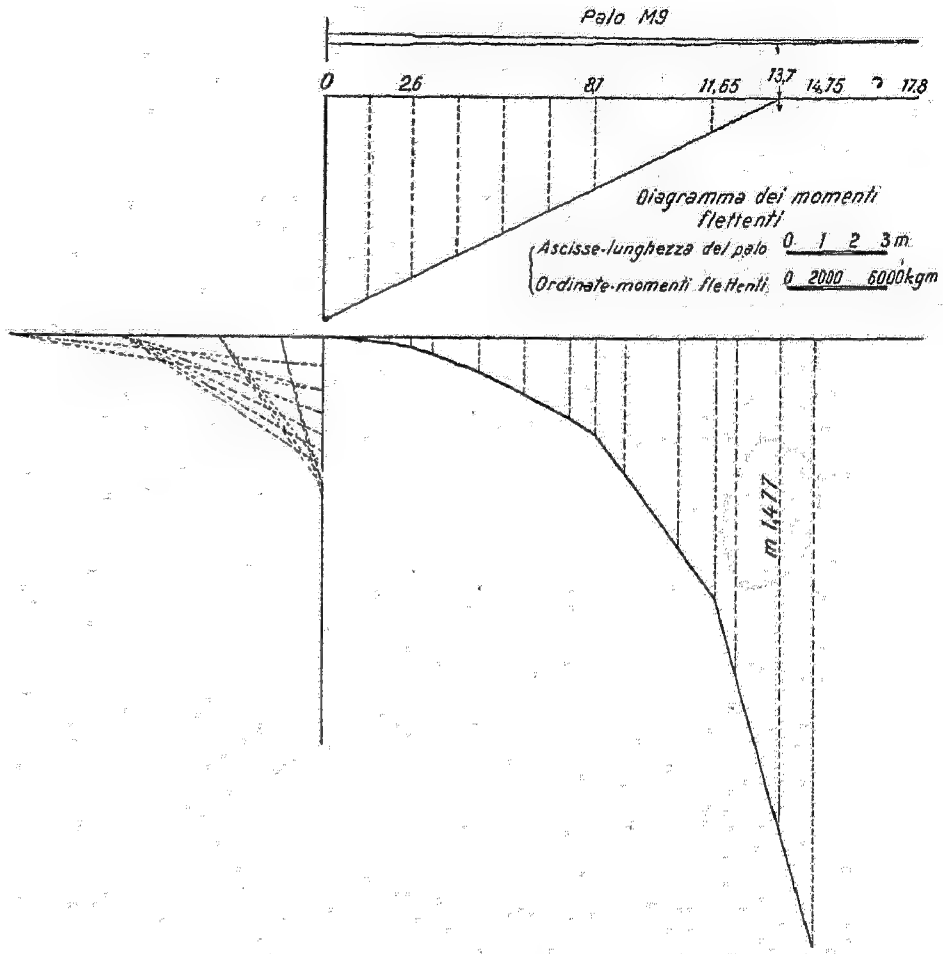


Fig. 4.

Se quindi, tenendo $K = 6$ kg/mm², supponiamo che i fili di una campata intermedia siano 4, e che si rompano tutti e quattro, sarà $f_p = 1{,}47 \times 2 = 2{,}94$.

Tale freccia è ipotetica, perchè con tale saetta il palo si deformerebbe in modo permanente.

Tale ipotesi di carico, è inoltre peggiore di quella che si avrebbe, ammettendo che i fili della linea siano sei, (come lo sono in realtà) e supponendo che se ne rompano i due terzi, cioè quattro fili.

Traccio due assi coordinati, e sull'asse delle ascisse a partire da 0, e colla scala di 1 cm per 1 kg porto, le grandezze K_x, in corrispondenza a $K_x = 6$, porto la freccia $A B$ = m 2,94 in scala 1/100.

Traccio la curva $\Delta d_x = \varphi (K_x)$ in base ai seguenti dati ottenuti col calcolo precedentemente spiegato; per la risoluzione di tale equazione applicata al nostro caso, fissiamo i seguenti dati:

ε = mm²/kg × 0,00008 (per il rame),
p = kg/m/mm² 0,0187,
K = kg/mm² 6.
d = m 135.

In questo esempio venne scelta la campata di m 135 perchè in corrispondenza agli attraversamenti stradali costituisce già un massimo, (nella Busalla-Spezia); e poi perchè è la campata massima che si può ottenere, con tensione di kg 6/mm², affinchè il punto più basso della catenaria del filo inferiore sia a 7,00 dal suolo.

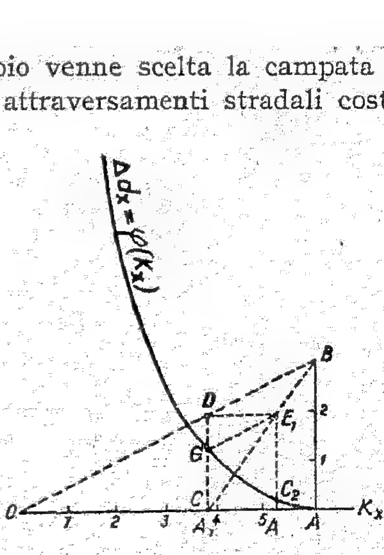


Fig. 5.

Si ottengono dunque con tali dati le seguenti coppie di valori di

Δd_x	e	K_x
0,35		7
0		6
0,50		5
1,215		4
2,79		3
6,7		2
20,08		1
27,52		0,8
37,20		0,6
51,20		0,4
75,6		0,2
135,—		0,—

Scelgo sull'asse delle ascisse per tentativi un punto A_1 tale che (la sua verticale incontrando la curva $\Delta d_x = \varphi(K_x)$ in C_1 e la retta OB in D), la parallela ad OA passante per D, e la parallela a OB passante per G, si incontrino sulla $A_1 B$ in E_1.

Nel nostro caso, è la lunghezza $OC = K_1 = 3{,}8$ kg/mm².

Tale valore è la tensione unitaria che si stabilisce nella campata adiacente a quella in cui si sono rotti tutti i quattro fili.

La tensione massima che potrà sollecitare orizzontalmente il palo che limita la campata rotta, sarà:

$$4 \times 78 \times K_1 = 312 \times 3{,}8 = 1185$$

che è di poco superiore a quella massima ammissibile per il palo M 9 nel nostro caso, cioè nel caso in cui i fili sono disposti come nella primaria Busalla-Spezia.

Proseguiamo i calcoli supponendo che i fili della primaria siano 6, e se ne rompano 4.

Nel nostro caso abbiamo adunque:

$$m = 2$$
$$n = 6$$
$$r = A_2 C_2 / A_1 C_1 = 1/5 = 0{,}20$$
$$\rho = 0{,}6$$
$$C = 1{,}477/6 = 0{,}246$$

Sostituendo questi valori nelle due formule (6) e (7) si ha:

$$K_1^1 = 5{,}15 \quad \delta \quad K^1 = 6{,}34$$

Il momento flettente della base del palo (supponendo tutti i pali applicati a una stessa quota, cioè al baricentro dei punti di attacco) sarà:

$$\{-(2 \times 6{,}34 \times 78) + (4 \times 78 \times 5{,}15)\}\ 13{,}70 =$$
$$= \text{Kg. } 617 \times \text{m. } 13{,}70 = \text{Kgm. } 8540$$

Essendo il modulo di resistenza alla base del palo M 9 uguale a mm³ 63748, sarà:

$$\sigma = \frac{8.542.000}{657.148} = \text{Kg/mmq. } 13$$

Da cui si vede si poteva benissimo supporre un K superiore a kg/mm² 6 nella tensione che sollecitava i fili prima della rottura, senza che dopo la rottura di 4 fili la palificazione venisse a trovarsi in condizioni incompatibili coi limiti di elasticità.

Supponiamo adunque che K aumenti; come varieranno i valori di K_1^1 e K^1?

Variamo anzitutto i valori di r e di ρ, ossia varierà la curva $\Delta d_x = \varphi(K_x)$ perchè varia il coefficiente C della equazione:

$$x^3 + a x^2 + b x + c = 0,$$

nella quale:

$$C = \frac{[24 K^2 \varepsilon (K - K_x) - p^2 d^2] K_x^2 d}{p^2 K^2}$$

$$= \left(\frac{24 \varepsilon (K - K_x)}{p^2} - \frac{d^2}{K^2} \right) K_x^2 d$$

$$= \left(\frac{24 K}{p^2} - \frac{d^2}{K^2} - \frac{24 K_x}{p^2} \right) K_x^2 d = \left(10 K - \frac{18224}{K^2} - 10 K_x \right)$$

$$= K_x^2 \times 135 = \left[10 (K - K_x) - \frac{18225}{K^2} \right] K_x^2 \times 135$$

Si può ancora, semplificare, dato lo scopo della presente considerazione, l'espressione di C, nel nostro caso, trascurando il termine:

$10 (K - K_x)$ cosicchè risulta:

a) che il termine C nella nostra equazione $\Delta d_x = \varphi(K_x)$ è positivo, anzichè negativo come apparentemente sembra;

b) che il termine C dell'equazione succitata si può metter sotto la forma:

$$C = 135 \times 18225 \times \left(\frac{K_x}{K} \right)^2 = R \left(\frac{K_x}{K} \right)^2$$

Ora è sempre $K_x < K_1$ e quindi $(K_x/K)^2 < 1$.

Nel nostro caso K ha variato da 6 a 9 circa, e quindi $(K_x/K)^2$ da:

$$\left(\frac{K_x}{6} \right)^2 \text{ a } \left(\frac{K_x}{9} \right)^2, \text{ cioè da } \frac{K_x}{36} \text{ a } \frac{K_x}{81}$$

Teniamo presente che la radice $x = \Delta d_x$ dell'equazione di 3° grado si può scrivere approssitivamente sotto la forma:

$$3 \frac{1}{\sqrt[3]{2}} \sqrt[3]{27 c + \text{costante}} = 0{,}2 \sqrt[3]{c + \text{costante}}$$

Tutte queste considerazioni portano alla conclusione che per trovare il nuovo valore di K_1^1 e K^1 in base al nuovo valore di K basta richiamare le equazioni (6) e (7) e quindi variare i valori di K_1^1 e K^1 in proporzione diretta alla variazione di K.

Nel nostro caso per *il palo Mannesmann, considerato, possiamo dunque ritenere che in una campata di 135 m, se normalmente i fili lavorano in ragione di 9 kg/mm² in caso di rottura di 4 dei 6 fili di una campata intermedia, i pali subiscono delle deformazioni contenute nei limiti di elasticità.*

Supponiamo ora che le campate siano disuguali:

Se in una delle campate è $d_x > d$, la diminuzione di d_x dovuta al cedimento dei pali porterà a una diminuzione di T_0 minore di quella che si sarebbe verificata con $d_x = d^1$.

L'opposto si verifica con $d_x < d$.

Senza addentrarci in una trattazione generale del problema, basta tenere presente che collocando vicino alla campata di attraversamento, campate più piccole, da quelle attraversanti la strada, o per lo meno più piccole delle campate soggette alle disposizioni legali stabilite per gli attraversamenti, si migliorano assai le condizioni statiche dell'impianto, e tale miglioria si può tradurre in cifre, adottando ancora un coefficiente maggiore di K, per es. 10 nel nostro caso anzichè 9.

D) Applicazione delle teorie precedenti alla primaria Busalla-Spezia, con isolatori a catena, formate da 7 elementi.

a) Distinguiamo due casi:

I) I fili nella campata intermedia A in cui si suppone la rottura di parte dei medesimi, sono sospesi con ormeggio completo.

II) I fili sono sospesi a catene semplici, o a catene doppie, cioè con mezzo ormeggio.

Osserviamo frattanto che la massima deformazione elastica del palo M 9 nel centro di applicazione dei fili è di metri 1,48, e che la lunghezza della catena degli isolatori misurata dal perno di attacco al filo è lunga per 7 elementi m 1,37.

b) Il peso che grava su un nodo è dato dal peso di una intera campata, che supponiamo uguale a quella già contemplata nel calcolo precedente.

Il peso unitario per filo da 10 mm con manicotto di ghiaccio di 12 mm è di kg 1,464 al ml; il peso totale sarà (comprendendo la campata con la lunghezza dei fili):

$$Q = 1{,}464 \times 135 = \text{kg } 197{,}64 = \text{kg } 200.$$

Rappresento con i seguenti $Q\,Q_1$, $Q_1\,Q_2$, $Q_2\,Q_3$... i pesi che gravano sui singoli pendini colle singole campate nella scala di cm = 50 kg, se collo stesso segmento voglio rappresentare la lunghezza del pendino, la scala della lunghezza sarà 1 mm = 0,034, 1 cm = m 0,34.

c) Nel caso in cui la sospensione dei fili (nella campata intermedia in cui si suppone la rottura dei fili sia fatta con ammarraggio completo, allorchè si verifica tale rottura, la catena di isolatori, trovandosi già sulla direzione della catenaria, prima della rottura non subisce spostamenti notevoli, nella sua direzione, o per lo meno tali, da indurre un aumento di lunghezza nella catenaria di cui fa parte.

All'opposto le catene dei pali adiacenti si sposteranno, senza indurre nel palo, in conseguenza di tale spostamento una sforzo orizzontale.

E finchè lo spostamento del filo nel palo adiacente a quello della campata (*A*) (di rottura) avrà raggiunto m 1,37, lo squilibrio delle tensioni causate dalla rottura dei 4 fili dovrà essere sopportato da ciascuno dei due pali che limitano la campata (*A*), ossia, ciascuno di questi pali raggiungerà quasi la sua massima deformazione elastica, prima che la deformazione elastica degli altri pali entri in giuoco; e d'altronde, per poco che si deformi, allorchè la compartecipazione degli altri pali entra in giuco, il palo 1 oltrepasserà nella sua deformazione i limiti di elasticità.

Quindi nel caso, in cui la campata intermedia in cui si suppone la rottura dei 4 fili, sia equipaggiata con ormeggio completo il palo che limita tale campata non risponde al suo compito.

d) Ben altrimenti si comportano i pali, nel caso, in cui l'ormeggio completo è costituito dal semiormeggio o falso ormeggio, *e cioè nel caso, in cui il falso ormeggio o semiormeggio sostituisce l'ormeggio completo, il palo resiste alle condizioni statiche che si verificano, in seguito alla rottura di 4 fili* perchè in tal caso, la campata adiacente a quella di rottura (campata *A*) viene ad allungarsi di m 1,37.

E le catene successive col loro analogo, sebben minore spostamento, modificheranno le condizioni statiche delle successive catenarie in modo tale che, il contributo che la deformazione elastica dei pali deve portare all'equilibrio statico è ben lieve o nulla.

e) Incominciamo quindi detto calcolo, non tenendo conto *dapprima* dell'alterazione che subiscono le catenarie in conseguenza della deformazione dei pali;

e poi tenendo conto di tale alterazione.

Il calcolo viene fatto con diagrammi grafici; e viene fatto partendo quindi dall'ipotesi che in seguito alla rottura di 4 fili, la catenaria adiacente corrispondente ai 4 conduttori, si allungherà di m 1,37.

Le altre due catenarie, incominceranno ad alterarsi quando entrerà in giuoco la deformazione del palo n. 1.

Nel calcolo si suppone che le campate siano uguali tra di loro e che la portata sia di m 135, onde proseguire il calcolo precedentemente incominciato. Però come si vedrà dal procedimento seguito nel calcolo stesso, questo non muta se le campate sono tutte disuguali tra di loro.

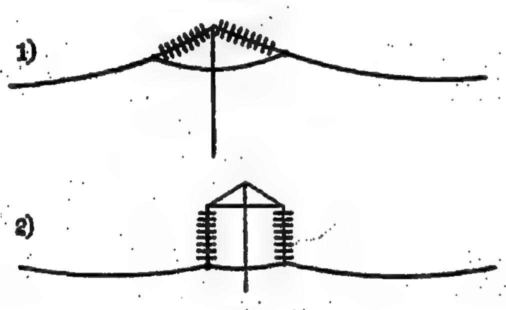


Fig. 6.

Se supponiamo per una prima ipotesi che lo spostamento della seconda catena, (compresa tra le campate 1 e 2 successive a quella coi fili rotti) sia inferiore a quello della prima catena (del palo che limita la campata coi fili rotti), di centimetri 10, tale spostamento sarà: (trovandosi il pendino 0 — 1 del primo palo nella direzione della catenaria):

$$1{,}37 \times \cos \operatorname{arc\,tang} Q/T_1 - 0{,}10 = 1{,}37 \times 0{,}95 - 0{,}10 = 1{,}20.$$

Consideriamo ora le forze che convergono nel nodo 1 — 2 su cui convergono pure i fili della 1ª e 2ª campata; esse sono:

La tensione T_{01}.
La tensione T_{02}.
La forza $Q = 205$ kg.
La reazione del pendino R_{1-2}.

Sono note T_{01} e Q, non sono note T_{02} e R_{1-2}.

La campata 1 essendo diventata m 134,90 ed essendo $L = 135{,}56$, il valore di K varierà entro limiti inferiori a 0,10 e quindi possiamo ritenere che la tensione T_{01} sia rimasta costante e uguale a $8 \times 78 =$ kg 624.

Costruisco il poligono reciproco al fascio delle quattro forze che fanno capo al nodo 1 — 2; la forza Q deve essere tracciata in scala tale che nella sua lunghezza risulti uguale alla lunghezza della catena di isolatori; allora il lato corrispondente alla forza R_{1-2} determinerà sulla direzione della forza T_{02} anche la sua intensità (fig. 7).

Nel nostro caso facciamo un centrimetro uguale a 50 kg; sul disegno sarà $Q =$ a cm 4,1; e poichè nella scala lunghezze deve essere cm 4,1 = m 1,37, in questa scala dovrà essere:

$$1 \text{ cm} = 1{,}37/4{,}1 = 0{,}340,$$

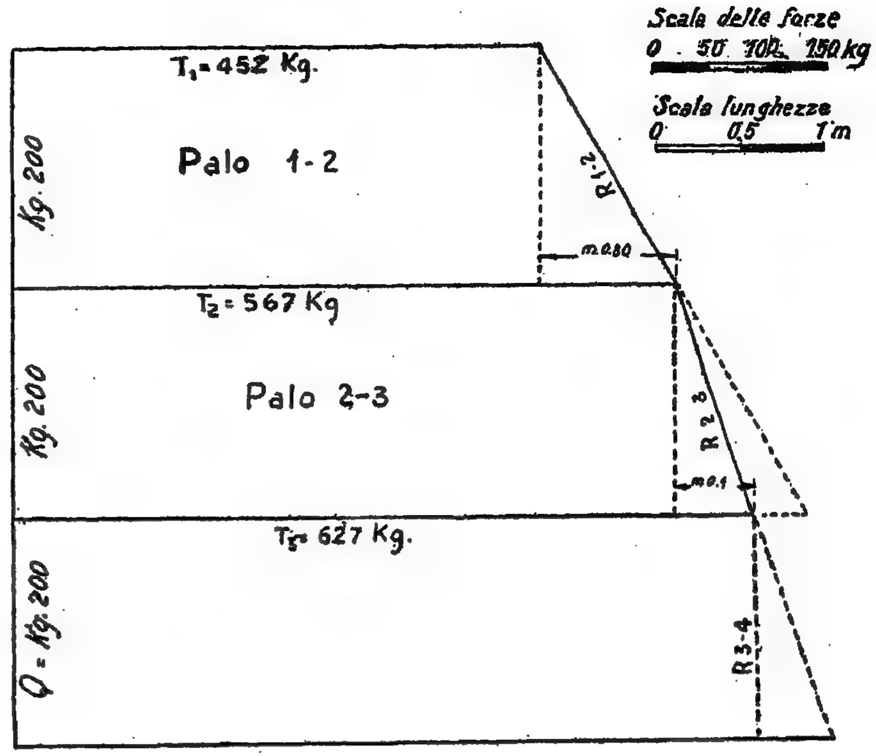


Fig. 7.

E poichè il pendino si sarà spostato di m 1,20 = mm 31 la forza T_{02} sarà uguale a:

$$T_{02} = 624 + 3{,}1 \times 50 = 624 + 155 = \text{kg } 779.$$

Ciò è inammissibile, perchè diminuendo lo spostamento dei pendini dalla campata 1 alle successive, le campate contemporaneamente aumentano di lunghezza fino a raggiungere i m 135.

Analogamente la tensione dei fili nelle campate dalla 1ª alla nesima, (d m 135) aumenterà fino a raggiungere il valore di:

$$8 \times 78 = 624 \text{ kg}.$$

Dobbiamo quindi rifare il calcolo con un secondo tentativo, supponendo che il secondo pendino (compreso tra la campata 1 e la 2, e che indicheremo con l'indice 1 — 2) si sia spostato di m 0,80:

$$K_1 = \sqrt{\frac{d^2 p^2}{24\,(l-d)}} = \sqrt{\frac{(135 + 0.80 - 1.30)^2 \times 0.0187^2}{24\,(135.56 - 134.50)}} = 5{,}6$$

Lo spostamento di m 0,80 del pendino 1 — 2 corrisponde a cm 0,8/0,34 = 2,3 nella scala lunghezze, e tale lunghezza nella scala forze corrisponde a kg 2,3 × 50 = 115 quindi:

$$T_2 = 5{,}8 \times 78 + 115 = [illegible] = 567$$

Nella campata 2 la tensione essendo salita a 567, ed essendo $l = 135{,}56$ sarà:

$$d_2 = 135{,}56 - \frac{d^3}{24} \times \frac{0{,}0187^2}{\left(\frac{456}{78}\right)^2} = l - d^3 \times 4 \times 10^{-7}$$

Dato il coefficiente piccolissimo che affetta il valore di d^3 possiamo mettere per d il valore della campata precedente, quindi $d_2 = 135{,}56 - 4 \times 0{,}24 = 134{,}60$.

Lo spostamento del pendino 2 — 3 sarà:

$$134{,}60 + 0{,}80 - 135 = 0{,}40$$

Da cui deriva $T_3 = 567 + 0{,}40/0{,}34 \times 50 = 627$ e cioè nella campata 3 abbiamo già raggiunta le condizioni di equilibrio.

Il grafico conferma pure tale condizione mediante l'andamento della spezzata della forza R.

Tale risultato è accettabile.

Nel caso in cui il palo d'ormeggio sia vicino a quello che limita la campata di rottura, la somma algebrica degli spostamenti dei pendini deve risultare uguale a zero.

Risulta quindi sicuro, nonostante le inevitabile inesattezze del calcolo, che la campata adiacente a quella in cui i fili si sono rotti,

abbia i fili sollecitati con K_1 5,8 e quindi nel caso in cui si sono rotti quattro dei sei fili, la sollecitazione del palo adiacente alla campata coi fili rotti, superiore a quella ammessa poichè è:

$$4 \times 78 \times 5{,}8 = 1808 \text{ kg.}$$

Nelle campate successive la sollecitazione dei pali è dovuta solo alla differenza tra le tensioni nelle campate adiacenti.

Che cosa avviene nella seconda fase di assestamento, cioè allorchè interviene la deformazione elastica del palo la quale in questo caso sarà minore che non nel caso di isolatori rigidi?

Durante questa inflessione dei pali possiamo supporre, senza staccarsi sensibilmente dal vero, che le catene degli isolatori abbiano a conservare la stessa inclinazione che avevano preso immediatamente dopo la rottura dei fili nella campata *A*, prima che intervenisse la deformazione dei pali.

Quindi determinate le deformazioni della catena nel calcolo precedente, e stabilite le tensioni *K* nelle singole campate, e, ritenendole per semplicità e maggior sicurezza tutte uguali al *K* riscontrato nella prima campata (poichè noi dobbiamo calcolare la resistenza del primo palo) si procede nel modo già descritto ai paragrafi *A*) e *B*) al calcolo della deformazione del palo.

Si osserva che aumentando o diminuendo la lunghezza della campata, lo spostamento del pendino muta ben poco le condizioni statiche della catenaria, e quindi con campate superiori ai 200 m, il calcolo dimostra che non conviene tener conto di un miglioramento nelle condizioni statiche della palificazione apportate dallo spostamento dei pendini.

E) **Conclusioni.**

Negli attraversamenti di strade o ferrovie con linee elettriche ad alta tensione, conviene sempre impiegare pali elasticamente assai deformabili, e ad ogni modo quando tale deformabilità è a supporsi, conviene fare la verifica coi criteri suesposti.

Nel caso specifico contemplato la palificazione fatta con pali tubolari Mannesmann tipo M 9 per due terne primarie con filo da 10 mm non resiste alla rottura di due terzi dei fili se tali pali vengono calcolati colle solite norme; se invece si tiene conto della deformazione elastica del palo dopo la rottura dei fili e della consecutiva modifica della lunghezza delle catenarie, questi pali resistono anche se la sospensione di fili è fatta con isolatori rigidi, e anche se la tensione unitaria nei fili raggiunge il valore di 9 kg per mm² superiore a quello di 8 kg per mm² prescritto come massimo dalle norme per gli attraversamenti.

Nei calcoli precedenti venne ammesso che la campata attraversante e quelle adiacenti non superassero i 135 metri.

Tale vincolo deriva dall'altezza del palo M 9, e quindi tale limitazione varia con pali più alti.

Miglioramenti notevoli si hanno facendo le due campate adiacenti a quelle in cui si suppone la rottura dei fili, di lunghezza minore alla campata in questione o sospendendo i fili con isolatori a dendino, e quindi in tal caso si potrà oltrepassare la limitazione supposta dando però al filo una tensione unitaria maggiore.

Le semplificazioni introdotte oltre che non alterare i risultati pratici, sono state studiate in modo da rendere facile e pratica l'applicazione del calcolo; così la risoluzione grafica del problema nel caso di isolatori a pendino rende assai rapido lo studio.

MEZZO SECOLO DEL SISTEMA DI TRASFORMATORI PER CORRENTE ALTERNATA

GÉZA FISCHER

Si riassume la storia dell'invenzione e dello sviluppo del trasformatore a corrente alternata, accennando anche alle prime applicazioni di carattere industriale. Sono esposte le controversie insorte circa la priorità della scoperta dimostrando come essa spetti ai tecnici ungheresi.

I primi tentativi.

Nei primi mesi del 1885 venivano presentate in tutti gli Stati industriali due domande di brevetto. Una di esse aveva per titolo: « Innovazioni nella distribuzione di correnti elettriche mediante induzione a corrente alternata » (1) e l'altra: « Miglioramenti ad apparecchi a induzione per trasformare correnti elettriche » (2). Le domande di brevetto erano firmate nel primo caso dagli ingegneri di Budapest, Carlo Zipernowsky e Massimiliano Déri, e nel secondo caso, oltre che dai due suddetti, anche dal loro collega Otto Tito Bláthy (fig. 1). Sotto i modesti titoli dei due trovati si nascondeva una delle migliori conquiste della nostra era: il sistema dei trasformatori per corrente alternata. Le due domande di brevetto rappresentano quindi i primi passi sull'immensa strada percorsa poi dalla tecnica della distribuzione dell'energia elettrica.



O. T. Bláthy M. Déri C. Zipernowsky
all'epoca dei primi brevetti.

Fig. 1.

Mentre il concetto che il sistema dei trasformatori rappresenti l'unica possibilità per trasportare e distribuire economicamente a grandi distanze l'energia elettrica, è oggi accettato universalmente, 50 anni fa il solo enunciarlo richiedeva una certa audacia. E ciò perchè i principi sui quali si basava il sistema dei trasformatori erano in certo modo in aperto contrasto colle dottrine scientifiche allora imperanti. L'invenzione poi toccava nel vivo e contrastava certi interessi affaristici. Questi contrasti portarono gli interessati a lotte appassionate, delle quali permane tuttora l'eco anche nel fatto che ancora oggi il valore intellettuale dell'invenzione viene giudicato in diverse maniere. Sembra quindi opportuno, nell'anno del giubileo, tentare la chiarificazione della questione nel quadro di una esposizione sintetica della storia dell'origine del sistema, e stabilire cioè fino a qual punto il sistema dei trasformatori possa pretendere di essere originale e chi ne possa essere, fra tanti, il vero inventore (questione praticamente ormai senza valore, ma storicamente abbastanza importante).

Se ci portiamo col pensiero ai primi anni del 1880 noi troviamo, nel campo della tecnica delle macchine e lampade elettriche progressi già veramente imponenti. Ogni tentativo di coordinare i trovati ed i progressi di quel tempo nell'insieme organico di un sistema di distribuzione restava però infruttuoso, cozzando nel problema ancora incombente della resistenza della condutture.

La questione del trasporto economico e della distribuzione dell'energia elettrica teneva occupati i tecnici fin dal primo momento in cui si sparsero per il mondo le prime premature notizie sui primi corpi incandescenti per illuminazione interna usati a Menlo Park.

(1) Prima presentazione, Vienna il 12 gennaio 1885: « Neuerungen in der Verteilung elektrischer Ströme mittelst Wechselstrominduktion ».

(2) Prima presentazione, Vienna il 3 marzo 1885: « Verbesserungen an Induktionsapparaten, um elektrische Ströme zu transformieren ».

Tutti erano d'accordo che una soluzione era possibile solo con sistemi ad alta tensione. Ma era proprio qui che cominciavano i dissidi. La maggioranza (comprese autorità come Crompton e Schuckert) si ripromettevano un successo solo dalla corrente continua.

Solo una piccola minoranza si orientava verso le correnti alternate. I primi tentativi in tale senso si trovano nel 1878. I fratelli Bright, Edwards e Normandy, C. W. Harrison, presentarono domande di brevetti per rocchetti di induzione primari connessi in serie. Il primo che progettò un sistema completo sfruttante con tale criterio fu l'americano Jim Billing Fuller. La morte però lo rapì nel febbraio del 1879 prima che egli avesse potuto passare alla realizzazione pratica della sua idea. Il suo progetto andò così completamente dimenticato. Sullo stesso concetto è basato un brevetto inglese (numero 5257/1878) di de Meritens. Marcel Deprez e Jules Carpentier presentarono nel 1881 una domanda di brevetto (n. 4128) per rocchetti ad induzione, per mezzo dei quali era possibile elevare (od abbassare) la tensione. Tutti questi lavori restarono però sulla carta.

Il trasformatore di Gaulard.

Doveva essere riservato al francese Lucien Gaulard, sostenuto dall'inglese John Gibbs, di farsi notare nel 1883 col primo sistema di trasporto e distribuzione di energia effettivamente realizzato. Il nuovo sistema, presentato dapprima nell'acquario di Londra-Westminster, venne poi utilizzato nello stesso anno per l'illuminazione delle stazioncine della Metropolitan Railway, sulla tratta di 16 miglia (23 km) Edgware Road — Aldgate.

Nel 1884 se ne fece un esperimento in maggiore stile con un impianto a 2000 volt all'esposizione di Torino, effettuando un collegamento colla stazione di Lanzo (distante 40 km) mediante un filo di bronzo-cromo da 37 mm di diametro. Alle due estremità della linea, come pure nelle stazioni intermedie di Torino e Venaria, furono installati i generatori secondari costituenti la base del brevetto; questi apparecchi presentavano una costruzione sostanzialmente analoga ai progetti preliminari di Fuller e di de Meritens. Erano bipolari, con rapporto 1 :1, collegati in serie al primario e servivano per mantenere costante l'intensità di corrente. La loro efficienza destò un comprensibile interessamento, che aumentava ad ogni nuova esperienza.

Si manifestarono però subito preoccupazioni delle quali si rese interprete per il primo il Kennedy (*Electrical Review*, 1883, vol. XII, pag. 486) al quale fece seguito il Geraldy (*La lumière electrique*, 1883, vol. X, pag. 96). Di queste critiche vogliamo riportare solo l'ultimo capoverso delle argomentazioni del Kennedy, perchè dovremo occuparcene anche più avanti: « nella connessione in parallelo il generatore secondario è un bel sistema di distribuzione autoregolante, ma per quanto ha attinenza alla dimensione dei conduttori, questo sistema è mostruoso » ed è appunto su questo finale altisonante che ritorneremo in seguito.

Le prevenzioni contro il sistema Gaulard-Gibbs sembravano da principio infondate. Tanto a Londra che a Torino il servizio era stato soddisfaciente finchè il richiamo di corrente restava costante. Appena però si cominciò a fare variazioni di carico, si trovò che la regolazione della tensione era impossibile. Le cause di ciò sono ora note a tutti e la loro enunciazione ci porterebbe a sprecare tempo e spazio. Ancora prima della chiusura dell'esposizione il Prof. Colombo di Milano richiamò l'attenzione sui difetti osservati. Un suo rapporto fu reso noto più tardi, accompagnato da una severa critica di M. Deprez. (*La lumière electrique*, 1885 vol. XIV pag. 45) mentre poco dopo fu pubblicata una analoga opinione di H. Roux (*L'electricien*, 7 marzo 1885).

Il generatore secondario veniva così seppellito. Il Gaulard ne tentò ancora qualche applicazione; i suoi impianti ebbero però vita brevissima.

Nel 1884 si ebbe ancora una domanda di brevetto da parte di John ed Edward Hopkinson (brev. ingl. n. 14233) per rocchetti ad induzione con circuito magnetico completamente o quasi completamente chiuso, ma anche questo brevetto rimase solo sulla carta.

Il trasformatore in derivazione.

Verso la fine del 1884 (non è più possibile ormai stabilire in quale giorno preciso) Massimiliano Déri, ingegnere della Ganz e C. di Budapest, tenne nel Museo Industriale di Vienna una conferenza il cui oggetto era un sistema di trasporto e distribuzione di energia basato su apparecchi ad induzione. Il conferenziere denominò « trasformatore » l'apparecchio progettato da lui assieme al collega Carlo Zipernowsky. Fu in questa occasione che fece la sua prima comparsa il termine tecnico divenuto poi di uso universale. Siccome i brevetti relativi erano ancora da presentare, il Déri evitò di entrare in particolari costruttivi. I presenti alla conferenza videro rocchetti cilindrici di induzione, dai quali spuntavano, ad ambe le estremità, le punte dei fili di ferro (3) costituenti il nucleo, ben aperte e ripiegate, allo scopo di diminuire la dispersione magnetica.

Durante gli esperimenti, che durarono molti giorni, i presenti poterono convincersi che c'era la possibilità di accendere e spegnere qualunque numero di lampade, indipendentemente, senza pregiudizio al funzionamento dei rimanenti corpi luminosi. Si riusciva

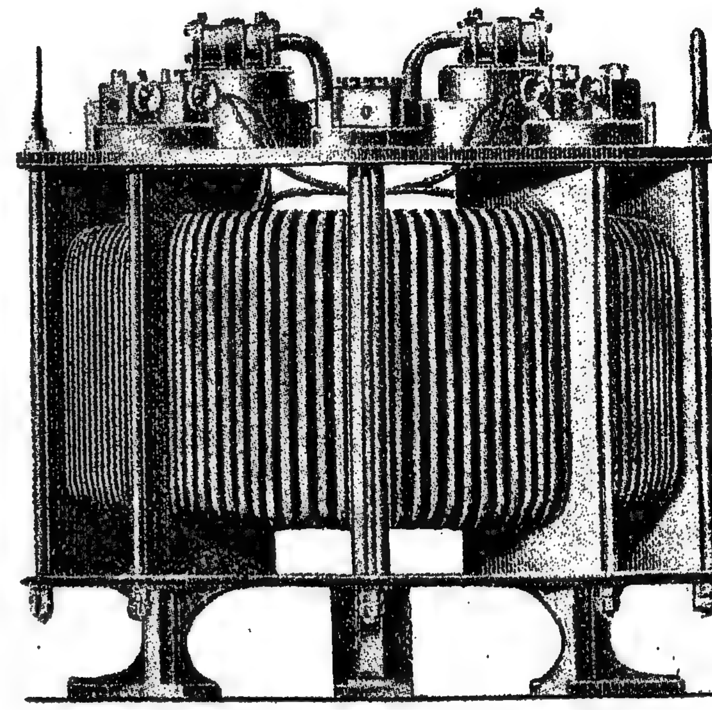


Fig. 2. — Trasformatore a nucleo.

ad ottenere quindi quello che fino allora era stato irraggiungibile nella distribuzione indiretta: di mantenere cioè quasi costante la tensione con qualsiasi variazione di carico. Le proprietà caratteristiche del trovato furono rese pubbliche solo in accasione della presentazione della domanda di brevetto del 2 gennaio 1885, come s'è detto già in principio. La domanda di brevetto esponeva esaurientemente i ben noti principi del sistema con trasformatori, eccettuato quello del circuito magnetico chiuso. La domanda conteneva già la descrizione delle due principali esecuzioni del trasformatore, definite più tardi da Gisbert Kapp col nome di tipo a nucleo (fig. 2) e tipo a mantello (fig. 3). Nella domanda si accennava inoltre alla

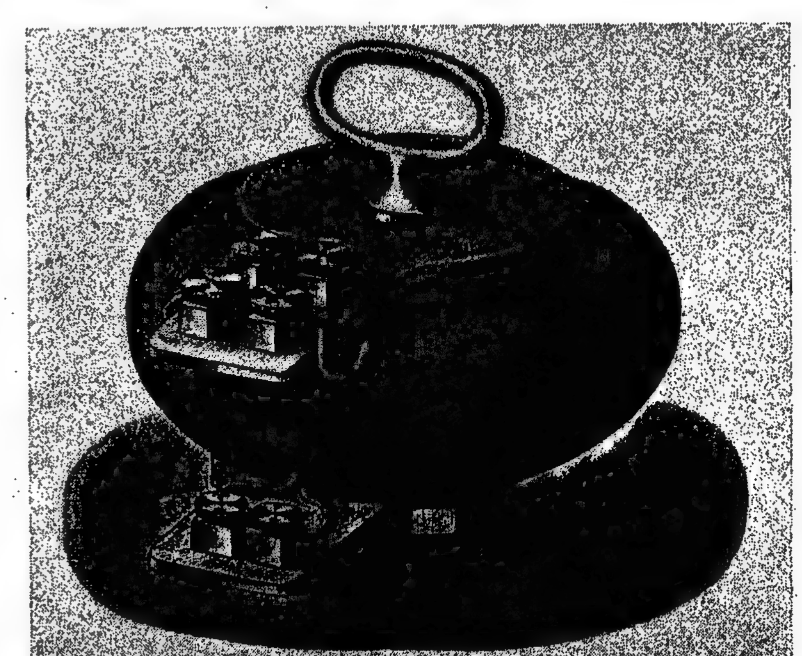


Fig. 3. — Trasformatore a mantello.

installazione di sottostazioni composte di trasformatori collegati in parallelo al primario ed al secondario. Non si ebbero notizie pubbliche sul rendimento del primo apparecchio sperimentale bipolare presentato a Vienna; tale rendimento deve esser stato, come nel generatore secondario di Gaulard-Gibbs, sull'ordine dell'80 %. Il primo importante perfezionamento del sistema, subito dopo la prima presentazione della domanda di brevetto, fu quella dell'adozione

(3) Per tale suo aspetto questo primo trasformatore prese il nomignolo di « riccio » o « porcospino ». Dopo poche settimane il nomignolo scomparve perchè non si adattava più alla nuova forma anulare assunto poi dall'apparecchio. Il nomignolo fu ripreso più tardi dall'apparecchio di Swinburne, apparecchio che ebbe però vita breve.

della costruzione senza poli, frutto della collaborazione dell'Ing. Otto Tito Bláthy, ed esso formò oggetto principale della seconda domanda di brevetto, datata il successivo 3 marzo.

Il sistema di trasformatori per corrente alternata Zipernowsky-Déri-Bláthy venne presentato nell'estate del 1885, tanto all'esposizione mondiale di Antwerpen che alla Inventions Exhibition di South Kensington (Londra).

Di molto maggiore importanza fu invece la prima applicazione pratica in occasione della esposizione nazionale di Budapest, dal maggio al novembre 1885. Figuravano all'esposizione una grande macchina a corrente alternata, autoeccitante, sistema Zipernowsky-Déri e un piccolo alternatore con eccitazione separata. Queste macchine servivano all'alimentazione di circa 1400 lampadine, distribuite in 10 edifici entro una distanza massima di 1300 metri, colla applicazione di 25 trasformatori a mantello e 4 trasformatori a nucleo. L'impianto, che funzionò inappuntabilmente per tutta la durata dell'esposizione, interessò moltissimo tutti i tecnici accorsi da tutte le parti del mondo. Le misure eseguite in luogo, dimostrarono che, anche spegnendo contemporaneamente tutte le lampadine, si aveva una appena percettibile oscillazione di tensione. Si aveva quindi la conferma che era ormai possibile realizzare ciò che pareva da tempo un sogno: il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica in modo rispondente a tutte le esigenze tecniche ed economiche.

La stessa soluzione fu trovata a suo tempo da de Ferranti a Londra. La linea da lui seguita nelle sue domande di brevetto del 9 e dell'11 dicembre 1885 (1514/a, 15251) è sostanzialmente identica a quella delle invenzioni rese pubbliche a Budapest più di 3/4 di anno prima. Con tutto ciò si può però affermare la completa autenticità ed indipendenza del lavoro di de Ferranti.

Le prime applicazioni - L'impianto di Tivoli.

Intanto a Budapest il successo morale era accompagnato da risultati pratici, poichè già durante l'esposizione si ebbero diverse ordinazioni di impianti di trasformatori. La prima ordinazione riguardava lo sfruttamento di un salto d'acqua in Thorenberg (Svizzera) a circa 5 km da Lucerna, allo scopo di provvedere di corrente gli alberghi Schweizerhof e Luzernerhof nonchè i paesi di Rothen e Kriens. In questo impianto furono installate due macchine a corrente alternata autoeccitanti, accoppiate direttamente a turbine idrauliche, per una prestazione di 35 a 38 A ciascuna, a 1800 V, 42 per/sec e 250 giri al minuto. La linea primaria era di filo di rame elettrolitico nudo da 6 mm di diametro, tesata su pali da telegrafo. Questo primo impianto eseguito in base al sistema a trasformatori venne messo in esercizio nel maggio 1886 e funzionò poi per decenni senza alcun inconveniente.

Una delle ordinazioni che seguirono di poco la prima, doveva avere una importanza enorme per le sue conseguenze future. Questa ordinazione riguardava la prima centrale elettrica del mondo per servizio pubblico. Fra i visitatori dell'esposizione di Budapest si trovava anche il Prof. Giuseppe Colombo, già menzionato più sopra per il suo parere sul sistema Gaulard-Gibbs. Nella sua qualità di direttore della S. A. Generale di Elettricità Sistema Edison di Milano, egli commise alla Ganz e C. per il teatro Dal Verme di Milano un impianto con 2 macchine a corrente alternata e parecchi trasformatori. Nel contempo egli richiamò l'attenzione della Società Romana del Gas, dove si progettava un impianto idroelettrico, sul sistema ungherese.

Da Roma si mandò subito a Budapest un esperto della Società stessa, nella persona del Prof. Guglielmo Mengarini, e in base al suo rapporto si decise senz'altro l'impianto della prima centrale di Roma col sistema a trasformatori Zipernowsky-Déri-Bláthy. Questa decisione della direzione della società romana fu il primo passo del grandioso sviluppo che, con Roma alla testa, doveva dare all'Italia il primato nel campo della distribuzione dell'energia elettrica e costituì anche oltre confine un esempio ed uno sprone.

È curioso il fatto che doveva essere un tecnico del gas a dare non solo il primo impulso ma anche a cooperare allo sviluppo ed al successo dell'elettrificazione. Mentre gli elettrotecnici si accapigliavano sui diversi sistemi ed esercitavano colle loro dispute una azione frenante, a Roma si passava all'azione pratica. Senza lasciarsi trarre in inganno dal rumore di lotte infruttuose, Carlo Pouchain, direttore della Società Anglo-Romana per la illuminazione di Roma, faceva ampliare l'impianto cominciato su piccole basi. Il suo spirito di intraprendenza portò così una dimostrazione inconfutabile della immensa possibilità di sviluppo della tecnica delle correnti alternate. Grazie alle esperienze raccolte poterono svilupparsi gli impianti di Roma, portandosi, con altri impianti italiani, a grande importanza con notevole precedenza su quelli di altri paesi. Ad un tecnico del gas, il Pouchain, spetta quindi il merito di un posto d'onore nella storia dello sviluppo della elettrotecnica.

I due primi impianti di Roma sono talmente connessi col nascere della tecnica delle correnti alternate, da rendere indispensabile una loro breve descrizione. La centrale a vapore dei Cerchi, messa in servizio nell'ottobre 1886, era situata su un terreno di proprietà delle officine del gas in vicinanza del Circo Massimo. I due primi gruppi da 110 kW cadauno a 250 giri al minuto risultarono subito troppo piccoli. La potenza della centrale dovette venir portata in tre anni a nove volte la potenza iniziale, mediante installazione di altri 4 gruppi. Il trasporto della corrente primaria a 2000 volt, 42 per/sec, fino ai trasformatori allogati presso gli utenti, veniva fatto con cavi sotterranei concentrici. Si evitò così fin dal principio il grave errore fatto specialmente nei paesi anglosassoni, e si risparmiarono i pericoli spesso letali delle condutture ad alta tensione tese all'aperto nell'interno delle città. Merita menzione anche il fatto che qui fu adottato per la prima volta l'accoppiamento diretto dei generatori colle macchine a vapore, facendo servire da volano gli induttori. Disposizione questa che oggi viene generalmente adottata e che allora veniva definita da tutti come un errore. Qui venne anche particamente adottata per la prima volta la connessione in parallelo dei generatori, provata sperimentalmente nel 1884 dal Hopkinson nella South Foreland Lighthouse.

Il servizio corrispose fin dal primo giorno alle aspettative. Il felice esito era dovuto senza dubbio alla disposizione adottata dagli inventori, perfettamente adatta a mantenere costante la tensione, ed alla previdenza degli inventori stessi nel considerare fino dal primo progetto tutti gli apparecchi ausiliari, come riduttori di corrente, trasformatori di equilibratura, apparecchiature di controllo e di regolazione, facendo rispondere il tutto alle esigenze complesse di un perfetto servizio in una centrale elettrica.

Poco dopo l'impianto di Roma il Ferranti inaugurava la centrale della Grosvenor Gallery di Londra. Essa serviva all'illuminazione della City e comprendeva 2 generatori da 400 kW a 2400 volt. La corrente primaria veniva portata per mezzo di conduttura aerea ai singoli utenti e quivi trasformata a 100 volt. Questa centrale, che fu così la seconda in ordine di tempo, servì poi, coi suoi generatori, trasformatori ed apparecchi di costruzione Ferranti, di modello alle future centrali inglesi.

Il raggio di azione di queste prime centrali, situate nell'interno delle città, era ancora limitato.

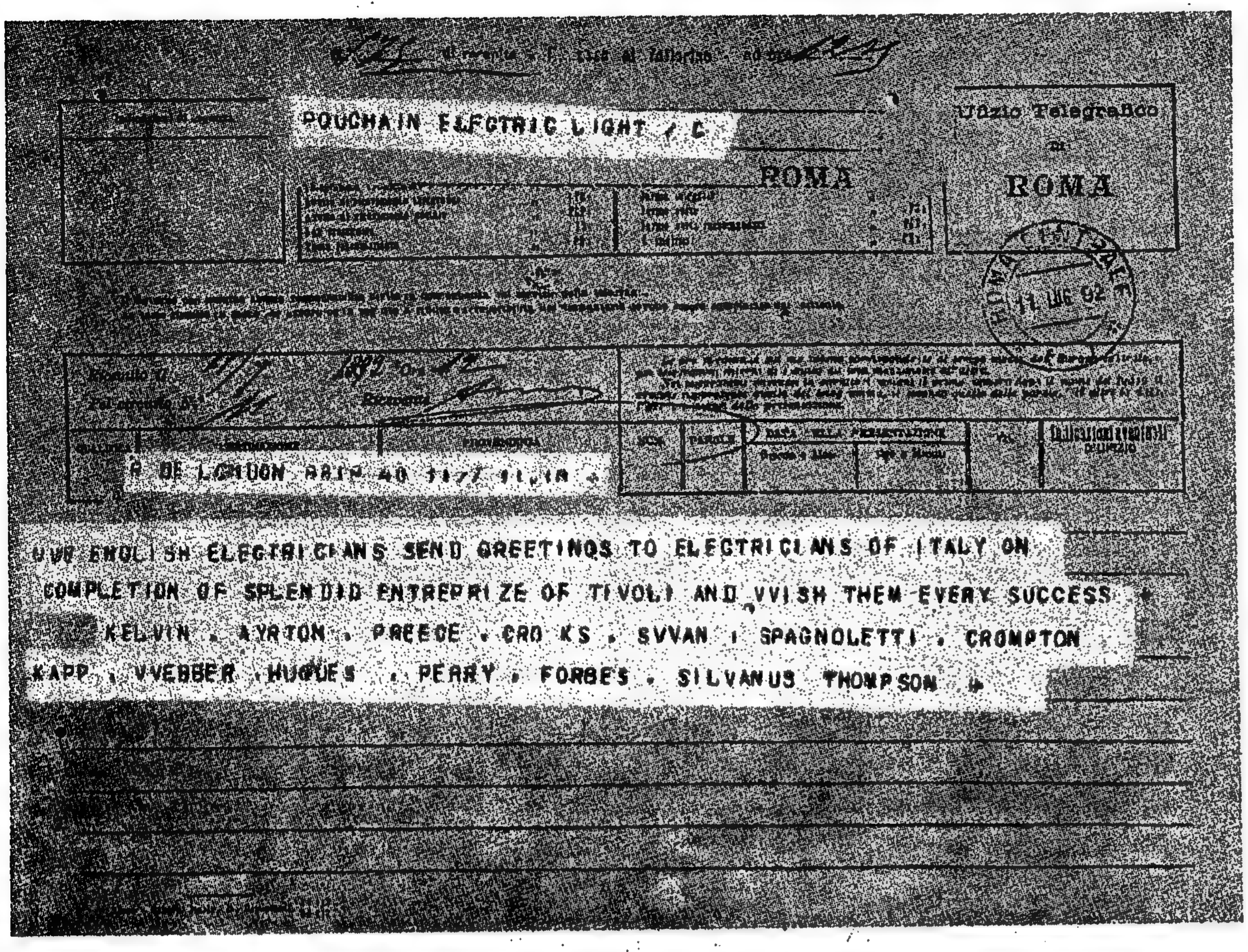
La prima occasione per progettare una centrale distante dal centro di consumo si presentò nuovamente a Roma. Quando la centrale termica, nonostante tutti i suoi ampliamenti per far fronte al sempre crescente fabbisogno non fu più sufficiente, si pensò alla costruzione di una centrale a Tivoli. Inaugurata il 4 luglio 1892, essa divenne l'esempio classico di tutti i futuri impianti di trasporto a distanza. Alla sua importanza nulla toglie il fatto che le prove di trasporto di energia a distanza sul tratto Frankfurt-Lauffen erano state fatte già un anno prima. A Frankfurt si trattava di un impianto provvisorio e sperimentale, mentre a Tivoli si trattava di un vero effettivo impianto industriale per servire utenti a più di 30 km di distanza. Il risultato fu ottimo, dimostrandosi l'impianto capace di soddisfare a tutte le esigenze tecniche ed economiche per la distribuzione di corrente a scopo di illuminazione ed anche per forza motrice. È importante osservare che a Tivoli furono applicati i primi regolatori per turbine idrauliche (invenzione del Bláthy) rispondenti alle esigenze elettriche dell'esercizio. L'importanza annessa a questo impianto è dimostrata anche da un telegramma di saluto ed augurio mandato da Londra al Pouchain in occasione della inaugurazione e firmato da notabilità di fama internazionale, come Kelvin, Arton, Preece, Crooks, Swan, Spagnoletti, Crompton, Kapp, Weber, Hugues, Perry, Forbes, Silvanus Thompson (fig. 4).

Il primo impianto di Tivoli constava di 6 generatori della potenza unitaria di 200 kW a 5100 volt, 42 per/sec, 170 giri al minuto, accoppiati direttamente alle rispettive turbine idrauliche. Le eccitatrici erano comandate da piccole turbine separate. La conduttura, della lunghezza di 28 km, era composta di 4 treccie nude di rame da 104 mm², tesate su pali di ferro della lunghezza di 8,5 m fuori terra, con campate di 35 a 40 m. Presso Porta Pia si aveva una sottostazione con 32 trasformatori da 30 kW caduno. La corrente veniva trasformata alla tensione di 2000 volt e convogliata in cavi sotterranei fino ai trasformatori degli utenti.

Come era successo già a suo tempo colla centrale dei Cerchi, anche la prima centrale idroelettrica di Tivoli potè far fronte solo per breve tempo alla richiesta sempre crescente di energia elettrica. Sei anni più tardi si dovette procedere all'impianto di una nuova centrale trifase con tensione più elevata e cioè di 10.000 volt.

Una ulteriore descrizione dello sviluppo delle centrali di Roma

ci condurrebbe ormai lontano dall'oggetto della nostra comunicazione e cioè dalla storia dell'origine del sistema di distribuzione con trasformatori. Troppo lungo sarebbe anche parlare di altri impianti a corrente alternata coevi degli impianti di Roma. Ci limitiamo perciò ad un elenco degli impianti costruiti nei prim 10 anni sul sistema Zipernowsky-Déri-Bláthy:


POUCHAIN ELECTRIC LIGHT / C

ROMA

ROMA

R DE LONDON ARIP 40 1177 11,10 +

UVV ENGLISH ELECTRICIANS SEND GREETINGS TO ELECTRICIANS OF ITALY ON COMPLETION OF SPLENDID ENTREPRIZE OF TIVOLI AND VVISH THEM EVERY SUCCESS + KELVIN . AYRTON . PREECE . CRO KS . SVVAN . SPAGNOLETTI . CROMPTON KAPP . VVEBBER HUGUES . PERRY . FORBES . SILVANUS THOMPSON +

Fig. 4.

Nazione	Potenza totale installata kW	Centrale più importante	Potenza kW	Primo impianto
Italia	4 498	Roma	1 720	Roma (1886)
Germania	4 568	Dresda	2 000	Colonia (1891)
Francia	3 633	Paris, Rive gauche	2 200	Dieulefit e Valreas (1887)
Spagna	975	Cordova	160	Gerona (1886)
Austria	8 059	Vienna	4 920	Innsbruck (1889)
Ungheria	6 834	Budapest	2 680	Karansebes (1888)
Resto d'Europa	5 056	Amsterdam	1 480	Amsterdam (1892)
Sudamerica	1 844	Montevideo	800	Montevideo (1896)
Africa	45	Reunion		
Australia	634	Melbourne		
Totale	36 146			

Quantunque nelle cifre sopra riportate siano compresi impianti comunali di diverse città, come p. es. Le Creusot, Grenoble, Biarritz, Livorno, Venezia, Valladolid, Karlsbad, Marienbad, St. Moritz-Bad, Monaco, Sofia, Buenos Aires, San Paulo, Valparaiso e molte altre, si può osservare che la potenza complessiva installata ammontava a poco più di 36.000 kW, corrispondente cioè a meno della potenza di un solo turboalternatore moderno. Tuttavia questa cifra non va disprezzata: si trattava di un faticoso lavoro di dissodamento di un terreno vergine e questo lavoro di avviamento costava più lavoro intellettuale e diligenza che non il ricco sviluppo successivo. I pionieri avevano da combattere da una parte i seguaci più tenaci e bellicosi della corrente continua e dall'altra quelli che avanzavano rivendicazioni di brevetti.

I contrasti e il graduale affermarsi.

Si cominciò a negare ogni praticità ai sistemi che prevedevano la inserzione in parallelo. Così in Germania il Prof. R. Rühlmann, redattore della E. T. Z. di Berlino, nel fascicolo di settembre del 1885 e negli anni successivi, non desistette mai dalla opposizione contro il trasporto dell'energia con corrente alternata. Del resto anche un esimio inglese, il Prof. Forbes, non si fece riguardo, anche dopo che il funzionamento inappuntabile del sistema a trasformatori si era già dimostrato perfettamente adatto al servizio, di dichiarare il sistema stesso come inadatto ai bisogni della pratica (*Cantor lectures*, febbraio 1886): egli dovette però poi rapidamente ricredersi. Nello stesso senso si era pure espresso l'Esson (*Electrical Review*, XVIII, pagina 157), anche egli cioè contrario alla inserzione in parallelo.

Mentre però in Inghilterra solo alcuni tecnici si erano mostrati avversi al nuovo sistema, in Germania la differenza era totalitaria. L'opinione pubblica germanica era certamente influenzata dalle grandi imprese orientate troppo unilateralmente verso la corrente continua, in modo che il ricredersi fu lento. Anche gli infelici risultati sperimentali della trasmissione Parigi-Creil a corrente continua (6000 volt), contro i quali stavano i magnifici risultati di Roma e di altre località, non bastarono a modificare le opinioni.

Contrariamente a quanto succedeva in Germania ed in Inghilterra, il nuovo sistema incontrava favore, oltre che in Austria-Ungheria, anche in Italia ed in Francia. Fra quelli che non esitarono a portare il valore della propria adesione al sistema a trasformatori, oltre al Prof. G. Ferraris di Torino, si può citare il Prof. Hospitalier (*La lumière electrique*, 1885/6).

Il contrasto raggiunse il suo apice nel 1888 quando si tenne a Londra la cosidetta battaglia del trasformatore e contemporaneamente a Berlino si fecero inchieste sulla questione se nelle future centrali si dovesse adottare la corrente continua o quella alternata. Queste battaglie verbali sembrano oggi abbastanza oziose. La propaganda affaristica ne trapela, nonostante tutta la mascheratura scientifica. L'offensiva della corrente continua andò affievolendosi gradatamente fino ad avere fine ingloriosa coll'impianto di Frankfurt-Lauffen.

Le discussioni per la priorità.

Mentre il trasformatore usciva vincitore da tutti i contrasti, non cessavano però le lotte per la priorità, perchè nel mentre Francia, Italia, Austria-Ungheria, ammettevano i relativi brevetti, questi furono invece dichiarati nulli in Germania ed in Inghilterra. Nel corso delle dispute sui brevetti i nemici del sistema portarono, oltre che motivi giuridici, anche motivi tecnici. Questi motivi ebbero poca presa sui giudici; nel campo giornalistico invece affiorano ancora qua e là. Bisogna quindi, per quanto superficialmente, accennarvi. Si effermava: *a*) che il sistema con trasformatori rappresentava solo una degenerazione del generatore secondario; *b*) che il principio della inserzione in parallelo derivava dal Kennedy ed infine: *c*) che il trasformatore non rappresentava nessuna creazione originale, in quanto già scoperto dal Faraday e da allora comparso già in dozzine di varianti.

È chiaro che il sistema della connessione in serie di Gaulard-Gibbs non costituiva che un esperimento per riportare nella pratica errori universalmente creduti e che apparecchi con rapporto 1:1 non corrispondono al concetto del «trasformatore», come pure è chiaro il fatto che la connessione in parallelo sul primario rappresenta una soluzione nuovissima, diametralmente opposta alle teorie di quel tempo. È chiara e lampante la differenza fondamentale dei due sistemi.

Si può anche fare giustizia sommaria dal caso Kennedy. Il tentativo di gabellare per invenzione una lettera è contrario al buon senso. Specialmente poi quando lo stesso autore della lettera dichiara praticamente inattuabile la sua idea.

Per quanto ha attinenza alla terza questione si può osservare che mai si considerò come originale l'apparecchio in sè stesso, ma si dichiarò come originale il sistema e questo lo si vede chiaramente anche dal titolo del brevetto. Notoriamente, fino circa al 1870, tutti i rocchetti ad induzione non hanno servito che per scopi sperimentali di fisica o per servizio telegrafico od infine per espe-

rienze colle lampade ad arco; nessun apparecchio del genere ha avuto nulla in comune col problema del trasporto e della distribuzione dell'energia elettrica. I progetti di Fuller, di de Meritens e di Gaulard erano basati su tutt'altro principio ed indubbiamente erronei. I brevetti Deprez-Carpentier e Hopkinson accennavano solo a qualche proprietà isolata del trasformatore. Della inserzione in parallelo e di un sistema ben ponderato, e praticamente utilizzabile, non si trova traccia in nessun luogo.

Considerando la sentenza finale giuridica germanica, della fine del 1889, troviamo che essa conferma esplicitamente la novità del trovato e conferma la dichiarazione di nullità giustificandola con un difetto formale nella descrizione del brevetto, e questo errore non ammetteva, secondo la procedura, nessuna altra decisione (*E. T. Z.* 1890, pag. 140). Come in Germania, così anche in Inghilterra il punto di vista della formalità giuridica ebbe il sopravvento. Non è detto però che in ambedue i paesi non debbano aver avuto il loro peso anche le considerazioni in pro dell'economia nazionale, compatibilmente colle considerazioni strettamente giuridiche.

Conviene esaminare fino a dove queste considerazioni economiche potessero essere giustificate. In Germania lo si afferma. (L. Schuler: « Die Geschichte des Transformators, pag. 19, Edizione *Elektrotechnischer Verein*, Berlino 1928). Se consideriamo invece l'altro lato della questione vediamo che in causa della libertà di costruzione ed in causa della sfrenata reciproca concorrenza, delle sette grandi ditte germaniche (A.E.G., Siemens, Lahmeyer, Schuckert, Union, Helios, Kummer) ben cinque scomparvero in circa 10 anni (Dr. G. Eisfeldt: *Die Kartellierung der deutschen Elektroindustrie*, 1928). I rivali fiaccati dalla lotta furono assorbiti dalle due ditte mondiali, che poterono continuare la loro vita, ma ciò a caro prezzo per l'economia generale. Anche in Inghilterra gli eventi non furono migliori. Le crisi avvenute nell'industria elettrotecnica inglese, ancora prima della guerra mondiale, vengono ricordate ancora ed è inutile riparlarne.

Come era da prevedersi, in simili condizioni anche la qualità del prodotto non poteva guadagnarne. Passarono molti anni prima che le ditte germaniche ed inglesi potessero offrire qualche cosa capace di competere coi trasformatori calcolati dal Bláthy. Si vede quindi che le due dichiarazioni di nullità dei brevetti non servirono affatto per favorire il progresso tecnico ed economico.

Ben altrimenti andarono le cose in Svizzera. Mancando disposizioni di legge, non si poteva ivi parlare di una protezione dell'inventore. Però nella Svizzera si ebbe fin dal principio una tendenza favorevole alla corrente alternata, grazie alla quale la Svizzera potè mettersi nel gruppo di testa nel campo dell'elettrotecnica. Come produzione esemplare dei tempi iniziali si possono a buon diritto portare i lavori di C. E. L. Brown per la linea Frankfurt-Lauffen, dove ebbe la prima applicazione il suo trovato del trasformatore in bagno d'olio e poi le forniture fatte nel 1894 per la centrale di Frankfurt a/M.

Il contributo dell'America.

Non s'è fatta finora menzione degli Stati Uniti d'America ed a questi dedichiamo un capitolo a parte. Anche questo paese rivendica la gloria dell'invenzione del trasformatore. Un libro a larga diffusione (Henry Schroeder: « History of electric light », pag. IX e 55. Ediz. 1923 della Smithsonian Institution, Washington) contiene fra altro questo periodo: « Rapporti sul trasformatore (si parla di « Gaulard) vennero a conoscenza di Stanley, un americano, verso la « fine del 1885. Egli ne studiò intensamente il progetto e costruì « un trasformatore, le cui bobine primarie erano collegate in pa« rallelo su un sistema a corrente alternata ad alta tensione con « potenziale costante. Dalle bobine secondarie si otteneva una ten« sione più bassa costante.... Esso viene generalmente usato quando si ha da distribuire corrente su lunghe distanze ». Considerando la difficoltà e la lentezza delle comunicazioni in quel tempo, si può ritenere che non fossero ancora giunte in America notizie precise sull'impianto dimostrativo di Londra. È però da escludersi che la descrizione del sistema Zipernowsky-Déri-Bláthy, comparsa il 3 ottobre sulla *New York Electrical Review*, non fosse stata vista dallo Stanley. Sembra quindi fuori luogo acclamare come inventore lo Stanley, che pure era certamente un ottimo costruttore.

La realtà delle cose sarebbe la seguente: fu comperata la licenza del sistema di Budapest; una deficienza contrattuale, dovuta alla non conoscenza della mentalità americana, rese possibile di evadere semplicemente il brevetto. La ditta americana era formalisticamente nel suo diritto ed il suo procedere non era attaccabile legalmente. Anche in questo caso i tecnici non furono assistiti da legali all'altezza della situazione. In seguito a ciò la Westinghouse Electric Co di Pittsburg ottenne brevetti nel 1886 in base a costruzioni di Stanley ed iniziò la costruzione dei trasformatori. Nel loro complesso i trasformatori americani non erano migliori di quelli europei, per quanto di costruzione esemplare. Riducendo la serie delle unità (dapprima 5 con potenze da 5 a 40 lampade) si ottenne una normalizzazione di tipi. I metodi di installazione non erano esemplari. Si facevano derivazioni a 1000-2000 volt in fabbricati, senza misure precauzionali. Ne conseguì una lunga serie di accidenti letali, che fornirono armi agli oppositori della corrente alternata. La lotta che già si svolgeva in Europa fu portata qui agli estremi con metodi nettamente americani. Come massimo trionfo della propaganda contraria fu sfruttata perfino la esecuzione colla sedia elettrica, applicata la prima volta nel 1889 nello stato di New York, con macchine Westingouse acquistate in via indiretta. Non si poteva veramente trovare un migliore argomento « ad hominem » per dimostrare il pericolo della corrente alternata ad alto potenziale.

Conclusione.

Non possiamo prolungarci oltre colla nostra cronaca. Abbiamo dovuto tralasciare qualche argomento di minore importanza, ma abbiamo cercato però di esaminare tutti gli argomenti che a suo tempo furono portati contro la originalità del sistema. Speriamo di aver potuto assolvere il doppio problema accennato in principio di questa comunicazione. Come ormai si vede è dimostrabile — dal punto di vista attuale — che tutti gli argomenti portati contro la priorità del trovato non erano attendibili. Certamente il sistema con trasformatori avrà avuto, come ogni altra idea i suoi precursori; poichè come sentenziava Democrito di Abdera, nulla viene dal nulla. La eventuale esistenza di precursori non toglie che Carlo Zipernowsky, Massimiliano Déri ed Otto Tito Bláthy, riconoscendo per i primi gli errori del loro tempo, abbiano creato indipendentemente da altri un sistema di trasporto e di distribuzione di energia, del tutto nuovo e fino ai nostri tempi ancora insostituibile e siano riusciti, nonostante l'influenza di molte opinioni contrarie, a far trionfare il loro trovato. E ciò si può affermare senza dimenticare quella scelta schiera internazionale di valenti tecnici che cooperarono a raggiungere il successo finale.



O. T. Bláthy — C. Zipernowsky — M. Déri

Fig. 5.

Un tributo di riconoscimento per aver scoperto per i primi il giusto sentiero e di avervi decisamente perseverato, è innegabilmente dovuto ai tre « antesignani » dell'elettrotecnica che quest'anno, col compiacimento di innumeri estimatori, possono partecipare al giubileo del sistema, in perfetta salute ed in piena efficienza intellettuale (fig. 5).

XL RIUNIONE ANNUALE

SANTA MARGHERITA LIGURE - 23-28 Settembre 1935-XIII

Riassunti di Relazioni e Memorie presentate al Congresso

N. 50.

UN SEPARATORE DI COMPONENTI SIMMETRICI

F. Correggiari.

Per misurare i componenti simmetrici (diretto ed inverso) di un sistema trifase (di tensioni o di correnti) comunque squilibrato, è proposto l'impiego di un apparecchio, che viene chiamato separatore, e che ha precisamente la funzione di separare l'uno dall'altro i due componenti, la misura dei quali va poi eseguita per mezzo di un ordinario voltmetro od ampermetro.

Il separatore è una macchina ad induzione, con statore e rotore ambedue trifasi, e che va mantenuta in rotazione mediante una macchina sincrona. Per la misura delle tensioni lo statore va alimentato in derivazione, ed una coppia di morsetti del rotore va chiusa su un voltmetro. Per la misura delle correnti, invece, lo statore va percorso, in serie, dalla terna di correnti da misurare, ed il rotore va chiuso in corto circuito, inserendo però un ampermetro su una qualunque delle tre fasi.

È facile vedere che, per effetto del movimento sincrono, l'avvolgimento di rotore non sarà influenzato dal campo che ruota nello stesso senso del rotore; lo sarà invece da quello che ruota in senso contrario. Di qui la possibilità di misurare, a seconda del segno relativo del senso ciclico di alimentazione e del senso di rotazione del rotore, il componente diretto e l'inverso.

L'apparecchiatura completa comprende 4 separatori, due di tensione e due di corrente: con essa è possibile misurare, oltre che le ampiezze dei componenti, anche le fasi relative.

Basterà, a questo scopo, predisporre costruttivamente identici e indenticamente montati gli statori ed i rotori di ciascuna coppia: in queste condizioni la differenza di fase delle f.e.m. (o delle correnti) indotte nei secondari dà la misura della differenza di fase fra i componenti simmetrici del sistema da analizzare. Per la misura delle differenze di fase è illustrato, in aggiunta ai metodi noti, un altro procedimento che utilizza un comune apparecchio elettrodinamico: esso però richiede che lo statore di uno dei due separatori sia girevole.

Passando ad esaminare le probabili cause d'errore, sono messe particolarmente in evidenza quelle dipendenti dai consumi e dalle deformazioni; viene però anche ricordato che, con una costruzione accurata, queste cause d'errore possono essere attenuate.

Sono in seguito descritti e discussi alcuni rilievi sperimentali.

È fatto infine cenno alla soluzione del problema della depurazione di un sistema dissimmetrico (cioè dell'eliminazione del componente inverso), per la quale ci si può servire, come organo depuratore, di un regolatore a induzione doppio (con rotori girevoli nello stesso senso e statori girevoli in senso contrario) e, come apparecchio segnalatore, del separatore sopra descritto.

N. 53.

SULLA DETERMINAZIONE DELLA F.E.M. DI ELETTRODI SINGOLI E SULLE SUE APPLICAZIONI

R. Piontelli.

Nel sistema formato da un elettrodo di tipo metallico a contatto con una soluzione elettrolitica, si stabilisce uno squilibrio nella distribuzione delle cariche elettriche e quindi una d.d.p. tra la massa del metallo e quella della soluzione, e poichè è disponibile dell'energia libera suscettibile di trasformarsi in lavoro elettrico, e tendente a mantenere lo squilibrio anche durante il passaggio di corrente, si può ritenere esistente una vera f.e.m. Questa si può ammettere misurata dalla d.d.p. elettrostatico medio tra due punti interni alle due fasi, quando il sistema non è percorso da corrente. Tale d.d.p. non è però misurabile direttamente per la necessità di chiudere il circuito dal lato della soluzione con un conduttore ausiliario che assume una d.d.p. incognita rispetto alla soluzione stessa. Le determinazioni dirette sono quindi effettuabili solo per f.e.m. risultanti dal contributo di vari contatti eterogenei (tra metalli diversi, tra soluzioni diverse, e tra metalli e soluzioni). Vari fatti sperimentali e considerazioni termodinamiche impediscono di ritenere nullo il contributo del contatto metallo-elettrolita. La teoria di Nernst fornisce del processo elettromotore un modello criticabile dal punto di vista cinetico, ma attribuisce alla f.e.m. un'espressione giustificabile termodinamicamente, entro i limiti di validità delle leggi delle soluzioni diluite. Il modello cinetico è stato notevolmente migliorato da teorie più recenti (Butler, Rideal, ecc.), mentre le moderne teorie degli elettroliti hanno indotto a sostituire, nella espressione della f.e.m., al posto della concentrazione ionica un'altra grandezza, chiamata attività, la quale definisce il comportamento degli ioni tenendo conto delle azioni mutue fra questi. Il problema della determinazione del valore assoluto della f.e.m. elettrodo-elettrolita è stata oggetto di numerosissimi studi sperimentali e teorici. I vari metodi proposti allo scopo non lo hanno però raggiunto: o per l'intervento dei doppi strati di adsborbimento (ionici e dipolari) che impediscono di accertare l'annullarsi della d.d.p. tra l'interno del metallo e quello della soluzione, o perchè i metodi stessi mettono in evidenza solo la d.d.p. esistente tra lo strato di soluzione, che rimane aderente al metallo durante il moto relativo di questo rispetto alla soluzione, e l'interno di essa (potenziale elettrocinetico). Nonostante l'impossibilità di determinare con sicurezza il valore assoluto delle f.e.m. elettrodo-elettrolita, è praticamente assai importante determinarne il valore relativo, ricorrendo ad elettrodi ausiliari. Per questa via si possono studiare il comportamento degli elettrodi di pile, accumulatori, elettrolizzatori, anche di fronte al passaggio di corrente, e si possono determinare le concentrazioni ioniche di soluzioni elettrolitiche. La scelta dell'elettrodo ausiliario richiede particolari cautele, come pure la scelta e l'esecuzione delle connessioni fra le diverse soluzioni.

Per il coordinamento del materiale sperimentale di precisione, anzichè introdurre un riferimento convenzionale, è preferibile esporre, insieme al risultato della misura, i dettagli del procedimento in modo da permettere un esame critico.

N. 56.

A PROPOSITO DI TARIFFICAZIONE DELL'ENERGIA TRIFASE TENENDO CONTO DEL FATTORE DI POTENZA

A. Righi.

L'A. prende occasione dall'articolo dell'Ing. Arimondi, comparso nel numero del 25 luglio u. s. di questa rivista, per ribattere l'appunto di inesattezza insita nella inserzione Aron di due contatori monofasi per la misura della energia prelevata da utenze trifasi di forza motrice, ricordando che gli errori che presenta il contatore ponte minore B, quando, per lo spostamento di fase del carico, il senso di rotazione del contatore s'inverte, hanno un peso minimo, essendo l'energia, in quelle condizioni, quasi completamente misurata dall'altro contatore, ponte maggiore A. Viene anzi riprodotta la curva che dà la ripartizione della potenza trifase fra i due apparecchi wattometrici a seconda del valore del fattore di potenza; ed è ricordato come sia facile tracciare un semplice abaco grafico per il computo dell'errore totale nella misura dell'energia in funzione degli errori di cui sono affetti i due contatori monofasi.

Dalla classica inserzione Aron è nato il sistema $A\,B\,C$, che consta di tre contatori monofasi, due dei quali sono il ponte maggiore A e il ponte minore B, e il terzo è inserito sulla terza corrente e con la tensione concatenata non utilizzata dai primi due apparecchi. Questo complesso di misura, che oltre alla energia attiva dà anche quella reattiva comunque sia squilibrato il carico, è secondo l'A. il più semplice il più esatto il più economico per la tariffícazione delle utenze trifasi. Un tale complesso di misura ha in sè anche il *controllo*, in quanto rivela guasti o manomissioni, ove non fosse verificata una semplice relazione fra le tre grandezze misurate, a seconda che il carico deve essere equilibrato, caso della forza motrice ($A - B = C$) ovvero deve avere fattore di potenza unitario, caso del riscaldamento e della luce ($B - A = 2\,C$).

Infine l'A. mette in rilievo il fatto che tutte o quasi tutte le formule usate in Italia per rappresentare sotto forma matematica la legge di variazione del prezzo della energia elettrica in funzione del fattore di potenza sono fra loro sostanzialmente così poco differenti che deve concludersi essere di importanza assai limitata il dimostrare la razionalità di una formula, quando essa comprende dei coefficienti nella determinazione dei quali intervengono criteri commerciali piuttosto che tecnici o teorici.

Se si rappresentano graficamente, come fa l'A., le diverse leggi, si constata che la formula rappresentativa del carico com-

plesso ha andamento medio rispetto alle altre, dalle quali comunque si discosta pochissimo, così che, ove venisse considerata, presso la sede che in regime corporativo ne ha la competenza, la opportunità di una unificazione, potrebbe adottarsi come formula nazionale la formula Arnò generalizzata, anche « quale omaggio alla « Memoria del nostro Collega scomparso che, in tempi difficili per « per quel grande disturbatore che è sempre stato il cos φ, fu ar« dente pioniere ed instancabile propagandista in Italia e fuori d'Ita« lia, di una tariffìcazione razionale, la quale, se pur non si vale « più degli apparecchi di misura che l'instancabile Inventore aveva « realizzato, si è tuttavia affermata come giusta in teoria e pratica « nell'uso ».

N. 60.

MISURE SULLA LINEARITÀ ED UNIFORMITÀ DI SISTEMI RICORRENTI NELLA RADIOTECNICA

G. Rutelli.

Nella tecnica cosidetta delle correnti deboli si ha da fare con sistemi non lineari, nel senso che — supposto ad esempio per semplicità, di fare riferimento a quadripoli passivi qualunque — le armoniche dello « spettro impresso » non vengono « restituite » con i medesimi rapporti di ampiezza, fase e frequenza. È noto come si faccia distinzione fra distorsioni lineari e non lineari.

Nei problemi della telefonia e della radiotelefonia della musica laddove si hanno « catene elettroacustiche » non basta riferisi — come qualche volta, in prima approssimazione, usa fare la telefonia della parola — a fattori sintetici di giudizio, come la intelleggibilità e l'articolazione, ma è necessario esaminare il comportamento delle singole « maglie » del canale di trasmissione, per quanto ha riferimento alla « permeabilità di frequenza », alla linearità ed al rendimento, oltre che ad altri elementi.

Per gli anelli estremi che sono il microfono e l'altoparlante, non è sufficiente attenersi alla efficacia specifica, per il primo, ed ai vari rendimenti per il secondo, così anche alle distorsioni lineari e non lineari. È necessario avere i dati che chiamaremo di uniformità direzionale che sono, per il primo, la sensibilità e, per il secondo, la efficacia polare.

Tanto la linearità come la uniformità si possono studiare con riferimento alle frequenze dello spettro o ad altre grandezze.

Se si tratta di radiotelefonia, la parte della catena in cui sono in giuoco bassa ed alta frequenza va studiata anche in rapporto a quest'ultima: un radiotrasmettitore può infatti introdurre delle distorsioni di prima e seconda specie ed altresì può, per suo conto, indipendentemente cioè dallo spettro a b. f., essere un sistema non lineare, nel senso che, mentre alla sua origine viene generata una onda sufficientemente sinusoidale, si può raccogliere all'uscita dello stadio finale l'onda principale accompagnata da un certo numero di armoniche, la cui efficacia complessiva deve — com'è noto — essere inferiore ad un certo percento di quella della prima. Questi fatti, oltre nuocere alla bontà del complesso insieme di operazioni che costituiscono la trasformazione energetica, portano nocumento alla economia di funzionamento, dal momento che ogni armonica sarà modulata e irradiata.

Lo scrivente ha raccolto e coordinato talune misure di linearità ed uniformità da lui eseguite allo scopo di studiare il comportamento di taluni sistemi ricorrenti nella radiotecnica.

Vengono dapprima esposti i rilievi di comuni caratteristiche di frequenza per la efficacia o potenza, oppure per la impedenza — quest'ultima considerata anche per certi sistemi, in senso vettorale — di amplificatori, microfoni ed altoparlanti.

Dopo un cenno ai fattori di distorsione non lineare e di modulazione si fa menzione degli apparecchi di misura con particolare riguardo al ponte di Küpfmüller e viene discorso delle misure di non linearità eseguite su microfoni a carbone, su amplificatori a b. f., su altoparlanti e infine su complessi radiotrasmettenti in relazione al grado di modulazione e ad altri elementi.

NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE

Movimento delle Società Elettriche

VARIAZIONI DI CAPITALE.

S. Giorgio S. A. Industr. Stabilimenti riuniti S. Giorgio Officine Elettrotecniche — Genova.
Aumenta il capitale sociale da L. 34.000.000 a L. 42.500.000 aumentando il valore delle azioni da L. 200 a L. 250 ciascuna.

S. An. Distribuzioni Elettriche Imperia — Imperia.
Emette n. 5000 obbligazioni da L. 500 ciascuna interesse 2 %.

Soc. Trazione Elettrica Appennino Ligure — Genova.
Aumenta il capitale da L. 30.000 a L. 100.000.

Soc. An. Mineraria Elettrica Chimica — Torino.
Aumenta il capitale da L. 30.000 a L. 150.000.

S. A. Ferrovie Elettriche Riunite — Casale.
Riduce il capitale da L. 3.000.000 a L. 1.500.000.

Soc. Jesina di Elettricità — Roma.
Riduce il capitale da L. 18.000.000 a L. 9.000.000 riducendo il valore nominale delle azioni da L. 40 a L. 20.

S. A. Commerciale Materiali Elettromeccanici « Sacme » — Milano.
Delibera di annullare il capitale da L. 100.000 riducendo a zero il valore delle azioni e di emettere un nuovo capitale di L. 100.000 diviso in 1000 azioni di L. 100.

Soc. Idroelettrica della Majella — Milano.
Trasferisce la sede di Milano a Roma; svaluta il capitale a L. 2.750.000 riducendo il valore delle azioni da L. 100 a L. 25.

COSTITUZIONE E SCIOGLIMENTO DI SOCIETÀ.

S. An. Elettrica Martorana Canicattì — Agrigento.
Si è costituita la S. An. suddetta mediante trasformazione della Società in nome collettivo « Soc. Salvatore Martorana e C. » col capitale di L. 1.032.000 in azioni da L. 215 ciascuna.

S. An. Illuminazione Elettrica — Pavia.
Si è costituita detta Soc. An. col capitale di L. 300.000 in azioni da L. 100 ciascuna.

Soc. An. Elettrica Lario Torino — Torino.
Si è costituita detta S. An. col capitale di L. 150.000 in azioni da L. 100 ciascuna.

Soc. Italiana Leghe Elettriche — Genova.
Si è costituita detta Soc. An. col capitale di L. 10.000 in azioni da L. 100 ciascuna.

Impianti Telefonici Elettrici S. An. — Treviso.
Si è costituita detta Soc. An. col capitale di L. 25.000 in azioni da L. 1000 ciascuna.

Società Fiorentina Elettricità Radio Auto — Firenze.
Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

Impresa Saldatura Elettrica Ossiacetilenica — Milano.
È costituita detta Soc. An. col capitale di L. 10.000 in azioni da L. 100, aumentabile a L. 50.000.

S. An. Fabbrica Apparecchiature per Comunicazioni Elettriche — Milano.
È costituita detta Soc. An. col capitale di L. 50.000, aumentabile a L. 7.500.000.

Soc. Elettrica di Lessona — Milano.
Delibera lo scioglimento anticipato della Società.

S. A. Apparecchi Termo Elettrici — Milano.
Delibera lo scioglimento della Società e la sua messa in liquidazione.

Soc. Elettrica di Valdobbiadene e Vittorio Veneto-Valdobbiadene — S. An. Elettrica Trevigiana.
Venne deliberata la fusione delle due Società mediante assorbimento della prima nella seconda.

* *

Rassegna economica dei mesi di agosto e settembre.

Le cannonate di Adua hanno rotto la nebbia nella quale si dibattevano da troppo tempo gli animi e la politica europea ed hanno segnato nel modo più convincente e persuasivo la diana di una situazione nuova.

Lo stato di tensione nei rapporti internazionali è arrivato in qualche momento al parossismo e sarebbe bastato il più piccolo gesto inconsulto o la più piccola impulsività da parte nostra per precipitare l'Europa e con essa tutto il mondo civile in un ba-

ratro di catastrofi e di rovine. Fortunatamente l'Italia, troppo spesso accusata di sentimentalismo e di impulsività, ha dato al mondo e specialmente ai popoli nordici che si vantano della loro freddezza, un esempio di serenità vigile e di fermezza incrollabile che costituisce per essi una lezione meritata, e che ancora una volta testimonia della superiorità dello spirito latino che ritrova nei momenti più difficili l'atavismo della propria millenaria civiltà e la tradizione di equilibrio intrinseco non mai dimenticato.

Così di fronte alla tranquilla e decisa fermezza italiana, tutto si è infranto: minacce velate ed esplicite, movimenti di flotte, pressioni politiche, gazzarre antifasciste, e sopratutto le gare oratorie del consesso ginevrino. L'Italia è andata diritta per sua strada e ad onta di tutto sono oggi in Europa molto più numerosi di qualche mese fa coloro che comprendono l'opportunità e il diritto della sua azione.

Quando, cessate le passioni che attualmente agitano uomini e nazioni, si potrà fare la storia serena di questi tragici mesi, si potrà misurare quale immensa responsabilità ricada su coloro che hanno portato così leggermente l'Europa sull'orlo della rovina e quanto male abbiano servito il proprio Paese coloro che hanno mandato la loro flotta a passeggiare pel Mediterraneo col solo risultato di far più fortemente sentire ai popoli mediterranei come siano indesiderabili ed allarmanti certe situazioni che si potevano ritenere ormai come acquisite e tollerabili!

Mentre passa pel cielo d'Italia l'eco della vittoria di Adua sembra vano ritornare col pensiero alle vicende verbose e verbali che hanno preceduto la risoluta mossa italiana. Mentre scriviamo, i saggi di Ginevra sono tuttora in seduta ad elaborare nuove considerazioni e nuove condanne pel nostro Paese.

La artificiosità con cui l'azione ginevrina si svolge nei nostri confronti è sempre più palese quanto più agitata e faticosa si svolge la attività del rappresentante inglese. Le altre nazioni lo seguono ormai a fatica e di malavoglia al solo scopo di salvare in qualche modo «la faccia» dell'Istituto Ginevrino. Nessuno osa parlare, nemmeno di lontano, di sanzioni militari che vengono universalmente ripudiate; quanto alle sanzioni economiche si moltiplicano da ogni parte le raccomandazioni di prudenza e di estrema moderatezza mentre si diffondono da ogni parte le manifestazioni di opposizione assoluta anche ad esse. Gli è che nessuno vuol far la guerra per l'Abissinia, ma nessuno vuol nemmeno rimettervi di tasca propria per la bella faccia del Negus.

Ciò non toglie che la situazione sia sempre assai delicata perchè una volta messisi sulla china delle sanzioni non è più lecito prevedere dove la imprudenza di Ginevra si arresterà.

Il Ministro Laval prosegue infaticabile la sua politica di conciliazione, ma la sua opera, che merita dal punto di vista umano ogni plauso, sembra destinata ad infrangersi contro l'incomprensione e l'ostinazione inglesi.

❋

La preparazione di una impresa del genere di quella etiopica richiede evidentemente una preparazione non soltanto diplomatica e militare ma anche finanziaria ed economica.

Anche in questo campo l'azione del nostro Governo è stata vasta e decisa. In questi brevi mesi dopo la compilazione delle precedenti Note, si sono susseguiti rapidamente numerose e importanti disposizioni di ordine economico.

La prima serie di provvedimenti fu emanata a questo proposito nello storico Consiglio dei Ministri di Bolzano il 28 agosto, storico veramente per l'importanza delle decisioni prese e per il simbolismo a cui la riunione, tenuta in piena zona di manovre militari, sembrava assurgere.

Si è anzitutto stabilita la cessione obbligatoria dei credito all'estero e la conversione obbligatoria dei titoli stranieri e dei titoli italiani emessi all'estero, in Buoni del Tesoro novennali al 5% dei quali è corrispondentemente autorizzata l'emissione fino alla concorrenza necessaria.

La cessione dei crediti e dei titoli deve essere fatta, secondo quanto stabilisce il Decreto, a mezzo dell'Istituto Nazionale dei Cambi coll'Estero; i crediti saranno ceduti contro pagamento a contanti in lire, in base al cambio alla data di pubblicazione del Decreto e i titoli saranno compensati in base alla quotazione di mercato e al cambio alla stessa data.

Il provvedimento riguarda anche i titoli italiani emessi all'estero ma per essi, con opportuno senso di equità, non si è voluto far gravare suoi portatori le conseguenze derivate dai precedenti provvedimenti pel commercio dei cambi, che avevano portato inevitabilmente un ribasso delle quotazioni. A tale scopo si è stabilito di fare riferimento alle quotazioni immediatamente precedenti alla data di promulgazione di tali porvvedimenti e cioè all'8 dicembre 1934. Il corrispettivo dei titoli così computato sarà pagato in Buoni novennali 5% come sopra detto.

È opportuno rilevare che la cessione obbligatoria dei fondi e dei titoli all'estero ha un precedente in quanto è stato fatto nella Cecoslovacchia e altrettanto si può dire per la conversione dei titoli italiani emessi all'estero che trova il suo corrispettivo nella analoga conversione, forzosa di fatto se non di diritto, eseguita in Belgio nel maggio scorso. Questi due Paesi non hanno esitato a ricorrere a misure analoghe a quelle ora prese dal governo italiano sebbene non si trovassero in condizioni di eccezionale impegno come avviene per l'Italia in questo momento di grave conflitto coloniale.

Il provvedimento in parola si inquadra del resto bene nelle direttive politiche generali del Regime il quale, rispettoso della proprietà privata, ha sempre affermato però che l'interesse privato deve, ove occorra, cedere il passo al superiore interesse collettivo del Paese.

Il Governo e per esso l'Istituto pei cambi con l'Estero, viene in tal modo ad affinare e rinvigorire le armi a propria disposizione per la difesa economica nazionale e per la protezione della valuta.

Un altro provvedimento importante emanato nel Consiglio dei Ministri di Bolzano riguarda l'andamento finanziario delle Società e degli Enti aventi carattere commerciale.

Ammoniti dalla grave crisi che ha travolto molte industrie negli anni immediatamente seguenti la grande guerra, si è voluto evitare che si ripetesse, nell'occasione dell'impresa etiopica, lo stesso disordine economico colle stesse funeste conseguenze; e nello stesso tempo si è voluto evitare che un certo numero di cittadini potesse trarre eccezionali vantaggi di ordine economico da eventualità che impongono sacrifici e rinunzie alla generalità del Paese.

A questi criteri di sana moralità finanziaria e di prudente preveggenza si ispira il provvedimento a cui accennavamo e che implica da una parte la costituzione di riserve presso le aziende industriali e dall'altro la limitazione dei dividenti agli azionisti.

Si è infatti stabilito che per un triennio nessuna Società per azioni o, comunque, nessun ente avente carattere industriale o commerciale possa distribuire un dividendo superiore al 6%; è fatta eccezione soltanto per le aziende le quali nell'ultimo triennio decorso abbiano distribuito dividendi superiori a tale cifra, permettendosi in tal caso anche nel prossimo triennio la distribuzione di dividendi eguali alla media di quelli dei 3 anni precedenti.

La parte di utili che rimanesse, in seguito a tale limitazione, disponibile, deve essere investita in titoli di Stato per costituire un fondo di riserva speciale, di proprietà dell'azienda, non disponibile prima della scadenza del triennio.

Un altro provvedimento pure di larga portata è quello che istituisce una imposta sui dividendi, gli interessi e frutti di titoli al portatore. Con tale provvedimento è stabilita una imposta del 10 per cento sui frutti di ogni genere di titoli al portatore comunque emessi, nel Regno, da enti diversi dallo Stato, con obbligo di rivalsa sui percipienti. Sono escluse soltanto alcune poche categorie di titoli emessi da enti parastatali sotto l'esplicita dichiarazione di esenzione da imposte presenti o future.

L'ultimo provvedimento emesso dal Consiglio dei Ministri a Bolzano è di carattere più tecnico e riguarda l'impiego dei carburanti succedanei, stabilendosi che tutti gli autoveicoli adibiti a trasporti collettivi di passeggeri, urbani o interurbani, debbano essere, a partire dal 31 dicembre 1935, azionati con carburanti succedanei e con motori a gassogeno. L'importanza di tale disposizione è evidente quando si pensi che l'Italia ha una rete di servizi automobilistici di circa 100.000 chilometri!

❋

A questo complesso imponente di provvedimenti economico-finanziari che tendono a mobilitare le risorse del Paese e metterlo in grado di affrontare le dure condizioni attuali anche di fronte ad eventuali «sanzioni» di ordine economico, altri non meno importanti se ne sono aggiunti dopo il Consiglio dei Ministri del 19 settembre.

Il Consiglio ha anzitutto rivolto la sua attenzione sulla necessità di raggiungere il pareggio nel bilancio statale, astrazione fatta naturalmente dalle spese di carattere eccezionale per le operazioni militari in Africa orientale.

Sono state a questo scopo emanate varie disposizioni fra cui l'aumento della tassa sulla benzina e sugli oli minerali, alcuni ritocchi alla tassa sugli affari, e provvedimenti per migliorare l'applicazione tecnica della imposta di ricchezza mobile.

Come è noto, da qualche anno l'Azienda ferroviaria, data la diminuzione del traffico, aveva ricominciato a pesare in misura non indifferente sul bilancio dello Stato. Per eliminare tale onere e ridare al bilancio dell'Azienda Ferroviaria un proprio equilibrio è stata stabilita una tassa sui trasporti automobilistici, integrata anche con una revisione delle tariffe ferroviarie. La tassa è limitata a 15 centesimi per tonnellata-chilometro, ma ad onta della sua modesta misura, essa è destinata a dare un gettito di parecchie centinaia di milioni di lire annue. Va infatti tenuto presente che il numero degli autocarri esistenti in Italia è stimato a circa 70.000. La tassa è poi opportunamente congegnata in modo da favorire le Ditte che provvedono soltanto a trasporto proprio, come pure le aziende rurali ecc. Si ritiene certo che con tale provvedimento le Ferrovie potranno raggiungere almeno il pareggio nel prossimo esercizio 1936-37.

Un altro provvedimento opportuno è stato preso nei riguardi

delle pensioni di guerra per le quali, senza in nulla intaccare la consistenza delle pensioni stesse che tutto il Paese considera come un debito sacro, si dispone il consolidamento in una spesa inferiore a quella attuale ma da mantenere costante nei prossimi anni. La differenza fra la somma consolidata e l'onere presente è assunta a parti eguali dall'Istituto Nazionale della Previdenza Sociale e dall'Isituto Nazionale delle Assicurazioni i quali si rifaranno della spesa che assumono attualmente quando, col decremento naturale dell'ammontare complessivo delle pensioni, l'onere annuo sarà disceso al di sotto della somma consolidata. Così il bilancio dello Stato si alleggerisce sensibilmente per tale voce in questi anni particolarmente difficili.

Ma la più importante, indubbiamente, delle operazioni finanziarie decise in relazione alle esigenze militari in Africa orientale è costituita dalla emissione di un nuovo prestito nazionale al 5 %.

Il nuovo titolo viene offerto in pubblica sottoscrizione al prezzo di 95 lire per ogni 100 lire nominali e frutta l'interesse del 5 % esente da ogni imposta presente e futura.

Caratteristica dell'emissione è la condizione di favore offerta ai portatori del Redimibile 3,5 %. Si è infatti stabilito che siano accettati in sottoscrizione del nuovo prestito titoli del Redimibile, con la cedola in corso, al prezzo di L. 80 per ogni 100 lire di capitale nominale, sebbene il corso del titolo al momento dell'emissione fosse assai più basso. I portatori del Redimibile dovranno quindi versare soltanto 15 lire per ogni 100 lire di capitale nominale sottoscritto.

Per facilitare il più possibile le sottoscrizioni, si è disposto per la rateizzazione di esse che potranno essere versate in tre riprese successive in un periodo di otto mesi dall'apertura delle sottoscrizioni.

Per il collocamento e la formazione ed il sostegno del mercato del nuovo titolo è prevista la costituzione di uno speciale consorzio presieduto dal Governatore della Banca d'Italia. La Banca d'Italia poi concederà agli Istituti di credito anticipazioni di L. 80 sul nuovo titolo a un saggio di sconto di favore del 0,5 % inferiore a quello ufficiale.

Il congegnamento del nuovo prestito si distingue da tutti quelli finora emessi. Le facilitazioni di versamento e specialmente le agevolazioni singolarissime offerte ai portatori del Redimibile assicurano un largo successo al titolo di nuova emissione il quale si presenta già per sè assai appettibile per l'elevato tasso di reddito, esente da imposte, e per il prezzo di emissione.

Per i portatori di Redimibile, colla operazione che viene loro offerta, si apre la possibilità di elevare dal 3,5 % al 4,36 % l'interesse del loro intero capitale cioè delle 100 lire nominali di Redimibile più le 15 lire di nuovo versamento; o se si vuol considerare soltanto il nuovo capitale versato si può dire che essi impiegano le 15 lire a un tasso di interesse del 10 %. Senza contare che essi vedono elevarsi a 80 lire la quotazione di un titolo che in realtà era quotato assai meno.

E si noti che l'impegno della Banca di Italia di concedere anticipazioni a 80 % per due anni sul nuovo Consolidato 5 %, sebbene limitata agli Istituti di Credito, significa praticamente che il titolo non scenderà mai sotto tale quotazione.

Quando si pensi alla massa di Redimibile che è attualmente in circolazione e alla appetibilità dell'operazione si può ritenere per certo che parecchi miliardi di lire potranno con essa essere messi a disposizione dello Stato, senza contare il gettito che potranno dare le sottoscrizioni nuove.

*

I provvedimenti sopra citati per sistemazione del bilancio statale varranno a completare l'influenza benefica di quelli già presi alcuni mesi or sono e il cui effetto già comincia a farsi sentire nelle situazioni mesili del Tesoro.

Al 31 agosto ora decorso, il Conto del Tesoro registrava, nel mese, accertamenti di entrate per la parte effettiva, per un complesso di 1599 milioni di lire, mentre nello stesso mese di agosto gli impegni di spesa risultano di 2103 milioni. Si avrebbe dunque in tale mese un deficit, nella parte effettiva, di 504 milioni di lire.

I numeri citati comprendono però anche gli impegni, di carattere eccezionale, relativi alle operazioni militari in Africa orientale; facendo astrazione da essi il deficit mensile si viene a ridurre a 167 milioni di lire, sensibilmente inferiore quindi a quello verificatosi nell'agosto 1934 e che fu di 181 milioni.

Complessivamente nei primi due mesi dell'esercizio finanziario in corso si è accumulato un disavanzo che, tenendo conto delle spese eccezionali per l'Africa orientale ammonta a 1005 milioni di lire, ma che si riduce a 293 milioni se si vuol considerare l'andamento del bilancio di carattere normale. Nel primo bimestre dell'esercizio precedente si aveva avuto un deficit di 316 milioni.

Il movimento capitali segna una eccedenza attiva di 59 milioni.

La situazione di cassa, al 31 agosto scorso, presentava un fondo liquido immediatamente spendibile di 1331 milioni di lire, di cui 1192 milioni in conto corrente con la Banca d'Italia.

Alla stessa data del 31 agosto il totale dei debiti pubblici interni ammontava a 107.185 milioni di lire. La circolazione bancaria risultava di 14.095 milioni di lire.

La situazione finanziaria in questo momento particolarmente delicato deve essere seguita colla massima attenzione. Il Paese potrà essere chiamato a compiere in questo campo ulteriori sacrifici specialmente se i tenaci avversari che l'Italia conta a Ginevra riusciranno a far approvare, ciò che è ancora a vedersi, quelle sanzioni di ordine economico che ormai, tramontate quelle militari, sembrano costituire il loro ideale. Ma non vi può essere dubbio che anche in questo campo la saggezza dei governanti e l'entusiasmo e lo spirito di sacrificio del nostro popolo sapranno superare ogni difficoltà per impedire che la impresa d'Africa così brillantemente iniziata possa essere strozzata dalle losche manovre altrui.

A proposito della possibilità di resistenza del Paese, è opportuno segnalare il buon risultato dell'annata granaria la quale, secondo le accurate statistiche ufficiali ha fruttato oltre 77 milioni di quintali di grano.

Il risultato, quando si tenga conto delle sfavorevoli vicissitudini atmosferiche è veramente soddisfacente costituendo esso il raccolto più abbondante che sia mai stato fatto in Italia, a esclusione di quello del 1933, considerato come eccezionale e che superò gli 81 milioni di quintali.

Si compiva quest'anno il decimo anno dalla battaglia del grano e vale la pena di considerare i risultati raggiunti nel decennio.

Nei cinque anni immediatamente precedenti all'iniziarsi della cosidetta «battaglia», (1921-25) la media produzione annua era di 54 milioni di quintali corrispondenti a 11,5 quintali per ettaro coltivato a grano. Nel quinquennio successivo, 1926-30, la media sale a 60,7 milioni di quintali, equivalenti a 12,4 quintali di grano per ettaro. Nell'ultimo quinquennio la media salta a 72,7 milioni di quintali corrispondenti a 14,7 quintali per ettaro. Queste produzioni stanno fra loro come i numeri 100 — 112,54 — 134,78.

Ed è opportuno notare come l'incremento sia dovuto quasi esclusivamente a perfezionamento di metodi culturali essendo la superficie coltivata a grano rimasta presso a poco la stessa.

Si può dunque ritenere non lontano il momento in cui l'Italia potrà dare ai suoi figli tutto il pane di cui essi hanno bisogno.

*

La bilancia commerciale coll'estero presenta negli ultimi mesi qualche sintomo di miglioramento.

Infatti sebbene le importazioni risultino aumentate rispetto ai corrispondenti mesi dello scorso anno e ciò specialmente in relazione alle esigenze militari e alla necessità di predisporre larghe scorte, pur tuttavia parallelamente si manifesta un certo incremento anche nelle esportazioni, ciò che sembra attestare dell'efficacia della note provvidenze prese dal nostro Governo in base alla politica degli scambi commerciali.

Infatti nel mese di luglio ora decorso le importazioni raggiunsero un valore di 569 milioni di lire, di contro a 500 milioni nel luglio 1934 ma anche le esportazioni superarono quelle dello scorso anno toccando un valore di 387 milioni di lire invece di 370 milioni.

Nel mese di agosto è successo qualche cosa di analogo. Di contro a 522 milioni di lire di importazioni dell'agosto 1934, si è toccata quest'anno la somma di 569 milioni, ma d'altra parte le esportazioni nello stesso mese sono salite da 408 a 425 milioni di lire.

Non bisogna dimenticare che l'incremento nelle importazioni ha in gran parte carattere eccezionale e temporaneo mentre l'aumento delle esportazioni corrisponde a un ordine di fenomeni molto più stabile.

Considerando complessivamente i primi 8 mesi dell'anno in corso troviamo un valore totale di importazioni pari a 4982 milioni di lire, di contro ad esportazioni per un valore totale di 3241 milioni. Nello stesso periodo dello scorso anno si erano avuti 5094 milioni di importazioni e 3432 milioni di esportazioni. Il disavanzo commerciale che era stato di 1662 milioni di lire nei primi otto mesi del 1934 sale quest'anno a 1740 milioni.

*

Non può far meraviglia che il susseguirsi di provvedimenti governativi di carattere finanziario a grande portata abbia gettato per qualche tempo nel turbamento e nell'incertezza il mercato borsistico. Se a questa agitazione si aggiunge il diminuito interessamento del risparmio verso i titoli azionari in causa delle misure di limitazione dei redditi, sarà facile comprendere come il mercato borsistico sia stato nello scorso mese piuttosto pesante e svogliato. Tanto più che le mutate condizioni hanno creato anche condizioni tecnicamente difficili per la liquidazione di molte posizioni preesistenti.

Tuttavia nelle ultime sedute si è notato un orientamente più ottimistico, sull'esempio dei titoli di Stato che risentono del trattamento di favore ad essi fatto nei riguardi del nuovo Consolidato 5 %.

RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei titoli elettrici nei mesi di agosto e settembre.

	Val. nom.	AGOSTO I decade	AGOSTO II decade	AGOSTO III decade	SETTEMBRE I decade	SETTEMBRE II decade	SETTEMBRE III decade
Edison	600	819,50	799,—	748,50	772,—	650,—	241,—*
Lombarda	400	405,—	401,—	383,—	377,—	350,—	370,—
Bresciana	200	273,—	275,—	260,—	249,—	229,—	244,—
Gen. Elettrica Cisalpina priv.	125	138,25	138,—	130,50	126,—	113,—	120,—
Idem ord.	125	86,50	85,75	86,—	85,—	69,—	78,—
Unione Esercizi Elettrici	10	12,25	12,05	11,20	10,80	9,50	10,20
Elettricità Alta Italia	100	110,—	110,—	100,—	101,—	94,—	97,—
Adriatica	100	173,—	168,—	170,—	159,—	138,—	151,50
Comp. Imprese Elettriche Liguri	200	294,—	269,—	261,—	251,—	225,—	242,50
Offic. Elettriche Genovesi		323,—	240,50	220,—	217,—	200,—	206,—
Gen. Elettr. della Sicilia	100	78,75	78,12	78,—	78,25	66,—	73,75
Soc. Elettrica Piacentina	150	191,—	190,50	190,—	180,—	170,—	170,—
Emiliana Esercizi Elettr.	350	420,—	410,—	386,—	370,—	235,—	360,—
Forze Idrauliche Crespi	375	379,50	379,—	372,—	364,—	308,—	333,—
Elettriche Valdarno	100	171,75	170,—	155,50	155,—	140,—	152,—
Tirso	250	89,50	89,50	90,—	91,—	79,—	89,50
Terni	200	258,80	254,50	222,—	212,—	178,—	193,—
Meridionali d'Elettricità	250	252,—	249,50	245,—	225,—	190,—	220,—
Idroelettriche Piemontesi	50	52,—	52,75	50,50	47,75	39,—	46,25
Dinamo	200	300,—	298,—	290,—	268,—	248,—	255,—
Soc. Romana d'Elettr.		365,—	360,—	350,—	324,—	320,—	323,—

Titoli sostituiti con valore nominale a L. 200,—.

*

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di settembre.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:						
Cardiff primario	L.	180,—	a	L.	183,—	alla tonn.
Americano	»	—,—	»	»	—,—	»
Slesia	»	147,—	»	»	149,—	»
Sarre	»	150,—	»	»	152,—	»
Antraciti:						
Inglese primaria (in pezzatura)	»	228,—	»	»	255,—	»
Tedesca (in pezzatura)	»	193,—	»	»	226,—	»
Coke:						
Coke da gas nazionale	»	—,—	»	»	—,—	»
» » » inglese	»	—,—	»	»	—,—	»
» metallurgico nazionale	»	185,—	»	»	190,—	»
Petrolio	»	273,10	»	»	—,—	al Q.le
Nafta:						
Per Diesel	»	580,—	»	»	595,—	alla tonn.
Per caldaie	»	216,—	»	»	236,—	»
Benzina in fusti	»	385,70	»	»	425,70	al Q.le

METALLI

Ghisa:						
Engliton N. 1	L.	410,—	a	L.	440,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	»	370,—	»	»	410,—	»
Ematite	»	380,—	»	»	430,—	»
Lussemburgo-Lorena	»	345,—	»	»	380,—	»
Ferro:						
Laminato omogeneo	»	80,50	»	»	—,—	al Q.le
Poutrelles	»	78,50	»	»	—,—	»
Lamiere da 4 mm. in più	»	96,50	»	»	—,—	»
Acciaio:						
Rapido per utensili	»	400,—	»	»	3200,—	»
Martin Resist. 50-70	»	90,—	»	»	135,—	»
Tubi bollitori	»	250,—	»	»	—,—	»
Rame elettrolitico	»	410,—	»	»	450,—	»
» in fogli comuni	»	750,—	»	»	790,—	»
» in barre tonde e quadre	»	740,—	»	»	770,—	»
Stagno in pani	»	2250,—	»	»	2400,—	»
Zinco in pani la fusione	»	250,—	»	»	275,—	»
Piombo in pani la fusione	»	220,—	»	»	230,—	»
Antimonio	»	760,—	»	»	840,—	»
Ottone in barre	»	590,—	»	»	620,—	»
Alluminio in pani	»	880,—	»	»	950,—	»

SUNTI E SOMMARI (*)

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

C. C. Whipple, W. E. Jacobsen — **Un regolatore elettronico per un alternatore.** (Elec. Eng., giugno 1935, pag. 663 a 667 con 8 fig.). **3 c**

I principali inconvenienti che si lamentano negli ordinari regolatori di tensione a contatti vibranti sono la relativa lentezza dell'intervento e l'usura e conseguente necessità di manutenzione dei contatti stessi. Gli AA. descrivono un regolatore elettronico basato sull'uso di un tubo a vapore di mercurio con griglia di comando, studiato per evitare gli inconvenienti suddetti. Il tubo elettronico è connesso a uno speciale circuito a caratteristiche non lineari costituito da due circuiti in parallelo contenenti ciascuno una resistenza, una capacità e una reattanza a nucleo di ferro saturabile in serie. Se tale complesso è inserito fra i morsetti della macchina ogni inizio di elevazione della tensione sopra il valore prefissato si traduce in una variazione molto più grande della tensione agli estremi del circuito non lineare e questa tensione viene adoperata per far intervenire un dispositivo che regola la corrente di campo dell'alternatore e quindi la tensione ai morsetti. Ciò è ottenuto mediante l'intervento del tubo elettronico; la tensione agli estremi del circuito non lineare interviene su un circuito il quale produce uno sfasamento della tensione di griglia del tubo elettronico rispetto alla tensione anodica; ne segue una variazione della corrente che attraversa il tubo elettronico e le cose sono disposte in modo che tale variazione influisca sul circuito di campo in modo da correggere la tendenza alla variazione della tensione di macchina. Prove furono eseguite su un alternatore da 12 kW con variazioni da zero a pieno carico; senza regolatore la variazione di tensione risultava del 16,9 %, mentre col regolatore in funzione la variazione risultava appena del 0,17 %. I vantaggi principali di questo dispositivo di regolazione sono i seguenti: non vi sono parti in movimento che richiedano sorveglianza e manutenzione continua; l'apparecchio è silenzioso e può facilmente essere applicato a qualunque alternatore col solo intermediario di un trasformatore per adattare la tensione critica del circuito non lineare alla tensione normale di macchina; l'azione è praticamente istantanea e priva di fenomeni transitori o di oscillazioni pendolari; l'apparecchio non richiede alcuna sorgente estranea di energia nè l'impiego di particolari avvolgimenti sull'alternatore. In confronto agli altri tipi di regolatori elettronici messi in commercio quello descritto dagli AA. è assai più economico.

N.

W. W. Lewis — **La bobina di Petersen.** (Gen. Elec. Rev., aprile 1935, pag. 197-200). **3 d**

Gli elementi fondamentali sui quali è basata la bobina di Petersen sono assai semplici; essi sono illustrati dall'A. per mezzo di uno schema, che rappresenta un sistema con un generatore o trasformatore collegato a stella ed avente il neutro messo a terra attraverso una bobina Petersen. Ammettendo che una fase del sistema sia a terra, l'A., servendosi di un diagramma vettoriale, dimostra che, se l'induttanza della bobina è dimensionata in modo che la corrente della bobina eguagli in valore la corrente risultante dalle correnti di carica nelle due fasi non poste a terra, la corrente generata dall'arco a terra resta completamente neutralizzata e perciò l'arco stesso si spegne. Vi è inoltre nel circuito una piccola corrente in fase proveniente dalla resistenza della linea, ma di solito questa corrente è abbastanza esigua in confronto alle correnti in anticipo ed in ritardo, così che può essere trascurata. Tuttavia, in qualche caso speciale, ad es. quando una linea ad alta tensione ha conduttori di piccola sezione e di conseguenza grandi perdite per effetto corona, esiste la possibilità di sopprimere anche questa corrente in fase con mezzi ausiliari.

Per allargare le possibilità di adattamento della bobina Petersen e per poter tener conto anche degli eventuali cambiamenti delle lunghezze delle linee, è consigliabile di munire tali bobine di prese, che possono essere connesse a regolatori simili a quelli in uso per la regolazione del carico dei trasformatori, azionabili sia a mano sia elettricamente dal quadro di manovra. Per proteggere la bobina contro sovratensioni, essa viene munita di resistenze a tirite collocate nello stesso cassone, dimensionate per le durate di esercizio e corrispondenti a quelle della bobina medesima. Mentre in Europa, e particolarmente in Germania, la bobina di Petersen ha avuto larga diffusione (sono state installate all'incirca 1000 bobine per tensioni varie da 5000 a 220.000 volt), l'introduzione in America di essa è stata assai limitata, essendo colà molto in uso la messa a terra diretta delle reti. Nonostante ciò, alcune bobine di Petersen sono state pure installate in America da diversi anni con buoni risultati,

(*) Per i titoli delle riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

che l'A. dimostra servendosi di due tabelle riportate nell'articolo. Una terza tabella contiene i dati per il dimensionamento approssimativo delle bobine.
C. G. E. (*)

APPLICAZIONI VARIE.

L. A. Watson — **Regolazione automatica per laminatoio sbozzatore** (Elec. Eng., giugno 1935, pag. 656 a 660 con 8 fig.). 6 c

Vengono descritti recenti perfezionamenti apportati ai comandi elettrici dei laminatoi sbozzatori per lamiere. In particolare è descritto un laminatoio a tre cilindri e cinque passaggi, che viene alimentato con lingotti da 300 mm; i due primi passaggi sono fatti in semplice mentre negli ultimi due le lamiere sono accoppiate; il rullo mediano è mobile e viene spinto in alto o in basso dagli spostamenti della tavola di alimentazione. Il comando della macchina viene effettuato in modo automatico mediante la manovra di alcuni bottoni di pressione coi quali automaticamente i rulli si portano nelle condizioni corrispondenti ai successivi passaggi. Il comando automatico può anche essere sostituito da un comando a mano. Le cose sono poi disposte in modo che quando si sta per finire il quinto passaggio di un lingotto, si apre la porta del forno di riscaldo e un altro lingotto viene portato automaticamente al laminatoio, pronto in posizione di imbocco, nel tempo necessario perchè l'operaio prema il bottone che riporta il laminatoio nelle condizioni corrispondenti al primo passaggio. In questo modo le operazioni si susseguono colla maggiore celerità possibile. Viene anche descritto un altro dispositivo di manovra, analogo a questo, ma adatto per laminatoi a sette passaggi e comandato con due interruttori a pedali. Il sistema di comando descritto è molto elastico e suscettibile di prestarsi a molteplici variazioni per soddisfare a particolari esigenze. *N.*

M. Wilfart — **I relais fotoelettrici.** (Lux, aprile 1935, pag. 49-55, con 9 fig.). 6 c

L'A. descrive le parti essenziali ed il funzionamento dei relais fotoelettrici per poi trattare delle loro principali applicazioni industriali. Fra queste, la più importante è quella per il comando dei circuiti d'illuminazione pubblica che, cogli accorgimenti dettagliatamente esposti nell'articolo, presenta notevoli vantaggi rispetto agli altri sistemi di comando all'uopo usati. Assai interessanti sono pure le applicazioni di questi relais per il controllo del numero o della qualità o delle dimensioni di determinati oggetti, come pure quella per il controllo della densità del fumo dei camini degli stabilimenti, e quella per segnalare i pericoli d'incendio, di cui si hanno diversi esempi sui transatlantici. Di ciascuna delle applicazioni considerate è descritta la particolare disposizione adottata in pratica. *G. Co.*

Boillot — **Applicazione dell'elettricità alla manovra degli scambi ferroviari.** (R. G. E., 9 e 16 febbraio 1935, pag. 187-97 e 217-27). 6 c

Dai richiami storici sull'applicazione dell'elettricità alla manovra degli scambi, l'A. passa alla descrizione degli apparecchi relativi il cui compito è sempre duplice; muovere lo scambio e controllarne o segnalarne comunque la posizione. Le successive evoluzioni hanno portato alla creazione del tipo più complesso e più completo di circuito di manovra e di collegamento: la leva d'itinerario a combinatore meccanico che permette di costituire e di aprire in un fascio di binari un certo itinerario mediante la manovra di una sola leva e in un solo tempo. Il movimento degli apparecchi avviene per un gioco di combinazioni puramente meccanico e l'elettricità non interviene in questa fase che come agente di comando a distanza. D'altra parte essa svolge una funzione di primo ordine in quanto poi serve al controllo collettivo e simultaneo della posizione di tutti gli apparecchi; ciò che si verifica con la chiusura di un circuito unico che partendo dalla sorgente di energia approda al motore del segnale. L'A. descrive le istallazioni elettriche della nuova cabina di blocco impiantata a Parigi nella stazione della P. L. M. illustrando via via i vari circuiti e i grandi quadri di controllo schematico permanente della posizione degli scambi; illustra pure la disposizione dei diversi organi, dei servizi ausiliari, dell'impianto d'alimentazione e di soccorso, accennando infine rapidamente ai vantaggi dell'equipaggiamento elettrico nei confronti di quello esistente meccanico a leve individuali. *G. Co.*

J. L. Michaelson — **Un nuovo tipo di riflettometro.** (Gen. Elec. Rev., aprile 1934, pag. 194-196). 6 c

L'A. descrive un nuovo tipo di riflettometro destinato specialmente alla misura del potere di riflessione della carta per usi librari, essendosi trovato che tale misura costituisce un indice attendibile della qualità della carta stessa. Lo strumento è costituito essenzialmente da due fotocellule collegate in serie, una delle quali è illuminata direttamente, mentre l'altra riceve la luce riflessa dalla carta da analizzare; regolato l'apparecchio in modo che le due fotocellule ricevano la stessa quantità di luce, si sostituisce alla carta da analizzare un campione di noto potere riflettente; riportando le due cellule alla stessa intensità di illuminazione per mezzo di un diaframma, l'apertura di quest'ultimo dà direttamente, su apposita scala graduata, il potere riflettente della carta da analizzare, riferito al campione adoperato. L'uguaglianza di illuminazione delle due fotocellule è rivelata da un apposito microamperometro e quindi il risultato è indipendente dall'abilità dell'operatore. L'apparecchio presenta molti altri vantaggi, quali facilità di essere adoperato, rapidità e precisione delle misure, indipendenti sia dall'intensità della sorgente luminosa sia dalle diverse parti ottiche, ecc. *C. G. E.*

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

G. I. Babat — **Il raddrizzatore a vapore di mercurio con griglie di controllo ed anodo ausiliario.** (J. I. E. E. Londra, LXXVI, 460, aprile 1935, pag. 397-406, con 15 fig.). 10 c

Il raddrizzatore descritto dall'A. differisce da quelli con griglie di controllo sotto ogni anodo, perchè nel cassone è disposto un anodo in più senza griglia collegato col neutro del trasformatore di alimentazione. Lo scopo è di prolungare il flusso della corrente dopo che il potenziale di un anodo è diventato negativo mentre il successivo anodo non può ancora assumere la corrente perchè la griglia è negativa; il compito dell'anodo ausiliario cessa appena la griglia dell'anodo normale diventa positiva. Il comportamento del raddrizzatore viene analizzato teoricamente in modo da prevedere col calcolo: la componente continua della corrente raddrizzata e le armoniche sovrapposte, il fattore di potenza del trasformatore di alimentazione al primario ed al secondario, la capacità di sovraccarico, il fattore di distorsione nel secondario del trasformatore. Le induttanze sui secondari del trasformatore e sul circuito a C.C. del raddrizzatore modificano la forma rettangolare degli impulsi elettrici provenienti dagli anodi e creano delle sovrapposizioni fra le onde raddrizzate. In complesso la presenza dell'anodo neutro nel raddrizzatore migliorerebbe il rendimento del raddrizzatore ed anche il suo funzionamento, però non è indicato di quanto. *I. L.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Deposito elettrolitico dello zinco. (Engin., 24 agosto 1934, pag. 190-191). 13 b

L'articolo espone gli accorgimenti e le precauzioni da osservare per ottenere un deposito denso, uniforme e puro, dello zinco. Tali accorgimenti sono dati dai seguenti punti fondamentali: impiego di un elettrolito acido; assenza di impurezze metalliche, le quali potrebbero venire depositate con lo zinco o prima di esso; adozione di una densità di corrente elevata; circolazione efficace dell'elettrolito. Successivamente viene discusso sia l'effetto che si ottiene per la presenza nell'elettrolito di un po' di gelatina o di colloidi, che hanno azione favorevole, e sono considerate le condizioni per le quali il deposito può prendere l'aspetto di zinco spugnoso. *E. R.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

W. Rogowski, W. Fuchs — **L'inizio della scarica in un intervallo esplosivo sotto l'azione di radiazioni.** (Archiv f. Elektr., maggio 1935, pag. 362 a 370 con 2 fig.). 14 b

Gli AA. considerano anzitutto il caso di un intervallo esplosivo fra due elettrodi piani nella ipotesi che non influisca alcuna radiazione estranea capace di ionizzare lo spazio compreso fra gli elettrodi stessi. Tracciano in questo caso le curve caratteristiche della tensione e della corrente in funzione dell'intensità del campo al catodo e stabiliscono la condizioni di equilibrio durante la scarica consistente nell'ipotesi che per ogni elettrone emesso dal catodo, si produca di nuovo un altro elettrone in seguito all'urto sul catodo stesso degli ioni positivi generati durante la scarica. Introducendo poi l'ipotesi dell'intervento di una radiazione capace di produrre la ionizzazione nel mezzo, dimostrano come tale intervento alteri notevolmente le condizioni del fenomeno. La teoria svolta ampiamente per via analitica permette di chiarire alcuni punti relativi ai fenomeni della scarica specialmente in relazione allo innesco di essa. *N.*

H. Neuert, F. Kirchner — **Neutroni, positroni e deutoni.** (Archiv f. Elektr., giugno 1935, pag. 371 a 387 con 4 fig.). 14 b

Dopo avere richiamato alcune notizie di indole generale circa la fisica corpuscolare e la struttura della materia, gli AA. riassumono la storia della scoperta del neutrone prendendo le mosse dalle osservazioni compiute da Bothe e Becker nel 1930 intorno alla radiazione che si genera quando si bombardano con particelle α elementi di basso peso atomico. Vengono ricordati i successivi studi di Curie e Joliot e quelli di Chadwich che portarono a stabilire l'esistenza del neutrone. Sono poi riassunti i lavori sperimentali intesi alla determinazione della massa del neutrone in base ai bilanci energetici delle trasmutazioni molecolari derivanti dal bombardamento di nuclei con particelle α e formazione di neutroni; secondo le più recenti determinazioni basate su esperienze di trasmutazione dei deutoni sotto l'azione di raggi γ con formazione di neutroni, la massa di questi

ultimi sarebbe di 1,0080 ± 0,0005. I neutroni servono molto bene come proiettili per le esperienze di bombardamenti nucleari e in proposito sono fra l'altro ricordate le esperienze di Fermi e specialmente la formazione di elementi a numero atomico superiore a 92.

Successivamente è esposta la storia della scoperta del positrone mettendo in evidenza particolarmente le decisive esperienze di Blackett e Occhialini. Gli studi di Thibaud hanno permesso di stabilire che la carica specifica e/m del positrone è compresa fra 0,5 e 2 volte quella dell'elettrone. La scoperta del positrone è derivata da studi sui raggi cosmici ma in seguito si è riconosciuto che è possibile generare positroni anche coll'impiego di raggi γ; si ha così un nuovo fenomeno che collega la materia coll'energia radiante. Successivamente si riconobbe che la formazione di positroni è assai frequente nelle esperienze di produzione di radioattività artificiale. In ultimo gli AA. si occupano dell'idrogeno pesante o deuterio di cui rifanno la storia della scoperta ed espongono le ricerche sulla massa e sulla struttura del deutone e le principali proprietà dell'acqua pesante. *N.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

H. Sequenz — **Osservazioni sull'equazione del ciclo di isteresi** (Archiv f. Elektr. giugno 1935 pag. 387 a 394 con 6 figg.) **15 a**

L'A. ricorda anzitutto le varie formule proposte in passato per rappresentare analiticamente il ciclo di isteresi a partire da quelle di Müllendorf nel 1907. Riprendendo in esame tale problema esamina poi separatamente il caso di campi magnetici deboli e di campi di intensità elevata. Nel primo caso ogni raggio vettore tracciato dall'origine interseca il ciclo in un solo punto cosicchè si presenta opportuna la rappresentazione analitica in coordinate polari. Espone come si possa arrivare a determinare tale equazione polare e come se ne possano dedurre le formule pel calcolo delle perdite di isteresi e l'espressione della permeabilità in funzione dell'intensità del campo o dell'induzione magnetica. Nel caso di campi magnetici intensi vi sono numerosi raggi vettori che intersecano la curva del ciclo in tre punti diversi. L'A. dimostra come, con opportuni artifici, si possa anche in tal caso far ricorso alla rappresentazione analitica in coordinate polari. L'impiego pratico delle formule proposte è illustrato mediante alcuni esempi numerici. In ultimo sono esposte alcune considerazioni circa la possibilità di rappresentazioni analitiche del ciclo di isteresi in coordinate cartesiane considerando la curva del ciclo come risultante dalla sovrapposizione di due curve una delle quali simmetrica rispetto ai due assi coordinati. *N.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

G. Kron — **Applicazione dei tensori allo studio delle macchine elettriche rotanti - Parte I: L'algebra dei numeri ipercomplessi.** (Gen. Elec. Rev., aprile 1935, pag. 181-191). **16 d**

L'efficacia del calcolo tensoriale, come metodo di indagine, può essere messa in evidenza da diversi punti di vista. Se si conosce l'equazione scalare del fenomeno fisico che ha sede in un elemento semplice di un sistema, l'equazione tensoriale, per un sistema avente un numero qualsiasi di gradi di libertà, ha la stessa forma dell'equazione scalare per un solo grado di libertà, con la differenza che ciascun termine scalare viene sostituito da un numero ipercomplesso. Nella notazione tensoriale è mantenuta automaticamente una chiara rappresentazione fisica del fenomeno, indipendentemente dalla complessità del sistema. Intere macchine, o reti di distribuzione, possono così essere rappresentate da un simbolo unico, da manipolare come se si trattasse di semplici impedenze. La stessa equazione tensoriale, con l'aiuto del concetto di « trasformazione di coordinate », può servire per un'infinita varietà di casi, in cui qualitativamente capitano gli stessi fenomeni. Per esempio le medesime equazioni valgono per tutti i tipi di macchine rotanti, indipendentemente dal tipo delle loro connessioni interne.

È assai semplice e agevole, applicando l'algebra dei tensori, risalire da un caso particolare al caso più generale, cosa che ben difficilmente è possibile con gli ordinari sistemi d'indagine. Nello studio di sistemi assai complicati, come quelli costituiti, ad esempio, da un complesso di macchine rotanti, di linee di trasmissione, di reti di distribuzione, di regolatori e sistemi meccanici o acustici, tubi a vuoto ecc., la nozione di tensore permette di suddividere il sistema nelle sue parti componenti, di analizzarle separatamente, come se le altre parti non esistessero e poi di comporre insieme i risultati.

Per l'applicazione dell'algebra dei numeri ipercomplessi alle macchine elettriche, è necessario partire dalla nozione di « diadica » di Gibbs e dalla nozione di « matrice ». A ciascun elemento (circuito) di un sistema complesso si attribuisce un vettore unità rappresentato da una lettera (scritta in un carattere speciale), e si ammette che ogni tensione o corrente posseggano uno di questi vettori, e che ogni simbolo di impedenza ne possegga due. Le lettere rappresentative dei vettori vengono scritte a fianco di simboli di tensione, corrente o impedenza. Vengono così introdotti due sistemi numerici: i « Vettori », somme di termini, ciascuno dei quali possiede un solo vettore unità, e le « Diadiche », somme di elementi dotati di due vettori unità. Scrivendo gli elementi di una « Diadica » disposti in quadrato si ottiene una « Matrice ». Gli elementi di un vettore possono essere un numero n qualsiasi, e quelli di una diadica n^2. Per n eguale a 1 si hanno gli ordinari termini scalari. Estendendo il concetto di « diadica », si hanno le « triadiche » e le « poliadiche », i cui elementi posseggono tre o rispettivamente più vettori unità. Il numero di vettori unità di ciascun elemento di una poliadica si chiama rango della poliadica.

Si dimostra facilmente che, se l'equazione di un fenomeno è nota per il caso più semplice, la stessa equazione si applica a qualunque caso complesso, sostituendo agli scalari gli appropriati vettori n-dimensionali, diadici, triadici, ecc. Così, ad esempio, l'equazione di Bewleyy per le onde viaggianti su un sistema di trasmissione, si ottiene rapidamente col calcolo tensoriale come se si trattasse di un semplice circuito possedente resistenza, conduttanza di dispersione, induttanza e capacità, evitando tutte le difficoltà analitiche e seguendo strettamente il ragionamento del caso più semplice, mentre col solito metodo tradizionale il lavoro analitico risulta estremamente faticoso ed ingombrante. *C. G. E.*

O. Specchia, N. Dallaporta — **L'idrogeno pesante.** (L'Elettrot., 25 febbraio 1935, pag. 122-127, con 10 fig.). **16 c**

Viene ricordata anzitutto la storia della scoperta dell'idrogeno pesante e sono riportati i risultati degli studi più recenti intorno alla determinazione delle principali caratteristiche del nuovo isotopo dell'idrogeno, insistendo particolarmente sulle caratteristiche spettroscopiche. È fatto cenno dei metodi di preparazione dell'idrogeno pesante e delle proprietà dei suoi derivati chimici e in particolare dell'acqua pesante. In ultimo è illustrato l'impiego del diplone nelle esperienze di disintegrazione degli elementi. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

J. M. Sandford e J. M. Waldram — **Le costanti di tempo delle lampade a filamento di tungsteno per insegne, segnalamenti e fari.** (J. G. Light, aprile 1935, pag. 109-118, con 16 fig. e 4 tab.). **19 d**

È noto che quando si accende o si spegne una lampada occorre un certo tempo affinchè il filamento si porti al suo splendore massimo o cessi dall'essere luminoso. Gli AA. chiamano questi intervalli di tempo, rispettivamente, « periodo d'incandescenza » e « periodo di negrescenza » e così pure « curva d'incandescenza » e « curva di negrescenza » le curve che stanno a rappresentare la variazione dell'intensità luminosa in funzione del tempo nei detti periodi. Queste curve sono state determinate sperimentalmente dagli AA., seguendo un metodo fotoelettrico che è descritto nell'articolo, per tutti i tipi di lampade ad incandescenza nel gas attualmente fabbricate, e si è accertato che, fra i fattori che influenzano il loro andamento, ha maggior peso il diametro del filamento, e quindi la corrente di taratura delle lampade. Peraltro, è da notare che le caratteristiche del circuito di alimentazione di una lampada possono influire grandemente sul « periodo d'incandescenza ». I risultati ottenuti possono con buona approssimazione riassumersi in due relazioni empiriche ($T_i = 0{,}138\ I^{0,73}$; $T_n = 0{,}059\ I^{0,68}$) che esprimono, rispettivamente, la durata del « periodo d'incandescenza » T_i e del « periodo di negrescenza » T_n in funzione della corrente di taratura I. Gli AA. hanno accertato che queste relazioni valgono per tutti i tipi di lampade salvo alcuni tipi speciali (ad esempio, per quelle fabbricate per funzionamento a bassissima tensione) ed hanno pure ritrovato sperimentalmente le costanti di tempo accennate in alcuni casi particolari (lampade usate, lampade disposte in serie con resistenze). La somma delle conoscenze così acquisite viene poi utilizzata dagli AA. per istituire una serie di interessanti considerazioni sulle insegne, sui dispositivi di segnalamento e sui fari. *G. Co.*

R. Edler — **I regolatori ohmici della luce.** (Lichttech, 21 aprile 1935, pag. 5-7, con 2 fig. e 3 tab.). **19 e**

È noto che nelle sale cinematografiche, nei teatri, ecc., le lampade non vengono accese o spente bruscamente ma che si passa per gradi dalla piena luce all'oscurità o viceversa. All'uopo si fa variare la tensione applicata al circuito di alimentazione delle lampade, e conseguentemente il flusso luminoso di queste in modo che sia soddisfatta una nota legge fondamentale fisiologica (Weber-Fechner) sulla intensità delle nostre sensazioni in funzione della grandezza dello stimolo. Fra i dispositivi che servono allo scopo indicato, il più antico è il regolatore ohmico del cui calcolo si occupa l'A., corredando l'esposizione di tabelle, di un grafico e di un esempio numerico. *G. Co.*

E. Lax — **Il valore dell'equivalente meccanico della luce.** (Licht, aprile 1935, pag. 76-77, con 1 tab.). **19 f**

Per il cosidetto equivalente meccanico della luce si trovano, nella letteratura tecnica, valori compresi fra 0,00135 e 0,00153 W/HLm. Recentemente, sono state fatte, al riguardo, altre determinazioni. Da una parte, Krefft e Pirani, considerando l'irraggiamento di una lampada a vapori di sodio e ponendo uguale a 0,765 il coefficiente di visibilità della doppia riga gialla del sodio, hanno trovato che il valore della visibilità (inversa dell'equivalente meccanico della luce) è, con una approssimazione del ± 5 %, di 694 HLm/W. D'altra parte, Wensel, Roeser, Barbrow e Caldwell, con-

siderando l'irraggiamento del corpo nero al punto di fusione del platino (2046° K), hanno calcolato che l'equivalente meccanico della luce è pari a 0,001602 W/Lm, cioè a 0,001444 W/HLm (visibilità uguale a 693 HLm/W). Questo valore può ritenersi esatto, tenuto conto di tutte le cause di errore (compresa quella insita nel passaggio dalle unità di misura fotometriche internazionali alle unità Hefner) con un'approssimazione del ± 2 %. Determinato il valore dell'equivalente meccanico della luce, il secondo gruppo di ricercatori ha poi calcolato, in base alla legge di Planck, i valori dello splendore del corpo nero alle diverse temperature, e i risultati di questi calcoli, tradotti in unità Hefner, sono raccolti nella tabella che correda l'articolo. *G. Co.*

P. BONETTI — **Limiti di convenienza economica nell'impiego delle lampade a luminescenza.** (L'En. Elettr., giugno 1935, pag. 456-460). **19 d**

Appartengono alla categoria delle lampade a luminiscenza o a vapori metallici le lampade a vapore di sodio e quelle a vapori di mercurio ad alta pressione (da 100 a 1000 mm di colonna di mercurio) le quali sono più costose delle lampade a incandescenza, ma di assai maggiore durata e di più elevato rendimento. Ne viene che vi deve essere una condizione limite di convenienza economica nell'impiego delle lampade a luminiscenza nel rispetto di quelle a incandescenza in gas inerte. Queste ultime hanno un rendimento da 10 a 20 lumen per watt, mentre per le lampade al sodio si arriva a 43 o 50 lumen per watt, e per quelle a mercurio fra 36 e 50 lumen per watt; il fattore di potenza che è uguale ad 1 nelle lampade a incandescenza, scende a 0,30 per quelle al sodio alimentate in derivazione e fra 0,50 e 0,60 per quelle al mercurio pure alimentate in derivazione. La maggior tensione di esercizio delle lampade a luminiscenza fa sì però che l'intensità di corrente e quindi le perdite ohmiche in linea risultino minori per le lampade a luminiscenza nonostante il minore fattore di potenza. L'A. scrive le relazioni che esprimono gli importi di spesa annua per la illuminazione di un dato ambiente con lampade a luminiscenza o ad incandescenza, espressioni che risultano ciascuna costituita da 3 termini: spesa per la sostituzione delle lampade, costo dell'energia e oneri analoghi, quota annua di manutenzione e ammortamento dell'armatura. Deduce che il risparmio per ogni ora di accensione dato da una installazione con lampade a luminiscenza rispetto a quella con lampade a incandescenza, è una funzione lineare del prezzo lordo dell'energia ed è tanto più elevato quanto minore è la potenza unitaria assorbita dalle lampade a luminiscenza rispetto a quelle a incandescenza e quanto minore è per la lampada a luminiscenza il rapporto fra il costo di una lampada e la sua durata in ore, rispetto allo stesso rapporto per la lampada ad incandescenza. Un esempio numerico serve a mettere in evidenza l'ordine di grandezza delle variabili che influiscono sulla valutazione. *Ri.*

R. W. COST — **L'illuminazione moderna delle carrozze ferroviarie e tramviarie.** (Tr. Ill. Eng. S., aprile 1935, pag. 331-350, con 11 fig. e 1 tab.). **19 b**

L'A. descrive gli impianti d'illuminazione delle carrozze ferroviarie costruite durante gli ultimi anni negli Stati Uniti. È stato preferito il sistema d'illuminazione a luce indiretta come quello che, come appare anche dagli schemi e dalle fotografie riportate, armonizza di più con le linee moderne delle carrozze e che risulta più confortevole per l'occhio. L'A. tratta poi del problema della manutenzione dell'impianto che in tal caso, essendo il rendimento del sistema adottato di per sè stesso basso, acquista una notevole importanza. *G. Co.*

G. R. LAWALL e W. M. POTTER — **Il calcolo delle insegne a luce trasmessa.** (Tr. Ill. S., maggio 1935, pag. 385-402, con 18 fig.). **19 b**

Gli AA. riferiscono sulle esperienze fatte per individuare i fattori che determinano la leggibilità ed il potere attrattivo di quelle insegne a luce trasmessa in cui la dicitura o la figurazione pubblicitaria si stacca in nero contro lo sfondo luminoso. In base ai risultati ottenuti si sono costruiti alcuni grafici che possono essere utilizzati, come mostrano gli AA. in alcuni esempi, per facilitare il calcolo delle insegne considerate. *G. Co.*

O. H. KNOLL — **Sulla misura delle proprietà riflettenti dei rivestimenti delle pareti degli interni.** (Licht, marzo, aprile e maggio 1935, pag. 69-70, 89-91 e 111-112, con 7 fig. e 1 tab.). **19 f**

La determinazione delle proprietà riflettenti delle tappezzerie, dei tendaggi, ecc., a tinta e disegno non uniformi presenta difficoltà in quanto, se fatta con gli ordinari metodi, conduce alla conoscenza o del coefficiente di riflessione del particolare provino esaminato o del valor medio dei coefficienti di riflessione dei diversi provini considerati. Per avere un risultato più rispondente alla realtà e, nello stesso tempo, per raggiungere tale risultato con una sola misura, l'A. ha ideato uno speciale apparecchio che, nella sua forma definitiva, è costituito da un cilindro cavo. In una delle basi di questo cilindro è praticata una finestra fotometrica la quale è sottratta, mediante uno schermo, alla luce diretta di una lampadina, che si può spostare lungo l'asse del cilindro fino a quella posizione ottima ch'è determinata nell'articolo; le pareti interne del cilindro vengono invece completamente rivestite col materiale in prova. È intuitivo che, quando si è determinata la costante dell'apparecchio con un materiale di rivestimento più adatto al caso e di cui si conoscono le proprietà riflettenti, la misura è perfettamente identica a quelle che si effettuano coi fotometri integratori. *G. Co.*

IMPIANTI.

La centrale termica di Trebovice in Cecoslovacchia. (Engin. 19 ottobre, 2 e 30 novembre e 21 dicembre 1934, pag. 12, con 45 fig.). **20 f**

L'articolo descrive dettagliatamente la centrale termica di Trebovice, sul fiume Oppa, presso Viktovice. L'impianto generatore è costituito da tre caldaie Loeffler, ciascuna a tre cilindri evaporatori, le quali alimentano due gruppi turbo alternatori da 30.000 kVA, ciascuno. Le caldaie funzionano con carbone polverizzato, disseccato, contenente dal 12 a 18 % di ceneri. Il vapore è prodotto alla pressione di 129 kg/cm² ed alla temperatura di 500° C, e circola a mezzo di una pompa centrifuga da 800 kW girante a velocità che può variare da 2000 a 7000 giri al minuto. Completano l'equipaggiamento generatore un surriscaldatore, in acciaio al molibdeno, ed un preriscaldatore, il quale riscalda alla temperatura di 260° C, l'aria necessaria alla combustione. Le caldaie hanno un rendimento dell'80 % e sono alimentate da tre pompe centrifughe, di cui due sono azionate elettricamente, a 3000 giri al minuto. Le turbine a vapore sono del tipo ad azione, Curtiss; distribuite ciascuna su tre corpi con un totale di 24 salti di pressione. Gli alternatori da 30.000 kVA a 6300 V, 50 p/sec, 3000 giri al minuto; hanno lo statore in ghisa, in un sol pezzo, sono raffreddati a circolazione d'aria. Essi sono collegati a due trasformatori elevatori a 110.000 V, del tipo all'aperto, con l'alta tensione connessa alle sbarre principali, con l'intermediario di opportuni interruttori. *E. R.*

L'impianto dello Schluchsee nella selva nera nel Baden. (Schweizerische Bauzeitung, 9 febbraio 1935). **20 c**

Si tratta di un complesso di impianti, che a lavori ultimati, conterrà una potenza installata di 400 000 kW e potrà fornire 500 000 000 kWh all'anno. Sono stati finora costruiti 2 impianti, che sono quelli più a monte, e precisamente il primo che utilizza le acque del serbatoio artificiale dello Schluchsee nella centrale di Häuser su di un salto di circa m 200 e il secondo impianto che utilizza le acque di scarico della centrale precedente su un salto di m 130 nella centrale di Eichholz. Il lago dello Schluchsee, col pelo d'acqua a m 930 sul mare, ha un bacino imbrifero di km² 72 e una capacità di 108 000 000 m³. La diga di sbarramento, che ha servito per sopraelevare il pelo d'acqua dal laghetto naturale per m 29, è costruita in calcestruzzo, del tipo a profilo triangolare con altezza massima sulla fondazione di m 65,5. Dal lago parte la galleria di derivazione, lunga km 6, a sezione circolare e sotto carico; la velocità dell'acqua è di 6,5 m/sec e la pressione è di circa 8 atm. All'estremità della galleria si trova la camera di carico e il pozzo piezometrico, di 10 m di diametro e 85 m di altezza. Vi sono 2 tubazioni forzate, a ciascuna delle quali corrispondono nella centrale 2 gruppi generatori ad asse verticale, costituiti da turbine Francis da 22 m³/sec ciascuna accoppiate ad alternatori da 32 000 kVA, 10,5 kV. Sullo stesso asse verticale delle macchine, inferiormente alla turbina, è installata una pompa da 6 a 7 m³/sec con prevalenza di 200 m e di 9,8 m³/sec con prevalenza di 170 m. Il generatore può funzionare come motore sincrono (colla turbina che gira a vuoto) azionando la pompa per accumulare l'acqua nello Schluchsee nei periodi di basso carico. Alla centrale di Häuser fa seguito un bacino di compensazione, da cui parte la galleria di derivazione dell'impianto di Eichholz il quale contiene 2 gruppi con turbina Francis da 14 m³/sec accoppiata ad alternatore da 17 500 kVA, 10,5 kV. Il comando della centrale di Eichholz è eseguito a distanza dalla centrale di Häuser. *Ri.*

MACCHINE A COLLETTORE.

CH. LAMBOEUF — **Dinamo a caratteristica deformata per saturazione.** (R. G. E., 26 gennaio 1935, pag. 109-116). **25 c**

Se si vuole in una dinamo raggiungere in buone condizioni di stabilità valori al di sotto della metà della tensione normale occorre deformare la caratteristica in modo che la curva appaia spezzata al disotto del limite inferiore della tensione di funzionamento. Ciò si può ottenere per mezzo di una saturazione supplementare in una sezione di ferro ridotta situata in un punto qualunque del circuito magnetico. Le disposizioni pratiche per realizzare tale soluzione sono svariate: indotti aventi alcuni denti più alti dei normali; poli laminati con fogli più lunghi sporgenti nel traferro; poli con sezione d'attacco alla carcassa ridotta mediante un incavo al centro. L'A. illustra rapidamente questi sistemi, analizzandoli specialmente dal punto di vista della stabilità della caratteristica che ne deriva; ma si sofferma con particolare diffusione sull'uso degli shunt magnetici, di cui traccia la teoria e descrive le possibili realizzazioni costruttive. Le dinamo a shunt magnetico, oltrechè come ammortizzatore per motori a marcia reversibile, possono trovare applicazione (potendosi raddrizzare verso la verticale il ramo obliquo

della caratteristica ed avere una tensione rapidamente crescente per piccole variazioni dell'eccitazione) come regolatore astatico di tensione, di corrente, di velocità, ecc. Infine lo shunt magnetico si può applicare anche ad altri apparecchi ottenendo ad esempio relais funzionanti allorquando si raggiungono determinati valori del flusso. *G. Cc.*

MATERIALI.

Sykes e Bampfylde — **Proprietà fisiche delle leghe di ferro e alluminio.** (Engin., 23 novembre 1934, pag. 578-580, con 4 fig.). **26 c**

Nei forni elettrici ad alta frequenza, impiegati per la fabbricazione delle leghe, possono provocarsi ossidazioni, sia durante l'operazione che nella colata. Per evitare ciò varie precauzioni sono state escogitate, e gli Autori le mettono chiaramente in evidenza nell'articolo, assieme ai procedimenti impiegati per la fabbricazione di tali leghe. Tavole e diagrammi mettono in rilievo le proprietà meccaniche dei prodotti ottenuti — aventi da 0 a 16 % di alluminio. — Da esse si rileva la notevole influenza delle impurezze, come il carbone, e la diminuzione, relativamente piccola, del peso specifico. La resistenza, invece, aumenta col tenore in alluminio, e con la temperatura. Sono state pure eseguite prove di resistenza alla corrosione, in presenza di acqua di mare, e prove di ossidazione con temperature elevate. *E. R.*

R. S. Estey e R. A. Miller — **La trasmissione delle radiazioni solari attraverso i vetri antitermici.** (Tr. Ill. Eng. S., maggio 1935, pag. 403-410, con 4 fig.). **26 v**

I vetri di cui si tratta nell'articolo sono impiegati per le finestre di quegli edifici in cui interessa intercettare la maggior parte possibile del calore solare senza che ne scapiti notevolmente l'illuminazione naturale degli interni. Quelli considerati dagli AA. hanno uno spiccato potere trasmittente per le radiazioni visibili ed un forte potere assorbente per le radiazioni infrarosse ed ultraviolette; ciò è dovuto alla presenza, nella massa di questi vetri, di ferro, nelle due forme ferrosa e ferrica. Gli AA., dopo aver parlato della composizione dell'energia raggiante solare e della sua trasmissione attraverso i vetri antitermici, riportano vari dati (indicando anche il modo con cui ricavarli) relativi ad alcuni tipi dei vetri considerati. *G. Co.*

A. Kusmann — **Ricerche e progressi nel campo dei materiali ferromagnetici.** (Archiv f. Elektr., maggio 1935, pag. 297 a 332 con 41 fig.). **26 d**

Vengono richiamati anzitutto i progressi di ordine teorico e sperimentale compiuti nello studio e nella interpretazione dei fenomeni magnetici; questi studi, connessi a quelli metallografici hanno permesso di arrivare a stabilire un rapporto fra le proprietà magnetiche di un materiale e la sua fine struttura interna e in particolare colle condizioni del suo reticolo cristallino. In linea di massima si può ritenere che l'andamento delle proprietà in relazione a campi intensi (cioè in condizioni di saturazione) dipendono principalmente dalle proprietà cristallografiche-chimiche del reticolo cristallino mentre il principio e la parte mediana della curva di magnetizzazione sono piuttosto in relazione colle deformazioni del reticolo stesso e cioè colle tensioni interne che ne derivano. La conoscenza di tali relazioni ci mette in grado di influire in modo notevole sulla forma della curva di isteresi di un materiale agendo in vario modo sulle tensioni interne (in intensità, in direzione, ecc.) del materiale stesso. Specialmente importante a questo riguardo sono le tensioni interne derivanti dalla formazione di una rete cristallina eterogenea. Utilizzando tali principi si è oggi arrivati a disporre di materiali che coprono un campo di forza coercitiva che va da 0,01 a 1000 oersted, che raggiungono valori massimi della permeabilità di 600.000 e di proprietà svariatissime. Non sembra probabile che si possano verificare nei prossimi anni altri progressi importanti salvo in qualche caso particolare. Gli AA. passano in rassegna i diversi materiali magnetici attualmente in uso e per ciascuno di essi riportano estesamente notizie e informazioni di carattere applicativo. *N.*

MISURE.

R. W. Sorensen, J. E. Hobson, S. Ramo — **Il voltmetro o spinterometro a sfere.** (Elec. Eng., giugno 1935, pag. 651 a 656 con 10 fig.). **28 b**

Se le sfere di una spinterometro sono montate in modo che sia possibile misurare le forze che si manifestano fra esse in seguito all'applicazione di una differenza di potenziale, l'apparecchio può essere usato come un voltmetro di tipo elettrostatico. Secondo gli AA. tale metodo presenterebbe notevole vantaggio sull'impiego ordinario dello spinterometro a distanza esplosiva. Non è necessario apportare alcuna correzione per la temperatura, la densità dell'aria o l'umidità non essendo la costante dielettrica dell'aria affetta in modo praticamente sensibile da tali condizioni. L'esperienza ha dimostrato che il dispositivo dà risultati costanti e concordanti, senza presentare quei valori « erratici » che appaiono col solito sistema della scarica esplosiva. I risultati sono pochissimo influenzati dalla presenza anche di grandi superficie messe a terra, avvicinate fino a quasi la distanza esplosiva. Dalla misura della forza che si manifesta e dai valori delle dimensioni delle sfere, della loro distanza e della costante dielettrica del mezzo, si può risalire con formule esatte al valore della differenza di potenziale applicata alle due sfere. Viene descritta l'installazione eseguita nel California Institute of Technology con sfere di alluminio di un metro di diametro; una delle sfere è sostenuta da un'asta rigida pendente dal soffitto del locale e la sua posizione può essere regolata così da variare l'intervallo da 0 a 150 cm; l'altra sfera è sospesa con quattro fili disposte in due paia ciascuno dei quali forma un V col vertice attaccato ad un'asta orizzontale che sorregge la sfera; il movimento poteva essere misurato osservando con un catetometro un filo sottile portato dall'altra estremità dell'asta. La sensibilità del dispositivo descritto è tale che può essere facilmente rivelata una variazione di meno di mezzo grammo nella forza mutua fra le due sfere, mentre praticamente le forze in gioco sono dell'ordine di 100 a 400 grammi; questa sensibilità è tale che avvicinando gradatamente la sfera portata dall'asta rigida a quella sospesa coi fili l'istante in cui avviene il contatto fra le due sfere può essere determinato in base al movimento della sfera sospesa più esattamente che in base al contatto elettrico o con qualunque altro metodo noto. È riportata brevemente la teoria dell'argomento e sono riportate notizie sulle misure eseguite col nuovo dispositivo. *N.*

A. Blaha — **I problemi degli impulsi elettrici.** (R. G. E., 16 e 23 febbraio 1935, pag. 209-15 e 245-53). **28 b**

Ammessa una certa analogia tra un impulso elettrico e « choc » fisiologico, e messa in evidenza l'importanza che in questi fenomeni dervia dall'applicazione brusca delle variazioni di sforzo e dallo spostamento brusco di grandi quantità di energia come si verifica nelle scariche elettriche, l'A. illustra le caratteristiche di un generatore di onde a fronte molto ripido (condensatore con scaricatore) a scopo sperimentale per la prova di isolatori o di parafulmini. Egli mostra così come si possa realizzare un'onda d'impulso di caratteristiche date, e come si possa farne la registrazione mediante l'oscillografo a raggi catodici, prese tutte le precauzioni per evitare l'influenza delle oscillazione dei circuiti di misura e di alimentazione e superate le difficoltà che si presentano allochè sono in giuoco tensioni molto elevate.

Illustra quindi il montaggio da adottarsi allorchè si voglia modificare il fronte e la coda dell'onda e discute l'influenza che sui risultati esercitano la terra e la presenza di altri circuiti connessi al generatore di onde, quali possono essere le linee in parallelo sull'apparecchio stesso, e infine l'influenza del rendimento del generatore poichè spesso non si fa sufficiente distinzione tra la tensione di carica e quella di cresta delle onde che si ottengono. A questo scopo sono stati tracciati alcuni diagrammi che permettono opportune correzioni dei valori delle costanti del circuito in esame.

Tratta poi della produzione di onde ad altissima tensione ottenibili con generatori a più stadi: si ammette che la scarica sia istantanea ma effettivamente, a causa della capacità e della resistenza dello scaricatore il fenomento ha una durata finita; questo introduce una nuova causa di errore di cui l'A. indica il modo di valutazione. *G. C.*

A. Wallraff — **Deformazioni dell'estremità del fascio catodico nel caso di ampie deviazioni.** (Archiv f. Elek., maggio 1935, pag. 351 a 356 con 4 fig.). **28 c**

È noto come negli oscillografi catodici quando si realizzano deviazioni molto ampie del fascio elettronico, si verifichi una deformazione della macchia terminale sullo schermo costituita dalla estremità del fascio elettronico stesso. L'A. studia numericamente l'importanza del fenomeno, nella ipotesi che il fascio elettronico costituisca, in assenza dei campi deviatori, un fascio conico a sezione circolare col vertice sullo schermo il quale è supposto piano; viene pure supposto che i singoli raggi entrino nel campo deviatore tutti colla stessa velocità. Considera dapprima il caso della deviazione elettrostatica e dimostra come l'ingrossamento della traccia sullo schermo cresca in proporzione quadratica colla ampiezza della deviazione e in proporzione inversa alla distanza fra il campo e lo schermo; si verifica un minimo di deformazione quando la lunghezza del campo deviatore è eguale alla distanza fra il campo e lo schermo. La deformazione della traccia si verifica quasi esclusivamente nella direzione stessa della deviazione; si può diminuire la deformazione facendo uso di elevate differenze di potenziale anodo-catodo e di piccole tensioni di deviazione. Nel caso della deviazione ottenuta per mezzo di un campo magnetico, la deformazione cresce in proporzione quadratica colla tangente dell'angolo di deviazione ed è proporzionale al diametro del fascio che entra nel campo deviante. La deformazione è maggiore (circa tre volte tanto) nella direzione della deviazione ma è sensibile anche nella direzione ad essa perpendicolare. Se il fascio elettronico non è messo a fuoco bene sullo schermo in modo che, in assenza dei campi deviatori, il vertice del cono si trovi davanti o dietro allo schermo e su di esso si abbia quindi una macchia rotonda di diametro apprezzabile, l'azione deformante dei campi deviatori si sovrappone ad essa e in qualche caso si può avere, con intensità di campo crescente, dapprima un rimpicciolimento della macchia e poi di nuovo un allargamento. L'A. calcola anche i valori effettivi delle deformazioni della traccia sullo schermo in alcuni casi numerici particolari. *N.*

CRONACA TECNICA

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

14 b **La costante di Hall per il potassio, il sodio ed il cesio** è stata accuratamente determinata con esperienze descritte in *Phys. Rev.*, del 15 febbraio, 1935, pag. 291. L'esperienze furono condotte su campioni purissimi di metalli alcalini, ottenuti distillando il metallo nel vuoto, e contenuti in piccoli recipienti di pyrex. Le costanti risultarono: per il sodio — 0,0021, per il potassio 0,0042 e per il cesio 0,0078. L'effetto di Hall risultò sempre indipendente dalla intensità di corrente nel campione e anche dall'intensità del campo magnetico, non essendosi potuto osservare alcuna variazione per campi fino a 20.000 gauss. Il valore delle costanti trovate è risultato per il litio e per il sodio in soddisfacente concordanza coi risultati della teoria di Sommerfeld e Frank. *Ri.*

MISURE.

28 b **Misure di radioattività nell'aria** sono descritte in *Nuovo Cimento*, gennaio 1935, pag. 26. Lo scopo delle ricerche era quello di confrontare i valori forniti dall'apparecchio Aliverti funzionante in corrente continua con quelli che si ottengono funzionando a corrente alternata. Si è riconosciuto che l'apparechio dà risultati presso a poco concordanti nei due casi; il rapporto delle misure coi due sistemi è risultato di 0,925. La causa di allontanamento dall'unità di tale rapporto è stata individuata in una leggera deposizione di atomi attivi anche sulla parete dell'apparecchio. In generale l'uso della corrente continua è preferibile. Sono fornite alcune notizie sulla tecnica da usare per il migliore impiego dell'apparecchio. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 v Delle **applicazioni delle sorgenti artificiali di radiazioni ultraviolette** parlano Korda e Roger in *Lux* del febbraio 1935, soffermandosi su alcune di carattere particolare: applicazione nei pollai, irradiazione delle piante (acquatiche, da serra, d'appartamento), ecc. *G. Co.*

19 b In *J. G. Light* del febbraio 1935 si parla dello **impianto sperimentale con lampade a vapori di sodio** effettuato su un tratto dell'autostrada Roma-Ostia, rilevando le caratteristiche delle lampade all'uopo usate e quelle elettriche e fotometriche dell'impianto. *G. Co.*

19 f In *A. T. M.* del gennaio 1935 H. König passa in rassegna i **metodi della fotometria eterocromatica** e fornisce un copioso riferimento bibliografico su tale argomento. *G. Co.*

19 d In *Lux* del gennaio 1935 si riassumono gli **ultimi perfezionamenti delle lampade ad incandescenza** e, in particolare, si rilevano i vantaggi economici che discendono dall'utilizzazione delle nuove lampade in gas inerte con filamento a doppia spiralizzazione. *G. Co.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 v Il progetto di **elettrificazione della linea Paris-Le Mans**, appartenente alla rete francese dello Stato, è entrato nella fase esecutiva. Sono già stati ordinati: 28 locomotori 2 D 2 con comando individuale Brown Boveri; 42 locomotori B B e le sottostazioni di conversione. I lavori richiederanno circa 5 milioni di giornate di lavoro ed una spesa di 403 milioni di franchi. (*Trac. Elect.*, numeri 10-11, ottobre-novembre 1934). *V. D. Ma.*

41 g L'estensione della **trazione elettrica nell'Unione Sudafricana** va accentuandosi di anno in anno. Da Città del Capo, l'elettrificazione si estende fino a Bellville: è prevista la continuazione fino a Worcester ed oltre. Nel Natal, è elettrificata la linea principale Glencoe Junction-Cato Ridge. Un progetto, sottoposto all'approvazione del Parlamento Sudafricano, comporta la continuazione della elettrificazione di questa linea fino a Newcastle e l'elettrificazione della ferrovia secondaria Glencoe Junction-Vryheid. Con la realizzazione di questo progetto, la rete elettrificata del Natal avrà una lunghezza di 846 km. In tal modo, l'Unione Sudafricana si avvia ad avere la rete elettrificata più importante dell'Impero Britannico. (*Trac. Elect.* n. 10-11, ottobre-novembre 1934). *V. D. Ma.*

41 g **Esperimenti di trazione Diesel-elettrica** verranno fatti nell'Africa Equatoriale Francese sulla linea Congo-Oceano, inaugurata nel luglio 1934. Si tratta di una linea lunga 512 km, con scartamento di 1067 mm, pendenze massime del 20 ‰ e raggi minimi delle curve di 100 m. (*Trac. Elect.* n. 10-11, ottobre novembre 1934). *V. D. Ma.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Premi Jona e Bianchi.

In occasione della Riunione Annuale a Santa Margherita Ligure, si è proceduto alla assegnazione dei premi Jona e Righi.

Su proposta della apposita Commissione giudicatrice, relatore al Consiglio Generale il Prof. Lombardi, il premio Jona per l'ultimo biennio decorso fu assegnato al Prof. Giorgi specialmente in relazione all'opera da lui svolta in favore del sistema di unità che porta il suo nome e che ha riscosso recentemente, come è noto, la sanzione ufficiale internazionale.

Per il premio Righi, la Commissione, per la quale riferì S. E. Vallauri, propose l'assegnazione al Prof. Carrara.

Entrambi le designazioni incontrarono l'unanime, favorevolissima, approvazione del Consiglio e dell'Assemblea Generale.

Agli egregi Colleghi vanno certamente le congratulazioni e il plauso di tutti i consoci.

XL RIUNIONE ANNUALE

SANTA MARGHERITA LIGURE - 23-28 Settembre 1935-XIII

Cronaca della Riunione

La gravità del momento storico attraversato dal Paese e le difficoltà generali del momento potevano forse far temere che esse avessero ad esercitare una sfavorevole influenza sul Congresso di quest'anno.

Ma ogni preoccupazione in proposito si è dimostrata vana, tanto che possiamo con vivo compiacimento constatare, anche questa volta, l'ottimo successo della Riunione. L'affluenza dei soci è stata notevole e i lavori si sono svolti in modo perfettamente regolare; si può dire che la Riunione sia stata una caratteristica dimostrazione della calma fermezza che domina il Paese e della serenità che tutti i cittadini e i tecnici in particolare conservano davanti alle presenti difficoltà.

Al successo hanno contribuito molte cause diverse e innanzi tutto la importanza intrinseca del tema proposto, quello delle misure, che non può non interessare direttamente e grandemente larghissime schiere di tecnici sia che essi conducano una attività di studio e di ricerche nei laboratori, sia che si trovino a dover affrontare gli ardui problemi dell'industria o della costruzione del macchinario o degli impianti elettrici. L'interesse suscitato dal tema è stato ben dimostrato dall'elevato numero di memorie e relazioni presentate (oltre 60) su argomenti assai svariati, e dalla larga partecipazione alle discussioni da parte di colleghi appartenenti a diversissimi campi della elettrotecnica.

Per chi ama veramente la nostra Associazione e ne auspica i futuri progressi, è motivo di compiacimento rilevare come siano sempre più numerosi i giovani colleghi che contribuiscono ai lavori delle nostre riunioni annuali e che dimostrano, negli elaborati presentati o nell'intervento alle discussioni, una seria preparazione ed una progressiva maturità di studio e di pensiero. L'A. E. I. si alimenta così continuamente di nuove e fresche energie che ne garantiscono la continuità e dimostrano la sua vitalità e la sua efficacia come centro di raccolta e di attrazione pei cultori delle discipline elettriche.

Altro, secondario ma pur importante, coefficiente di successo della Riunione è stata la scelta della località della sede. Le bellezze squisite della riviera ligure, ben conosciute ma non mai abbastanza ammirate, hanno costituito una meravigliosa cornice ai lavori del Congresso e hanno premesso, nelle rapide gite, di ritemprare l'animo in una visione magnifica di serenità e di letizia.

L'accurata organizzazione della riunione era stata in ogni modo facilitata dalla larga comprensione e dalla volonterosa collaborazione di tutte le autorità e gli enti locali; la sede del Congresso si era potuta stabilire nello stesso palazzo municipale dove erano stati cortesemente messi a disposizione la sala principale e altri locali.

È giusto che da queste pagine giunga un ringraziamento sincero a quanti collaborarono alla buona riuscita del Congresso e specialmente al Commissario prefettizio, Dott. Giulio Zino, al Segretario del Fascio locale, Rag. Cav. Alessandro Petazzi, all'Ente Au

tonomo di Soggiorno e per esso all'Avv. Dino Giuffra, e a tutti gli altri.

Durante la Riunione era stata anche preordinata, nello stesso palazzo del Municipio, una piccola esposizione di apparecchi di misura che, insieme alle più moderne e perfezionate costruzioni del genere, comprendeva anche parecchi interessantissimi cimeli. La mostra, alla quale presero parte laboratori universitari e parecchie delle maggiori Ditte specializzate, riuscì assai interessante e riscosse molta attenzione da parte dei congressisti.

*

Lunedì 23 settembre. — Nella mattinata si tenne la seduta di Consiglio Generale dell'A. E. I., a cui seguì, nelle prime ore del pomeriggio, la seduta plenaria del Comitato Elettrotecnico Italiano. Ci riserviamo di pubblicare prossimamente i verbali dettagliati delle due sedute.

La seduta inaugurale ebbe luogo nella sala del palazzo Municipale, sobriamente addobbata, alle ore 17,30.

Come sempre, alle nostre riunioni annuali, il Governo nazionale aveva voluto essere ufficialmente rappresentato inviando all'inaugurazione il Sottosegretario alle Comunicazioni, S. E. Jannelli.

Presenziavano pure alla cerimonia, oltre al Presidente Generale dell'A. E. I. Ing. Emanueli, gli Accademici d'Italia, S. E. Vallauri e S. E. Giordani, il Prefetto di Genova, S. E. Albini, il Segretario del Fascio di Santa Margherita Ligure, rag. Petazzi, il Dott. Catto per il Segretario Federale assente, il Comandante del Circondario marittimo anche in rappresentanza del Comandante del Porto di Genova, ed altre autorità e personalità locali.

La sala era affollata di congressisti giunti numerosi da tutte le Sezioni dell'A. E. I.

Dopo che il Segretario del Fascio locale rag. *Petazzi* ebbe porto anche a nome del Commissario Prefettizio impossibilitato a intervenire, il caloroso e cordiale saluto della città ai convenuti il *Presidente Generale* dell'A.E.I. pronunciò il seguente discorso:

« *Eccellenze, Signore e Signori,*

Un grande scienziato che fu anche un sommo elettrotecnico lasciò scritto che « un fenomeno non si può dire conosciuto se non quando lo si può esprimere in cifre ». E la migliore prova della verità di questa sentenza è certamente costituita dall'enorme sviluppo della elettrotecnica, nella quale i fenomeni in giuoco più che in ogni altra scienza sono appunto esprimibili in cifre. E questo è dovuto alla relativa facilità colla quale i fenomeni elettromagnetici si possono assoggettare alla misura; basta pensare ad altre scienze, per essere subito convinti della posizione di privilegio della quale, sotto questo punto di vista, gode l'elettrotecnica.

A parte i classici metodi di misura che hanno servito ai fondatori dell'elettromagnetismo per determinare le leggi fondamentali, le prime necessità di misurare le quantità in giuoco sono nate colla telegrafia terrestre e si fecero sempre più importanti colla telegrafia sottomarina.

Fu certamente per la necessità di esprimere in cifre la resistenza e la capacità delle linee telegrafiche che nel 1861, su proposta di Lord Kelvin, fu nominata quella famosa Commissione che creò le unità di misure elettriche.

Per i bisogni della telegrafia sorsero o presero forma pratica i primi galvanometri: quello di Clark, quello di Thomson, il ponte di Wheatstone, le prime cassette di resistenze e l'elettrometro.

Ma se il principale scopo della telegrafia era di misurare delle resistenze e delle capacità, quando cominciarono a costruirsi le prime dinamo, intorno al 1870, e specialmente quando cominciarono i primi servizi d'illuminazione pubblica, le misure più importanti divennero quelle di corrente, di tensione, di quantità di elettricità e di potenza; e già fin dal 1882 si producevano degli istrumenti a scala diretta per misurare tensioni e correnti.

La questione della loro taratura si denotò subito di estrema importanza ed, accanto agli istrumenti elettromagnetici ed elettrodinamici per scopi pratici, veniva studiata per la loro taratura tutta una serie di metodi. L'elettrolisi entrava allora in servizio accanto alle bilancie elettromagnetiche, al potenziometro, già inventato nel 1841, e alle prime pile campione.

In quell'epoca sorsero anche i primi contatori di energia, nella forma ormai scomparsa del contatore elettrolitico di Edison e nelle altre forme che hanno dato luogo al contatore odierno.

Da questo inizio non molti anni sono passati, tanto che molti di noi ricordiamo di avere lavorato coi vecchi galvanometri di Thomson, poggiati su grossi pilastri in muratura per evitare le vibrazioni, la messa in stazione dei quali richiedeva sovente delle ore, e si lavorava sempre col pericolo di smagnetizzare gli aghi; e ricordiamo di aver lavorato colle castette in unità B. S. A., coll'elettrometro di Mascart e con tutto quell'armamento che oggi si vede solo negli armadi di qualche laboratorio che ha spazio sufficiente per poter conservare anche i vecchi istrumenti.

Oggi i mezzi di misura a disposizione sono ben altri, in qualità e in numero il loro progresso è in progressione geometrica. I bisogni della scienza delle comunicazioni sono venuti ad aggiungersi a quelli preesistenti ed hanno dato luogo a tutta una nuova serie di metodi e di apparecchi. Le valvole elettroniche, i raddrizzatori ad ossido di rame sono entrati in campo ed hanno fornito dei mezzi preziosi, non solo per le misure ad alta frequenza, ma anche per quelle a bassa frequenza delle correnti usate nelle grandi industrie.

E i metodi di misura basati sulle grandezze elettriche sono anche entrati in altri campi della scienza e della pratica; basti pensare alla misura delle temperature, delle velocità, delle intensità luminose, delle pressioni ed anche a tante altre applicazioni.

Tutto questo enorme sviluppo giustifica la scelta del tema della nostra 40ma Riunione annuale ed è lieto constatare che bene hanno risposto all'appello i nostri soci con 65 lavori, dei quali un terzo trattano di argomenti relativi alla scienza delle comunicazioni.

In una piccola esposizione abbiamo fatto figurare accanto ad alcune delle ultime novità qualcuno dei vecchi istrumenti che susciteranno tante memorie nei più anziani di noi e curiosità nei giovani.

Sento il dovere di ringraziare: le Autorità centrali e locali che hanno con tanta benevolenza appoggiato la Riunione dell'A.E.I.; S. E. Jannelli che a nome del Governo inaugurerà tra poco i nostri lavori; le Loro Eccellenze e le Autorità che intervenendo a questa Riunione le conferiscono onore.

Qui in mezzo alle bellezze profuse con tanta larghezza dalla natura, nella pace del mare e dei monti noi ci accingiamo a nostri lavori.

Il senso di infinita devozione a S. M. il Re ed a S. E. il Capo del Governo che impersonano la nostra Patria, sia in questi nostri lavori il nostro costante pensiero, insieme a quello del dovere che abbiamo di contribuire con tutte le forze alla sua grandezza ».

*

Cessati i cordiali, vivi applausi coi quali i congressisti salutarono le parole del loro Presidente Generale, si alzò a parlare, accolto pure da una generale dimostrazione di omaggio, S. E. *Jannelli*, del quale riproduciamo integralmente le parole.



Fig. 1. — S. E. Jannelli legge il suo discorso alla seduta inaugurale.

« *Eccellenze, Signori Congressisti,*

Sono lieto di poter rappresentare alla XL riunione annuale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, per ordine del Duce, il Governo Nazionale e, più particolarmente, il Ministro delle Comunicazioni, S. E. Benni.

La sede è ben scelta, perchè prossima alla Città più ricca di traffici e di memorie gloriose, e nota in questo campo, perchè legata al nome di Marconi, gloria d'Italia ed orgoglio del mondo intero.

Che il vostro Congresso si sviluppi in questi giorni è un bene, perchè ha un particolare valore e un preciso significato. Significa che l'Italia lavora normalmente, fiduciosa, tranquilla, se pur vibrante di entusiasmo, serena, se pur spiritualmente mobilitata. Il Duce, come ogni anno, riceve i Prefetti per i rapporti annuali; la sala di Giulio Cesare, al Campidoglio, si riapre, come sempre, per ricevere i congressisti che da ogni parte del mondo convengono a Roma, e il Governatore, che fra giorni partirà volontario per l'Africa Orientale, li saluta in nome dell'Urbe.

Navi e navi portano in Eritrea la lieta ed eroica giovinezza d'Italia, ma si lavora nelle officine, si lavora e si canta nei campi, in perfetta serenità, come in perfetta serenità qui si affronteranno ardui problemi, che si possono approfondire solo se la mente è serena e lo spirito tranquillo.

Ecco l'Italia nuova dell'Era Mussoliniana, Italia forte, unita, serena. Popolo di soldati, però, agli ordini del Duce.

L'intervento costante di un Rappresentante del Governo alle vostre riunioni annuali vi dice l'importanza che il Governo stesso annette a questo settore dell'economia nazionale che interessa oltre il campo della produzione dell'energia elettrica, anche tutte le industrie connesse al ramo dell'ingegneria che tanto appassiona, con le applicazioni sempre più vaste, i tecnici ed i profani.

La mia presenza vi dice anche l'interesse sempre crescente che l'Amministrazione ferroviaria pone nello studio dei problemi elettrici che vanno assumendo una importanza sempre più grande, sia nella tecnica ferroviaria, sia nei riguardi dell'autonomia del bilancio dell'Azienda che, con l'estendersi dell'elettrificazione, riesce a ridurre ogni anno il consumo del carbone, svincolando la Nazione dai corrispondenti acquisti all'estero.

Anche quest'anno, per il prossimo XXVIII ottobre, tutte le linee promesse saranno attivate a trazione elettrica e cioè: Firenze-Roma; Roma-Napoli; Udine-Tarvisio; Carmagnola-Bra-Ceva; Campoleone-Nettuno.

Saranno, inoltre, trasformate da trifase a continua la Porrettana, la Roma-Mandela, e, da terza rotaia in corrente continua a 3000 volt, la Napoli-Villa Literno.

Nell'aprile scorso è stata attivata ad esercizio elettrico la linea S. Dalmazzo-Piena.

È un complesso di circa 800 chilometri che farà raggiungere all'Italia un totale di oltre 3200 chilometri di linea elettrificata, sommo beneficio per un paese privo di combustibile e ricco di energia idraulica.

Con le accennate nuove elettrificazioni, si conseguirà una economia di carbon fossile pari a tonnellate 224.000, corrispondenti a lire 20 milioni circa che vanno a sollevare la nostra bilancia commerciale, e si andrà ad aumentare, in proporzione, il consumo di kWh, a tutto beneficio della produzione nazionale della energia elettrica.

Intanto, mentre continua lo svolgimento del programma, nuove elettrificazioni vengono iniziate ed altre ancora sono in progetto per gli esercizi venturi.

Il deciso indirizzo che l'Amministrazione ferroviaria italiana ha dato alla elettrificazione col sistema a corrente continua, ha consentito velocità non possibili con il sistema trifase, nonchè di ridurre i costi di esercizio, mentre è noto che per ragioni contingenti si è dovuto limitare al gruppo di linee ligure-piemontesi la corrente alternata trifase, che pure in un trentennio si affermò brillantemente.

Così anche si è potuto generalizzare il tipo di macchinario per la produzione dell'energia elettrica ed eliminare le soggezioni che si avevano in passato per la utilizzazione dell'energia quando erano necessari macchinari speciali per uso esclusivo della trazione ferroviaria.

Non solo però nel campo della trazione elettrica si esplica l'attività ferroviaria.

Collateralmente a questa, altre applicazioni dell'energia elettrica vengono adottate in modo rilevante e la tecnica viene seguita in tutti i suoi progressi, sia per l'adozione del sistema ad onde convogliate nelle comunicazioni fra le varie centrali, sia con lo studio continuo per migliorare i mezzi d'illuminazione e di comunicazioni telegrafiche e telefoniche.

Le industrie dei cavi e le industrie telefoniche, industrie elettromeccaniche e, ultime venute in ordine di tempo, ma non meno brillanti delle consorelle nel campo elettrotecnico, quelle della radio, trovano tutte applicazioni nelle attività del Ministero delle Comunicazioni.

Altro vasto campo di studio e di applicazioni elettriche è per l'amministrazione ferroviaria il ramo del segnalamento e sistemi di sicurezza, e non sono poche le industrie relative che trovano largo sfogo per la loro attività e per i loro prodotti.

La concorrenza automobilistica spinge sempre più l'Amministrazione ferroviaria a ridurre i costi di esercizio, di qui la necessità di impianti di sicurezza centralizzati che, mentre da un lato riducono il numero di personale necessario, permettono, d'altra parte, di poter raggiungere maggiori velocità con accresciuta sicurezza, consentendo altresì un aumento di potenzialità delle linee.

Come per gli altri anni, anche questa volta avete voluto limitare i temi della discussione nell'attuale congresso ad un campo particolare della vostra competenza.

È questo un indice di grande serietà e profondità di indagine.

Il tema assegnato ai vostri lavori riflette le misure elettriche; campo importantissimo della elettrotecnica e che interessa tutti quelli che devono dare e ricevere energia sotto qualsiasi forma e per qualsiasi uso.

Ma, oltre il campo commerciale, le misure elettriche, interessano scopi scientifici, e quindi è giusto che a tale materia si sia dedicata tutta una sessione del vostro Congresso.

Siccome i progressi maggiori che nel campo elettrotecnico si sono verificati nell'ultimo cinquantenio sono dovuti al sommo piemontese, che, con il suo campo rotante, dischiuse alla scienza ed alla pratica orizzonti vastissimi, prima dello inizio dei vostri lavori, consentite che io rivolga a Lui, a Galileo Ferraris, il devoto omaggio che si deve all'Uomo grande non solo per il suo sapere, ma perchè cercò il vero in sè e per sè, quel vero che se non arricchisce chi lo trova, può fare, col tempo, la gloria di una nazione e la ricchezza di un popolo.

La vostra fatica sarà proficua.

Quest'antica Associazione Elettrotecnica Italiana, fondata da Galileo Ferraris sul nascere della grande industria elettrica, ha sempre silenziosamente ed utilmente operato per lo sviluppo della cultura e degli studi elettrotecnici, tanto da essersi meritato il riconoscimento del Consiglio Nazionale delle Ricerche, che spesso si avvale della sua opera.

La serietà di questi congressi è affermata da una esperienza di quasi un quarantennio, ed è certo che le vostre discussioni elevate e serene daranno un notevole apporto al campo scientifico e al campo delle applicazioni pratiche.

In tale certezza e con un fervido augurio, dichiaro, nel nome Augusto di S. M. il Re, aperta la XL riunione annuale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana ».

*

Le vibranti parole di S. E. Jannelli suscitarono una entusiastica dimostrazione di patriottico fervore che si tradusse in lunghi, interminabili applausi.

Aperto così il congresso, il Prof. *A. Maiorana* tenne il discorso inaugurale su: « La misura in fisica moderna » prendendo lo spunto dall'importanza delle misure nelle ricerche scientifiche per intrattenere brillantemente i Soci su argomenti del maggior interesse e della più grande attualità relativamente alle moderne concezioni della fisica.

Il discorso, vivamente applaudito, chiuse la cerimonia, dopo di che la seduta fu tolta.

*

Martedì 24 settembre. — Puntualmente alle ore 9 si iniziarono i lavori, alla presenza di una larga schiera di congressisti e sotto la presidenza dell'Ing. Emanueli. Le numerose memorie presentate erano state classificate in tre gruppi, uno dei quali relativo alla tecnica delle comunicazioni; e queste furono prese appunto in considerazione per prime.



Fig. 2. — Un gruppo di congressisti a bordo durante la gita a S. Fruttuoso.

La relazione stesa in collaborazione degli Ingg. *S. Bernetti* e *F. Marietti* e riassunta dall'Ing. Bernetti, avendo carattere generale circa le misure nell'esercizio delle radiodiffusioni, servì ad impostare opportunamente i lavori provocando anche un primo scambio di idee fra S. E. *Vallauri* e il relatore.

La memoria sulla misura diretta della conduttanza di perdita nei condensatori con alte frequenze, presentata dall'Ing. *Boella* fu, in assenza del relatore, trattenuto da impegni di carattere militare, riassunta dal Prof. *F. Vecchiacchi*.

Sulla definizione e la misura di induttanza a radiofrequenza riferì l'Ing. *Cocci*. Seguì poi un gruppo di 3 relazioni riferentisi a misure di carattere industriale sui radioricevitori, una di carattere generale dell'Ing. *G. Pincione* (riassunta dal Prof. Vecchiacchi) e due, rispettivamente dell'Ing. *P. P. Di Roberto* e dell'Ing. *G. Salom*, sulle misure di selettività.

L'importanza pratica dell'argomento richiamò largamente l'interesse dei presenti e provocò un largo scambio di idee fra i relatori e S. E. *Vallauri*, il Prof. *F. Vecchiacchi*, gli Ingg. *S. Barletta* e *G. Cocci*. Nella discussione venne anche accennato alla opportunità che il Comitato Elettrotecnico Italiano inizi gli studi per arrivare alla compilazione di Norme pei radio ricevitori.

Data l'assenza dei relatori, non fu possibile riassumere la memoria degli Ingg. *E. Gnesutta* e *E. Malavasi* sulla misura della percentuale di modulazione e della distorsione dei trasmettitori

radiofonici, nè quella dell'Ing. *G. Gramaglia* sul rilievo delle caratteristiche dei tubi elettronici trasmettenti.

Dopo un breve scambio di idee fra il Prof. *F. Vecchiacchi* e l'Ing. *Nicolich* a proposito della relazione di quest'ultimo su nuovi tipi di multivibratore, l'Ing. *F. Marietti* riassunse la memoria dell'Ing. *G. Rutelli* (assente) sul rilievo delle caratteristiche di radiazione delle antenne per mezzo di aeroplani, dando occasionalmente lo spunto ad una interessante discussione sull'impiego del metodo dei modelli per lo studio delle caratteristiche delle antenne; la discussione a cui presero parte l'Ing. *G. Latmiral*, il Prof. *F. Vecchiacchi*, l'Ing. *G. Campos* e l'Ing. *F. Marietti*, valse a mettere in luce i pregi e le difficoltà di tale metodo.

Sulla misura del coefficiente di accoppiamento si ebbe pure una breve discussione fra il relatore Ing. *A. Pinciroli* e l'Ing. *G. Cocci*.

La seduta si chiuse colla relazione del Prof. *F. Vecchiacchi*, in collaborazione coll'Ing. *C. Borsarelli* sul risuonatore piezoelettrico, e con uno scambio di idee fra il relatore e l'Ing. *F. Marietti*.

*

La seduta del mattino fu interrotta un poco prima di quanto stabilito per dar modo agli intervenuti di partecipare alla gita a San Fruttuoso, che, destinata secondo il programma soltanto per le Signore, raccolse invece in simpatico cameratismo praticamente tutti i congressisti.

La traversata in battello per l'ampio, luminoso golfo di Santa Margherita e lungo la scoscesa barriera rocciosa che gli fa seguito, costituì un gradito diversivo ai lavori e diede modo di ammirare le bellezze delle sponde e i singolari contrasti fra le orride roccie ed i declivi vestiti d'olivi, e le piccole baie di Paraggi e Portofino, lussureggianti di vegetazione e fiorenti di vita. La leggera brezza che increspava il mare non mancò di aggiungere al piacere della gita qualche piccolo spunto emozionante specialmente al momento del trasbordo sulle barche nel piccolo golfo di San Fruttuoso.

Il tempo stringeva, e dopo la colazione consumata sul terrazzo della caratteristica trattoria e una rapida visita alle tombe dei Doria, la comitiva riprese posto sul piroscafo, iniziando, non senza qualche rimpianto, il ritorno che si compì fra la generale gaiezza.

*

La seduta pomeridiana si iniziò colla relazione dell'Ing. *G. Bozzi* sulla misura del fattore di distorsione, provocando una interessante discussione a cui parteciparono oltre il relatore, il Prof. *F. Vecchiacchi*, il Prof. *S. Treves*, l'Ing. *F. Marietti*.

Mancando i relatori, si dovettero dare per lette la relazione dell'Ing. *P. Lecchi* sulle misure elettroacustiche su altoparlanti e quella dell'Ing. *G. Sacerdote* sulla misura dei rumori.

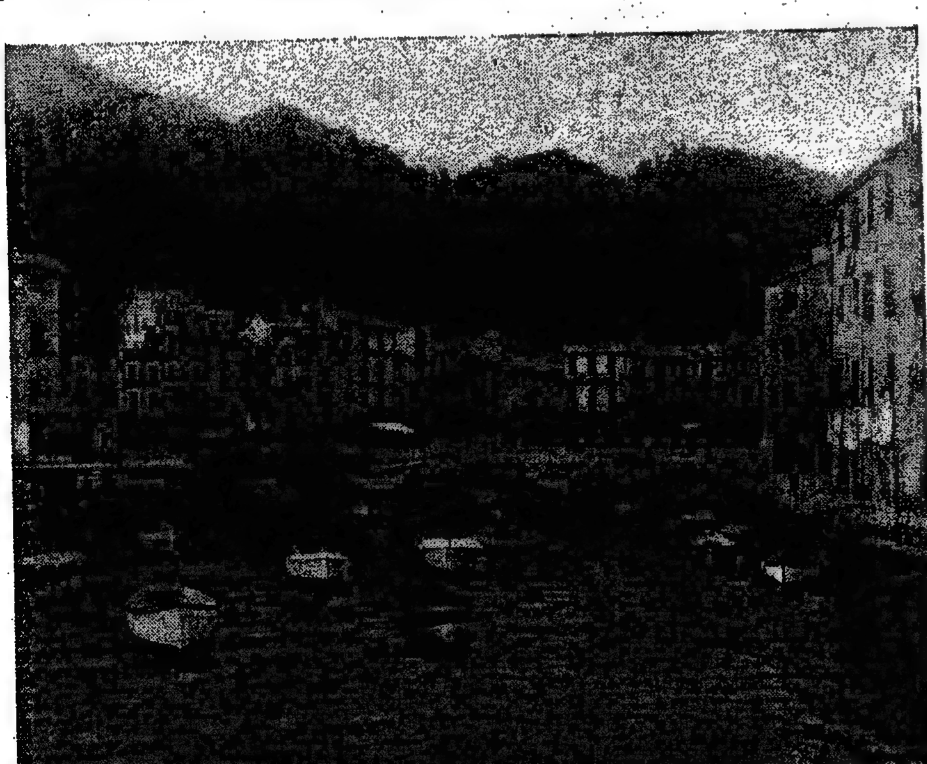


Fig. 3. — La baia di Portofino.

Le ultime due memorie prese in considerazione del primo gruppo riguardavano le comunicazioni su filo. La prima di essa dell'Ing. *L. Nicolai* dava notizie su apparecchi per la misura della forza elettromotrice psofometrica nei circuiti telefonici disturbati; l'altra, del Prof. *S. Treves*, sulla terminologia e sulle misure nella trasmissione telefonica, diede occasione di rilevare la opportunità che il C.E.I. si occupi di fissare la terminologia della tecnica telefonica od anche addirittura, come propose il Prof. *F. Vecchiacchi*, nel campo di tutta la elettroacustica.

Essendo assente, perchè chiamato da obblighi militari, il relatore Ing. *G. Rutelli* non poterono essere discusse le due relazioni da lui presentate circa le prove sui tubi trasmettenti e di potenza, e sulle misure di linearità di sistemi ricorrenti nella radiotecnica.

Ultimato così l'esame delle memorie riguardanti le comunicazioni, si passò al secondo gruppo comprendente argomenti di indole generale, interessanti tanto le alte che le basse frequenze.

Si cominciò colla relazione dell'Ing. *R. Sartori* sulla misura mediante tubi elettronici di piccole tensioni e correnti costanti, dando occasione al prof. *F. Vecchiacci* di esporre interessanti osservazioni e notizie.

In ultimo lo stesso Prof. *F. Vecchiacchi* espose poi la sua relazione sui progressi nel campo delle misure di frequenza, a proposito delle quali interloquirono anche l'Ing. *F. Marietti* e l'Ing. *G. Latmiral*.

*

Alla sera i congressisti si radunarono ancora alla Sede del congresso per ascoltare due interessanti conferenze.

L'Ing. *L. V. Forzani* illustrò, giovandosi anche di molte belle proiezioni, il complesso di impianti elettrici delle Acciaierie e Ferriere Lombarde Falck, esponendo le caratteristiche degli impianti idroelettrici costruiti in Valtellina e di quelli in costruzione sull'Appennino nella valle del Magra e descrivendo i collegamenti fra tali sistemi di impianti e colla centrale termoelettrica di Sesto San Giovanni.

I gruppi convertitori di frequenza installati nella centrale di Pontremoli, pure della A. F. L. Falck, formarono invece l'oggetto di una interessantissima esposizione da parte dell'Ing. *R. Vannotti* che ne descrisse lucidamente le caratteristiche di costruzione e di esercizio.

Entrambe le conferenze, che costituirono una assai opportuna preparazione alla visita che i congressisti avrebbero effettuato in altro giorno alla centrale di Pontremoli e ai lavori sul Teglia, furono vivamente applaudite.

*

Mercoledì 25 settembre. — La terza seduta tecnica, sempre sotto la presidenza dell'Ing. Emanueli, si iniziò puntualmente alle ore 9 con grande affluenza di intervenuti.

Continuando la trattazione del gruppo secondo, cioè di argomenti di carattere generale per alte e basse frequenze, l'Ing. *R. Piontelli* parlò delle pile campione dal punto di vista elettrochimico e della determinazione della forza elettromotrice di elettrodi singoli.

Nell'assenza dei relatori non fu possibile discutere la memoria dell'Ing. *L. Bosone* sui dispositivi di schermatura e di guardia e quella dell'Ing. *I. Lucchi* sul galvanometro balistico e la misura degli impulsi elettrici di forma esponenziale.

L'oscillografo catodico nelle sue varie forme costruttive e nelle sue molteplici applicazioni formò oggetto di un intero gruppo di memorie e di una larga discussione, consona all'importanza che tale prezioso istrumento ha assunto nei laboratori di ricerche e nella tecnica industriale.

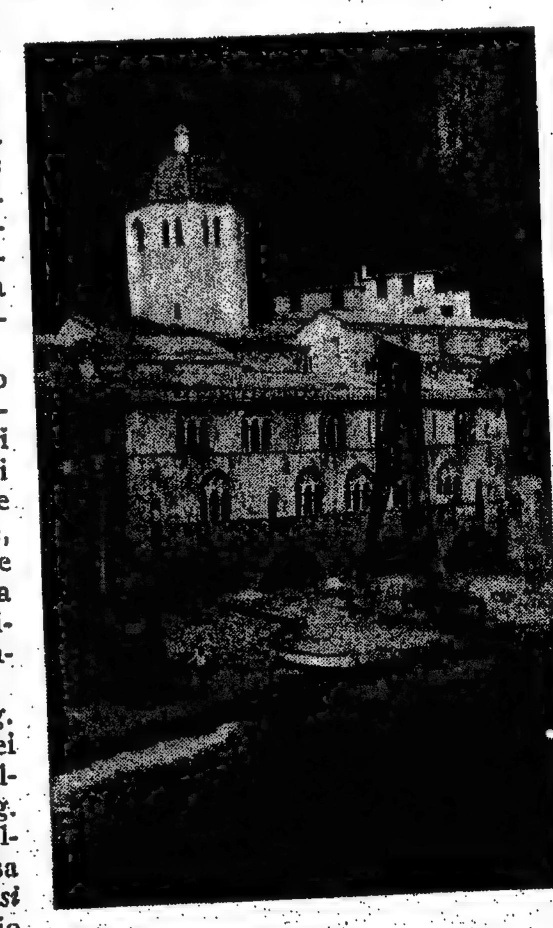


Fig. 4. — San Fruttuoso.

Riferirono infatti: l'Ing. *G. Palandri* sulle misure dei fenomeni transitori coll'oscillografo a catodo freddo; l'Ing. *E. Severini* sull'impiego dell'oscillografo in alta e bassa frequenza; l'Ing. *P. Benussi* su un oscillografo a specchio con motore sincrono a frequenza comandata. L'Ing. *A. M. Angelini* che aveva presentato una relazione sui complessi oscillografici di Laboratorio Misure Elettriche della Società Terni, non aveva potuto partecipare alla seduta; per la stessa ragione non potè essere riassunta la relazione dell'Ing. *E. Pontremoli* sulla tecnica moderna degli oscillografi catodici.

Alle esposizioni dei relatori seguì un animato scambio di idee e di notizie fra i relatori stessi e il Prof. *E. Pugno Vanoni*, il prof. *B. Focaccia*, l'Ing. *S. Barletta*.

A un'altra interessante discussione diede lo spunto la memoria dell'Ing. *M. M. Jacopetti* sulle misure relative alle correnti vaganti, dando modo al relatore e agli Ing. *L. Niccolai* e *R. Piontelli* di fornire sull'argomento ulteriori notizie.

La seduta si chiuse colle relazioni dell'Ing. *G. Palandri* sul con-

fronto fra misure di perdite nel dielettrico a frequenza telefonica e a frequenza industriale, e dell'Ing. *S. Barletta* sulla misura di alti e altissimi vuoti.

La memoria dell'Ing. *F. Vecchiacchi* sui moderni progressi dell'analisi armonica elettrica non potè essere discussa avendo dovuto l'Autore assentarsi.

✻

Secondo il programma stabilito, il pomeriggio del mercoledì fu dedicato alla gita a Genova.

Il percorso, effettuato con comodi torpedoni, per la magnifica strada che si svolge arditamente sui colli boscosi e amenissimi, dominando sempre l'aperto, azzurro, mare, nella luminosa letizia di una magnifica giornata autunnnale, diede a tutti i gitanti un vero godimento.

Giunta a Genova, la carovana automobilistica si diresse anzitutto al porto per permettere ai congressisti di effettuare una attenta



Fig. 5. — Nella centrale di Pontremoli.

visita ai grandiosi bacini di carenaggio e ai relativi impianti di esaurimento.

Sempre servendosi degli automezzi, venne poi effettuata una rapida visita generale al porto, sostando qua e là per osservare più attentamente i punti più interessanti, come gli impianti elettrici del secondo sporgente del bacino 28 ottobre, le lunghe file di gigantesche grue che arredano i bacini, la grandiose opere pei nuovi bacini, ecc.

La visita fu resa anche più interessante e gradita per le spiegazioni fornite dal Comm. Albertazzi, ingegnere capo del Consorzio Autonomo del Porto di Genova, che volle, con squisito senso di cameratismo, cortesemente accompagnare sempre i congressisti. La visione dei vasti lavori compiuti lasciò in tutti una impressione di grandiosità e di potenza non facilmente dimenticabile. Tale impressione fu riconfermata e, se possibile, accresciuta, dalla visita ai lavori per il piazzale della camionabile. Lo spettacolo della demolizione della collina che ricopriva originariamente il piazzale, il fervore dei cantieri in piena attività, la grande rampa elicoidale d'accesso, tutto insieme il complesso dei lavori eseguiti o in corso rivelavano veramente un'opera titanica, espressione viva ed efficace dell'energia e dell'ardimento della nuova Italia tutta protesa nello sforzo della ascensione verso più alte affermazioni civili.

Le opere in corso furono dal Comm. Sfondrini, ingegnere capo della Sezione Speciale del Genio Civile per la costruzione della camionale, efficacemente illustrate ai visitatori che poterono così più completamente apprezzarne le difficoltà e la caratteristiche tecniche.

Scendendo dalla grande rampa di accesso, i congressisti si recarono poi alla centrale della Chiappella, delle F.F. S.S., dove, accolti colla maggiore cortesia dal Comm. Ing. Marsili, Capo Compartimento, dal Comm. Ing. Santi, Capo Ufficio I.E.S., dal Cav. Uff. Ing. Pannunzio e da altri tecnici delle F.F. S.S., poterono prendere visione col massimo interesse dell'impianto di totalizzazione e ripartizione del carico.

L'impianto ha lo scopo di permettere la migliore utilizzazione delle disponibilità di energia presso ciascuna delle numerose fonti che alimentano la rete di trazione trifase, ripartendo opportunamente in ogni fonte la erogazione di energia attiva e reattiva. Presso ciascuna delle fonti, funzionanti in parallelo e interconnesse da una rete a 60 kV, viene effettuata in modo continuo la misura della potenza attiva o reattiva erogata, e i rispettivi valori vengono trasmessi, per mezzo di impulsi di frequenze foniche, all'impianto di totalizzazione della Chiappella dove vengono registrati singolarmente e totalizzati su apposito registratore.

In questo modo il ripartitore può avere in ogni istante sott'occhio l'andamento delle erogazioni di energia su tutta la rete e disporre razionalmente la utilizzazione delle fonti di energia.

L'impianto interessò moltissimo i visitatori, i quali fecero poi lieta accoglienza al signorile rinfresco offerto, veramente gradito dopo il pomeriggio abbastanza faticoso.

Prima di riprendere la via del ritorno, un folto gruppo di Soci si recò ancora alla Scuola di Ingegneria di Genova, accolti colla maggiore cortesia dal Prof. Garibaldi e dal Prof. Moriondo, che presentarono ad essi il laboratorio di elettrotecnica.

La sera era già calata quando la colonna dei terpedoni ricondusse i gitanti a Santa Margherita.

✻

Poco dopo il ritorno, i congressisti si riunirono nuovamente all'Hôtel Imperiale, per il banchetto offerto dalle Società CIELI, TERNI e UNES, che già avevano offerto i torpedoni per la precedente gita a Genova.

Il grande salone dell'Hôtel raccolse una eletta schiera di commensali fra i quali si notavano numerose gentili Signore. Alla tavole d'onore sedevano anche le principali autorità locali.

Il pranzo, servito con grande signorilità, si svolse fra una composta allegria, nell'abituale amichevole cameratismo delle riunioni dell'A.E.I. Allo spumante parlarono, applaudisissimi, l'Ing. *Profumo*, Direttore della CIELI, portando il saluto delle Società elettriche, e l'Ing. *Emanueli* che opportunamente espresse il ringraziamento di tutti i presenti per la cortese e signorile accoglienza.

Levate le mense, gli intervenuti si trattennero a lungo ancora a conversare nelle sale e nel parco dell'Hôtel.

Molto gradito a tutti riuscì l'omaggio di oggetti ricordo della città, offerti ai congressisti dall'Ente Autonomo di Soggiorno di Santa Margherita.

✻

Giovedì 26 settembre. — I lavori furono ripresi al mattino colla trattazione del terzo gruppo di memorie, relative alle misure interessanti le frequenze industriali.

La prima relazione esposta fu quella dell'Ing. *G. Dassetto* sui metodi di misura delle vibrazioni su linee elettriche.

Seguì poi il Prof. *E. Bottani* che intrattenne l'adunanza sulla misura dei componenti simmetrici nei sistemi trifasi qualunque provocando un ampio un ampio scambio di idee col Prof. *B. Focaccia* e coll'Ing. *F. Correggiari*. Quest'ultimo riassunse anche sull'argomento una sua relazione su un separatore di componenti simmetrici, che riscosse molto interesse da parte dei presenti.

Nell'assenza dell'Ing. *A. Lucchini* si dovette rinunziare a mettere in discussione la sua memoria sui progressi e le tendenze degli

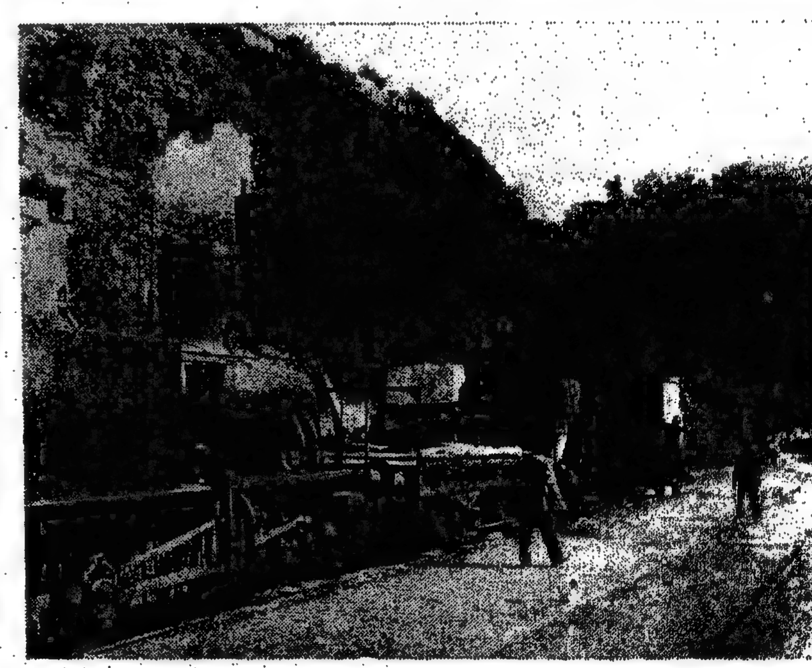


Fig. 6. — La partenza per le cave sulla Ferrovia Marmifera.

indicatori di zero, e si passò quindi alla memoria dell'ing. *B. Usigli* sui perfezionamenti negli strumenti di misura industriali indicatori e registratori.

Seguì poi un gruppo di memorie riguardanti interessanti argomenti relativi alle misure di laboratorio: l'Ing. *P. Piva* riferì sulla costante di tempo delle resistenze di laboratorio; il Prof. *E. Bottani* riassunse la relazione dell'Ing. *G. Meda*, assente, sul comportamento delle resistenze addizionali per wattmetri; e il Prof. *Barbagelata* parlò dei comparatori per la prova dei trasformatori di misura. A questo proposito interloquirono anche l'Ing. *G. Keinath*, il Prof. *E. Bottani* e l'Ing. *L. Bosisio*. Quest'ultimo poi a sua volta riferì su misure industriali di correnti e di tensioni a frequenze di scorrimento.

La taratura dei riduttori di tensione formò oggetto di una relazione dell'Ing. *G. Pagliari*, mentre il Prof. *Bottani* a nome dell'Ing. *De Pol*, assente, riferì sul primo riduttore di tensione per 350 kV. L'argomento richiamò l'interesse e l'attenzione dei presenti e fu più largamente trattato nella discussione che ne seguì fra l'Ing. *L. Bosisio*, l'Ing. *G. Keinath*, l'Ing. *C. Palestrino*, l'Ing. *G. Picker* e l'Ing. *Pagliari*.

L'Ing. *P. De Pol* aveva anche presentato un'altra relazione, sui risultati di misure sugli spinterometri a sfere, che fu essa pure riassunta ed esposta del Prof. *Bottani*. Pure alle misure delle alte tensioni mediante spinterometri si riferiva la memoria presentata dal Prof. *E. Pugno Vanoni* e dall'Ing. *C. Di Pieri*.

Una discussione abbastanza animata si svolse fra il Prof. *E. Bottani*, l'Ing. *C. Palestrino* e l'Ing. *U. Del Buono* a proposito dei metodi e dispositivi di misura per il fenomeno corona, argomento trattato nella relazione dell'Ing. *G. De Fassi* riassunta anch'essa dal Prof. *E. Pugno Vanoni*.

Con vivo interesse fu pure seguita la memoria dell'Ing. *G. Keinath* sulla registrazione delle perdite nel dielettrico degli apparecchi ad alta tensione mediante raddrizzatori vibranti. Osservazioni e rilievi furono esposti dall'Ing. *Emanueli*, e dai Proff. *A. Barbagelata, E. Bottani, E. Pugno Vanoni*, provocando ampie spiegazioni da parte del relatore.

Data per letta la relazione dell'Ing. *G. Somaini* su apparecchi idroelettrodinamometrici, si ascoltò quella dell'Ing. *R. Savagnone* su un nuovo metodo per la misura dei campi magnetici.

La seduta si chiuse colla esposizione della memoria del Prof. *G. Someda* sulla misura delle correnti continue di grande intensità, a proposito della quale si verificò una scambio di idee fra il Prof. *C. Lampis*, il Prof. *A. Barbagelata*, il Prof. *B. Focaccia*.

⁂

L'ultima seduta tecnica, nel pomeriggio si aperse colla relazione dell'Ing. *F. Bocci* sul fasometro a triodi, a cui seguì il Prof. *A. Asta* riferendo sui risultati dell'applicazione ai motori asincroni trifasi della prova a vuoto e a squilibrio per interruzione di una fase e dando luogo a uno spunto di discussione col Prof. *Someda*. Il Prof. *C. Lampis* riferì sulla prova dei trasformatori elettrici da forno e rispose a qualche rilievo del Prof. *G. Rebora*.

Ad una più ampia discussione diede origine la memoria dell'Ing. *Savagnone* sulla determinazione del rendimento di un gruppo trasformatore-raddrizzatore, intorno alla quale interloquirono il Prof. *A. Barbagelata*, il Prof. *A. Asta*, il Prof. *Someda*, oltre al relatore.

L'Ing. *M. M. Jacopetti* riassunse poi la relazione sulla misura della resistenza interna di accumulatori e di elettrolizzatori, compilata in collaborazione coll'Ing. *U. Beretta*, e rispose ad alcune osservazioni dell'Ing. *R. Piontelli* e del Prof. *B. Focaccia*.

Seguirono poi due memorie, una dell'Ing. *G. Viviani* sulla influenza della temperatura sui contatori elettrici e l'altra dell'Ing. *A. Righi* sulla tariffícazione dell'energia trifase tenuto conto del fattore di potenza. A queste due memorie si ricollegava anche quella dell'Ing. *E. Arimondi* su sistemi di misura e di tariffícazione dell'energia elettrica in relazione al fattore di potenza, la quale però nell'assenza del relatore non potè essere esposta all'assemblea. L'argomento suscitò l'intervento di parecchi dei presenti e si ebbe così una interessante discussione fra i relatori e il Prof. *B. Focaccia*, l'Ing. *L. Bosisio*, il Prof. *A. Barbagelata*, il Prof. *G. Rebora*.

Rinunciato, nell'assenza del relatore, a discutere la memoria dell'Ing. *M. De Stefanis* sulle misure stroboscopiche, si passò a considerare le due ultime relazioni, di carattere idraulico, dell'Ing. *S. Alfieri* sulla misura delle precipitazioni nell'alta montagna e dell'Ing. *M. Visentini* sulla misura della evaporazione dagli specchi liquidi.

Dopo che i relatori ebbero fornito alcuni chiarimenti al Prof. *M. Semenza* e all'Ing. *C. A. Molinari*, la seduta fu tolta.

⁂

Ultimati così i lavori del Congresso, venne tenuta l'Assemblea Generale dell'A.E.I. sotto la presidenza, ancora, dell'Ing. *Emanueli*.

Dopo avere, col solito rito severo, ricordato i Colleghi scomparsi nell'ultimo anno sociale, il Presidente espose, come di consueto, alla Assemblea l'ampia relazione annuale, per la quale rimandiamo al Verbale che verrà prossimamente pubblicato sul giornale.

Diede poi notizia dell'assegnazione del premio Righi al Prof. Carrara e del premio Jona al Prof. Giorgi.

Vennero poi, dopo brevi delucidazioni del Presidente, approvati i bilanci, consuntivo 1934 e di assestamento 1935.

Ultimata la relazione, l'Ing. Emanueli, osservando essere questa l'ultima volta in cui si sarebbe trovato a presiedere l'Assemblea dei soci, rivolse un vivo ringraziamento a quanti avevano collaborato con lui e specialmente al Segretario Generale, Prof. Barbagelata. Chiuse il suo dire auspicando al sempre maggiore sviluppo dell'A.E.I. la cui intima vitalità era stata così ben dimostrata anche dai lavori dell'attuale Congresso.

Cessati gli applausi che accolsero le parole del Presidente, il Prof. *Rebora* interpretando molto opportunamente il sentimento di tutti i presenti, porse all'Ing. Emanueli l'espressione della gratitudine dei soci per l'opera proficua ed efficace svolta a vantaggio dell'A.E.I. durante la sua presidenza, ed espresse il rammarico generale per vederlo abbandonare la carica così brillantemente tenuta nel triennio.

L'assemblea si sciolse fra vive manifestazioni di simpatia di tutti i presenti per il loro Presidente Generale.

⁂

A sera, nelle sale dell'Hôtel Miramare i congressisti si radunarono per il consueto pranzo sociale.

Gli intervenuti furono assai numerosi e la riunione fu allietata dalla presenza di molte gentili Signore e Signorine delle famiglie dei congressisti.

Il pranzo si svolse nella solita simpatica atmosmera di cameratismo e di allegra signorilità.

Il ritrovo diede ancora una volta occasione al *Presidente Generale* di dire una commossa parola di saluto e di commiato ai congressisti e a lui rispose, applauditissimo, a nome di tutti i soci, l'Ing. *U. Del Buono*, che rinnovò all'Ing. Emanueli l'omaggio affettuoso e riconoscente dei colleghi dell'A.E.I.

Levate le mense, sul grande terrazzo dell'Hôtel si intrecciarono le danze che si protrassero a lungo.

⁂

Venerdì 27 settembre. — Di buon mattino i gitanti lasciarono Santa Margherita prendendo posto in una vettura speciale del treno che li portò rapidamente alla Spezia. Dalla stazione, alcuni torpedoni condussero la comitiva all'Arsenale alla visita del quale fu dedicata l'intera mattinata.

I grandi padiglioni delle macchine e dei laboratori, le numerose navi ancorate nelle darsene, la grandiosità degli impianti e la perfezione dei meccanismi e degli apparecchi di cui fu possibile prendere visione, suscitarono in tutti il più vivo interesse, accresciuto dalle delucidazioni che fornirono compiacentemente il Comandante Fumagalli, il Maggiore Vallone, il Maggiore Fagioni ed altri cortesi ufficiali che accompagnarono i visitatori.

Alcuni dei congressisti poterono anche visitare l'interno di un sottomarino, mentre altri si recarono a bordo della nave bersaglio radiocomandata il cui sorprendente funzionamento fu loro chiaramente illustrato.

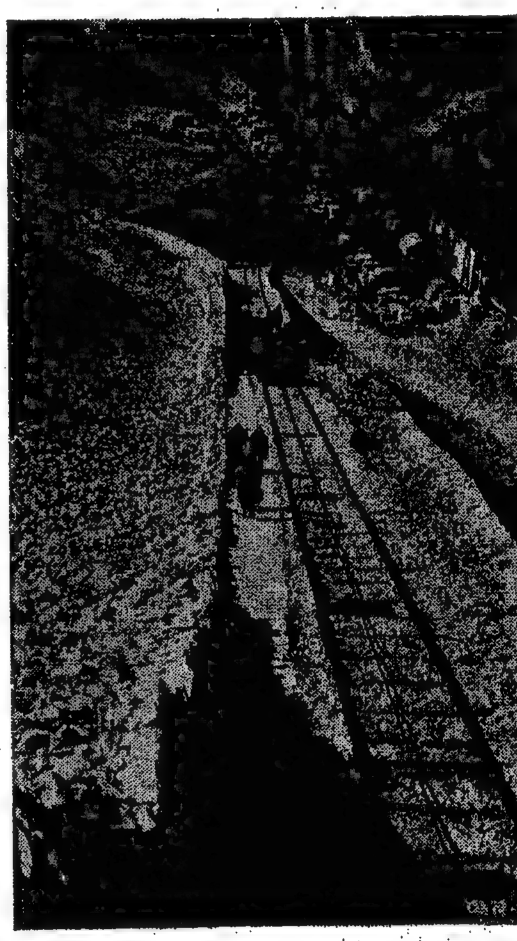


Fig. 7. — Salita alle cave di Ravaccione.

Il tempo passava rapido e mezzogiorno era già trascorso quando i gitanti, un poco stanchi ma assai soddisfatti, ripresero posto nei torpedoni per recarsi all'Albergo Croce di Malta dove li attendeva la colazione, signorilmente offerta dalle Acciaierie e Ferriere Lombarde Falk. Lo stesso Sen. *Falck* pronunciò cortesi parole di saluto a cui rispose un caloroso applauso di tutti i presenti che vollero così esprimere la loro gratitudine.

Il pomeriggio fu dedicato alla visita della centrale di Pontremoli delle Acciaierie e Ferriere Lombarde Falck.

Risalendo rapidamente coi torpedoni la valle del Magra la comitiva, dopo aver fatto, durante il percorso, una breve sosta per osservare le caratteristiche opere di presa del canale lunense, raggiunse la località dove sono in corso i lavori di sbarramento del torrente Teglia.

I grandi lavori di scavo delle pareti rocciose per preparare le imposte della diga e tutto il complesso dei cantieri in fervore di attività, fu illustrato ai visitatori dai direttori e dagli ingegneri delle Acciaierie che li accompagnavano e specialmente dal Senatore Falck, dal Comm. Goisis, dagli ingegneri Falck, Scalabrini, Forzani, Dezza ed altri.

Dopo la visita ai lavori di sbarramento si effettuò quella alla centrale di conversione e alla cabina all'aperto di Pontremoli.

Qui pure gli ingegneri della A. F. L. Falck illustrarono le caratteristiche del macchinario e dei quadri, sulle quali speriamo di poter presto intrattenere i nostri lettori.

Molto gradito, dopo la giornata piuttosto faticosa, il signorile rinfresco offerto, al quale i gitanti fecero la migliore accoglienza.

Già imbruniva quando la colonna degli autobus si riformava per ricondurre alla Spezia la comitiva.

Con gentile pensiero il Podestà della Spezia volle offrire ai congressisti nel Palazzo municipale un ricevimento al quale essi parteciparono numerosi, al ritorno dalla gita, accolti signorilmente dal Podestà, Avv. Torracca e dal Vice Podestà, Avv. Viglione.

Parole di saluto porte gentilmente dal *Podestà*, diedero oc-

casione al Prof. *Rebora* di esprimere la gratitudine dei congressisti per le amichevoli accoglienze.

I convenuti si intrattennero alquanto nelle sale del Municipio, facendo onore al ricco rinfresco offerto, e prendendo poi commiato a sera già inoltrata.

Molti dei congressisti si trattennero a pernottare alla Spezia per partecipare poi ancora alla gita del giorno successivo.



Fig. 8. — Uno dei grandi cantieri delle cave.

✻

Sabato 28 settembre. — Di buon'ora la comitiva, alquanto assottigliata di numero, riprese posto nei torpedoni che, con una rapida corsa per le belle strade toscane, portarono i gitanti ad Avenza e poi, attraversando la città di Carrara, alla stazione della Ferrovia Marmifera.

Accolti assai cortesemente dall'Ing. *Pettini*, Direttore della Ferrovia, dall'Ing. Bonanni in rappresentanza del Sindacato Ingegneri e dagli Ing. Bisi e Rivano della CIELI, i gitanti presero posto sul vagone predisposto che li doveva portare alle cave di marmo a Ravaccione.

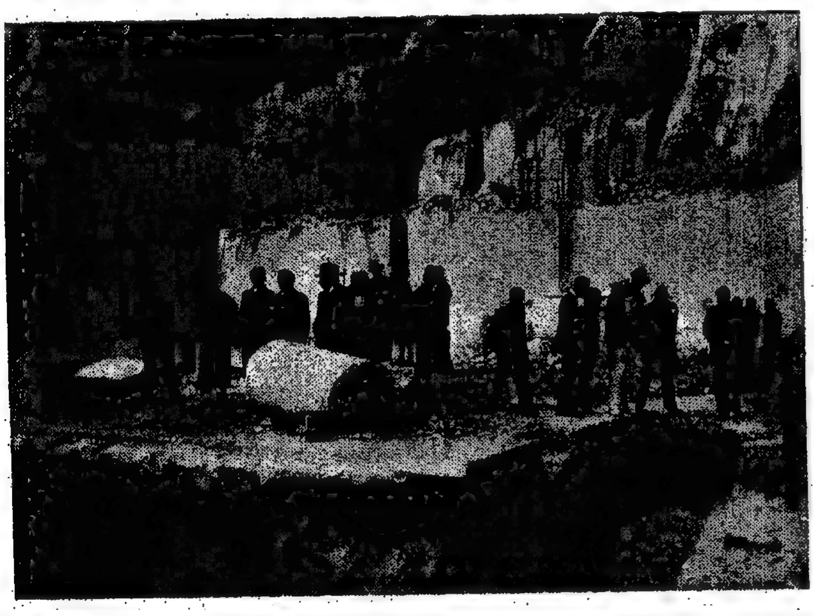


Fig. 9. — I congressisti visitano le cave di marmo.

La ferrovia, che non manca di ardimento nel suo tracciato, si arrampica sulla precipite parete della montagna che sovrasta la città. Il percorso, assai pittoresco, diede modo di spaziare collo sguardo su tutta la ridente conca in cui si adagia Carrara e che degrada dolcemente al mare.

Il tragitto passò lietamente, ed arrivati al capo linea la maggior parte dei gitanti affrontò allegramente la lunga scalinata che conduceva alla cava, mentre i meno agili e le Signore utilizzavano allo scopo il carrello del piano inclinato di servizio.

Sotto la guida cortese dei tecnici delle cave i congressisti poterono rendersi largamente conto dei metodi di coltivazione della cava, delle difficoltà dell'estrazione e del trasporto dei grandi blocchi, e dell'aspra fatica che richiede l'attacco delle candide pareti della montagna. Lo spettacolo era veramente grandioso e singolare e colpì fortemente tutti i visitatori che ne portarono un ricordo non facilmente dimenticabile.

Al ritorno, prima di risalire in ferrovia, venne ben volentieri fatto onore ad un rinfresco offerto dalla Amministrazione della Ferrovia Marmifera, alla quale tutti manifestarono il loro sincero gradimento per la cortesissima accoglienza.

Ridiscesi a Carrara, i congressisti si riunirono a colazione al Ristorante Risorgimento, ed effettuarono poi un rapido giro per la città visitando anche con vivo interesse l'esposizione del marmo che diede modo di ammirare la svariatissime qualità di questo materiale e le applicazioni che l'arte e l'artigianato italiano ne sanno trarre.

L'intenso programma della giornata richiamò ben presto i gitanti agli autobus, coi quali si portarono ancora a visitare gli impianti di utilizzazione idroelettrica e irrigua del Canale Lunense, sotto la guida del Cav. Ferrari, Commissario del Canale stesso, che cortesemente li accolse e li accompagnò.

La giornata si chiuse con il ricevimento offerto ai congressisti dal Municipio di Sarzana. Alle cortesi parole di saluto porte dal *Podestà* rispose ringraziando il Prof. *Rebora*. I convenuti si trattennero alquanto nelle sale del palazzo municipale facendo anche onore al rinfresco signorimente offerto.

All'imbrunire la colonna degli autobus si riformava per tornare alla Spezia dove la comitiva si sciolse definitivamente.

✻

Domenica 29 settembre. — Parecchi congressisti si portarono anche a Torino per partecipare alle cerimonie commemorative del cinquantenario dell'invenzione del campo ruotante. Di esse è stata data notizia nel precedente fascicolo del giornale (Vedi *L'Elettrotecnica* del 10 ottobre 1935, pag. 700).

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI TORINO

La sera del 17 aprile 1935-XIII alla presenza di numeroso pubblico, ebbe luogo, nella Sede Sociale, la comunicazione dell'Ing. **Ivo Panara** su **« Le corrosioni dei cavi sotterranei e i sistemi di protezione »**.

L'oratore, presentato dal presidente Ing. Dalla Verde, illustrò efficacemente, con l'aiuto di proiezioni, le cause di corrosione chimica ed elettrolitica dei cavi sotterranei e si soffermò a descrivere dettagliatamente il sistema di protezione a drenaggi compensati adottato dalla STIPEL di Milano, con risultati ottimi.

Il metodo, già descritto nella *Elettrotecnica* dello scorso anno, ha destato in Italia ed all'estero il più vivo interesse ed è stato preso in grande considerazione nelle ultime riunioni internazionali.

La conferenza venne alla fine calorosamente applaudita e l'Ing. Panara vivamente complimentato per la sua brillante attività.

✻

Il 7 maggio 1935-XIIII, nell'Aula dell'Istituto di Fisica della R. Università di Torino, il Prof. **Bruno Rossi** di Padova tenne una conferenza su **« I raggi cosmici »**.

L'oratore, presentato dal Prof. Somigliana, direttore del Seminario di Fisica e Matematica, parlò dell'argomento con quella particolare competenza che gli viene universalmente riconosciuta e che lo rende uno fra i più eminenti specialisti europei in questo campo.

Interesse speciale destò la descrizione delle esperienze eseguite dal Rossi all'Asmara due anni or sono, che vennero anche illustrate da alcune proiezioni.

La conferenza venne salutata alla fine da un caldo applauso da parte del numeroso pubblico intervenuto.

✻

Nel pomeriggio del 7 giugno 1935-XIII ebbe luogo la visita alle **Ferriere Piemontesi**: numerosi soci guidati dagli Ingg. Camuri, Taccone e Stanzani, poterono esaminare le moderne e poderose installazioni di forni elettrici con regolazione automatica, di laminatoi, di trafilerie per fili e per tubi. Lo spettacolo di una colata dal forno elettrico destò la consueta ammirazione; come pure molto interessante fu l'esame della grande sottostazione elettrica di smistamento, trasformazione e conversione.

Alla fine della visita il presidente Dalla Verde espresse ai dirigenti delle Ferrovie il vivo compiacimento ed il ringraziamento di tutti i visitatori.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

25 Ottobre - ore 21,30. — VANNOTTI Ing. Piero: « Un nuovo tipo di caldaia - Il generatore di vapore *Velox* ».

8 Novembre - ore 21,15. — PUGNO VANONI Dott. Ing. Prof. Enzo: « Apparecchi per terapia con onde corte ».

15-22-29 Novembre. — POLVANI Dott. Prof. Giovanni: Corso di lezioni sulla Fisica Moderna (Relatività, Statica, Meccanica ondulatoria).

SEZIONE DI NAPOLI (Via Tarsia, 39).

22 Ottobre - ore 21,15. — BABUSCIO Dott. Ing. Pasquale: « La produzione di energia elettrica negli stabilimenti siderurgici ».

27 Ottobre. — Visita agli Stabilimenti *Ilva* di Bagnoli.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.* Ind. Graf. It. STUCCHI - Milano.

VOL. XXII (XXXIX degli Atti) — 25 Novembre 1935 - ANNO XIV — N. 22

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

AMMINISTRAZIONE: UFFICIO CENTRALE DELL'A.E.I.: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (2/2) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086 - C/C POSTALE 3/1189 - MILANO

SOMMARIO

Gli elettrotecnici e le sanzioni.

Nell'ora grave e solenne che il Paese attraversa non sembri inopportuno che il nostro giornale abbandoni per un momento il suo carattere strettamente tecnico, per esprimere anch'esso un riflesso di quel sentimento che oggi unanimemente anima tutti i consoci, come tutti gli italiani, davanti a quello che vogliamo limitarci a chiamare il grande errore delle sanzioni.

La politica, energicamente iniziata, di resistenza alle sanzioni, implica la valorizzazione di tutte le energie e le risorse del Paese. Chi pensi quale importanza rivestano a tale proposito l'industria elettrica e la elettrotecnica in generale, ben comprende quanto grave sia il compito che ad esse compete.

Si tratta anzitutto di non far mancare alle industrie, e specialmente a quelle di guerra, come anche a tutta la vita sociale della Nazione, l'energia elettrica. La tempestiva iniziativa delle imprese elettriche ha provveduto a fornire una vasta attrezzatura di impianti e di linee, che dovrà ora essere sfruttata al massimo secondo le direttive di maggior tornaconto pel Paese; il che coinvolge complessi problemi di coordinazione, di regolazione e di subordinazione sia nella produzione sia nell'impiego dell'energia.

Siamo in un periodo anormale nel quale i concetti economici che reggono generalmente l'attività industriale devono essere riveduti in relazione alle esigenze dell'interesse, della dignità, della sicurezza nazionale. Non deve quindi sorprendere se problemi che potevano sembrare ormai risoluti o superati, si ripresentano oggi sotto una luce del tutto nuova e diversa. La necessità essenziale di economizzare le riserve auree e le disponibilità di valute pei pagamenti all'estero, può imporre in questo momento soluzioni e accorgimenti che, per sè, non avrebbero sufficiente giustificazione economica o tecnica.

Naturalmente ciò non significa accogliere ogni proposta che abbia una parvenza di utilità immediata, che anzi, ora più che mai, si impone ponderatezza e attenzione per apprezzare tutti i lati dei problemi e rilevarne le ripercussioni, spesso non facili a valutarsi, in altri campi. Ma è certo che tutto questo richiede una mentalità agile e pronta per adattarsi ai tempi nuovi e mutati.

Ad esempio la razionale utilizzazione dei materiali presenta problemi spesso importanti ed ardui tecnicamente ed economicamente. Così pel caso del rame, sono note e recenti le vivaci polemiche relative alla sua sostituzione coll'alluminio. In tempi normali si tratta in modo caratteristico di una questione che va risolta caso per caso. Oggi la necessità di evitare l'importazione di rame si impone come un argomento di ordine superiore e decisivo. E la sostituzione richiede abilità di tecnici e di costruttori.

La vasta opera di elettrificazione delle Ferrovie dello Stato, e private, già permette economie notevolissime nell'importazione di carbone. Le attuali condizioni inducono a considerare sotto nuova luce altri problemi, come quello delle applicazioni termoelettriche, che deve essere riesaminato sotto molteplici punti di vista, della disponibilità di energia, dei diagrammi di carico, della economia risultante nella bilancia complessiva degli acquisti all'estero, ecc.

Nelle città e nelle regioni pianeggianti, per tutti i servizi locali, la trazione ad accumulatori, su rotaie o non, sembrerebbe dover essere ripresa oggi in seria considerazione, anche se in tempi normali essa non risulti economicamente preferibile ad altre forme di trazione. E così dicasi di altre importanti questioni.

Col senso di questa alta responsabilità, gli elettrotecnici italiani, senza iattanza e senza debolezze, ma con serena fermezza si preparano a collaborare con tutte le loro possibilità al successo della grande prova che il Paese è chiamato ad affrontare.

Galileo Ferraris e il campo ruotante.

Pubblichiamo oggi l'ultimo dei discorsi commemorativi di Galileo Ferraris, pronunciato dal Prof. G. SARTORI, a Torino al recente Congresso Nazionale del Sindacato Fascista Ingegneri.

Prove sui dielettrici.

Abbiamo altre volte accennato all'importanza che nello studio dei dielettrici, così arduo teoricamente, rivestono le ricerche di carattere sperimentale. Siamo quindi lieti di pubblicare oggi uno studio del collega C. CHIODI relativo ad una delle questioni più delicate nella tecnica delle misure su tali materiali. Questa tecnica non è ancora normalizzata e anche nei nostri Congressi, è stata ripetutamente rilevata l'opportunità di definire in proposito in modo preciso, norme e modalità. Un apposito Sottocomitato del C.E.I. sta attualmente attendendo a tale lavoro. Lo studio che oggi pubblichiamo porta un contributo interessante che dovrà essere tenuto presente e che segnaliamo agli specialisti del ramo.

Apparecchi catadiottrici.

A più riprese (vedi *L'Elettrotecnica* del 25-11-1932, pag. 816 e del 25-4-1935, pag. 295) il nostro giornale si è occupato di questi dispositivi. Segnaliamo oggi un nuovo contributo sperimentale dovuto al prof. PERUCCA, che riferisce su una serie di esperienze eseguite per iniziativa del C.N.R. e del R.A.C.I.

LA REDAZIONE.

LA DIFFUSIONE NEL MONDO DEL PRINCIPIO DEL CAMPO ROTANTE FERRARIS

Discorso del Prof. G. SARTORI per la celebrazione del cinquantenario dell'invenzione del campo rotante - Torino, 29 settembre 1935-XIII

Richiamate le origini del campo rotante e le prime sue applicazioni nel campo industriale, l'autore si sofferma a rilevare come sia stato necessario completarlo, per migliorare le condizioni di avviamento, per ridurre ad eliminare il suo basso fattore di potenza, per poterne regolare la velocità. Ed accennato ai mezzi che furono escogitati per raggiungere questi risultati passa rapidamente in rassegna le innumerevoli applicazioni che il principio del campo rotante ricevette, osservando infine che anche l'odierno contatore di energia elettrica rientra in esse.

Fa infine rilevare che il motore a campo Ferraris fece progredire rapidissimamente ovunque il problema del trasporto della energia, la quale, se prodotta idraulicamente, ebbe in Italia in Camillo Cavour fin dal 1854 il primo assertore della sua enorme importanza.

Se fu sempre, in ogni tempo, segno di magnanima consapevolezza, il ricordare gli illustri scomparsi per sentire accendersi nei petti sentimenti di illuminata gratitudine e rinvendire i lauri delle glorie passate per essere spinti alle conquiste di glorie nuove, lo è certo maggiormente in questo tempo di alta tensione spirituale e che chiamerò eroico, in cui il bellissimo volto della Nazione si illumina del sorriso dei suoi figli in armi, presaghi di imprese che la renderanno più grande, più libera, più forte.

Se ciò ricorre per ogni provincia d'Italia, a quanto più si eleva il sentimento per voi piemontesi che conosceste da vicino i travagli di quei vostri figli che forgiarono per primi le fortune d'Italia!

Ogni branca dello scibile ebbe dei sommi e i tempi diedero uomini che trassero il loro motivo di vita dai bisogni più impellenti della Nazione: o la spada, o la penna o la politica, spesso maestra di prudenza quando ardisce e maestra di saggezza quando osa. Ma allorchè l'orizzonte politico si placa, ecco prevalere le Scienze; e fra queste l'ingegneria dare, nel suo raccolto e fecondo studio, le opere più insigni per il progresso continuo che deve presiedere ai destini della vita dei popoli.

Di questa epoca fruttuosa per tutti è il grande che in questi giorni si celebra. E posso dirvi che il compito affidatomi dai gerarchi di illustrarvi come nel mondo sia ormai diffuso un principio dalla sua mente divinatrice tratto da analogie che egli solo — per primo — seppe penetrare, ha superato ogni mia ambizione, tanto grande mi è riuscito l'onore.

Se si volese sintetizzare in una frase lo sviluppo preso nel mondo dal principio del campo rotante Ferraris, si potrebbe dire che esso principio sta alla base di tutto l'odierno macchinario rotante a corrente alternata. Nei moderni alternatori stessi, sempre polifasi salvo casi eccezionalissimi, nasce un campo rotante Ferraris che cammina di conserva col campo induttore, il quale gira trascinato meccanicamente dall'energia motrice.

E anche là dove meno parrebbe che si potesse parlare di campi rotanti, nel macchinario monofase, possiamo ricondurci sempre a campi rotanti, in virtù di quel teorema sulla decomposizione di un campo alternativo in due rotanti in senso inverso e con uguale velocità, teorema che il Ferraris ha dato per primo in occasione della teoria del motore asincrono monofase. Gli stessi motori monofasi a collettore beneficiano dell'esistenza del campo rotante, essendo dimostrato che le migliori condizioni di funzionamento si verificano quando, per il gioco combinato delle amperspire statoriche e delle amperspire rotoriche prende origine un vero campo rotante cui l'armatura obbedisce.

Sono questi *motori a conduzione* dove la corrente è condotta al rotore e non *a induzione* dove la corrente nell'armatura nasce pel fatto della asincronicità del movimento. Ma dei motori a conduzione non intendo io qui occuparmi e altrettanto non esaminerò i motori trifasi a collettore e a conduzione dove formansi due campi rotanti di uguale velocità, opportunamente spostati nello spazio, l'asse di quello rotorico potendo, col gioco delle spazzole sul collettore, opportunamente modificarsi.

È forse necessario che io accentui la fecondità di quel principio? Che importa se il Ferraris non vide, non intuì tutta la fecondità della sua mirabile scoperta? Intuì forse Volta che la sua pila avrebbe rivoluzionato il mondo? Vide forse Faraday, dopo aver scoperto le correnti indotte, che esse sarebbero state alla base di tutto il moderno sviluppo della elettrotecnica? E Pacinotti che dopo trent'anni di inutili tentativi di molti inventori, ha finalmente l'idea veramente geniale di costituire, scostandosi dai suoi predecessori, l'armatura con un circuito chiuso provvisto di collettore e risolve d'un colpo il grande problema della produzione della energia a corrente continua a mezzo di una macchina, il grande pisano si sarebbe mai sognato che la sua armatura avrebbe costituito un organo di capitale importanza negli sviluppi che doveva prendere in futuro il principio del campo Ferraris, scoperto venticinque anni più tardi? Ma così avviene sempre nel mondo scientifico! Solo il tempo disvela grado grado, col progredire anche di altri campi della umana attività, la fecondità di certi principi basilari.

All'evidenza pose però subito il Ferraris il carattere asincrono del movimento prodotto nel cilindretto di rame soggetto alle correnti indotte in esso provocate; così che dovendo io poi parlare, in prosieguo, di macchine asincrone in generale, debbo farne risalire l'origine al Ferraris che in una forma sia pure rudimentale, le ha fatte per primo conoscere al mondo tecnico e scientifico con la sua comunicazione all'Accademia delle Scienze di Torino.

Spettava agli ingegneri di utilizzare quella gamma scientifica, trovare i mezzi più opportuni per fornire le correnti alternate sfasate per creare il campo rotante, realizzare infine un vero motore industriale, adattandolo grado grado alle più svariate esigenze, raggiungendo anche con mezzi adeguati quelle peculiari caratteristiche di coppia, di velocità, di fattore di potenza cui la tecnica, sempre più progredita, lo ha voluto costringere. Citare tutti coloro che hanno in qualche modo contribuito a questo incontrastato successo della macchina asnicrona del Ferraris sarebbe opera ardua. Ma qualche pioniere va pure ricordato.

Purtroppo nel 1885 quando il principio del campo rotante divenne di dominio pubblico, la nostra industria italiana delle costruzioni elettromeccaniche era troppo arretrata per consentire tentativi seri di applicazione di quel principio. Il cielo sotto cui Volta e Pacinotti avevano concepito altri principi fondamentali della scienza elettrotecnica non aveva ancora visto sorgere grandi officine elettromeccaniche come quelle di Budapest o di Norimberga o di Berlino che ci innondarono di macchinario al sorgere della industria elettrica in Italia, facendoci anche il regalo della duplicità della frequenza, di cui stiamo ancora scontando le spiacevoli conseguenze. Così avvenne che i primi tentativi di utilizzazione industriale di quel principio si ebbero fuori d'Italia.

Per quanto possa essere ancora oggi alquanto difficile stabilire le prorità relative a determinate applicazioni industriali, sembra fuori dubbio che il Dobrowolski in Germania sia stato il primo a costruire con buone direttive elettriche e meccaniche il primo tipo di motore a campo rotante industriale, con rotore a gabbia e lo statore alimentato da una terna di correnti alternate spostate di fase di 1/3 di periodo. Taluno vuole che il Dobrowolski stesso abbia fatto l'osservazione che aumentando la resistenza del rotore, la coppia allo spunto migliora notevolmente e da ciò sia stato condotto a progettare un rotore ad avvolgimento con anelli e spazzole per introdurre le resistenze soltanto temporaneamente durante l'avviamento ed escluderle completamente, cortocircuitandole, una volta raggiunta la velocità normale. Altri ascrivono il rotore avvolto con resistenze di avviamento ai francesi Hutin e Leblanc. Comunque sia, questo avveniva nel 1890 e si può dire che da quell'epoca i motori a campo Ferraris non abbiano più sostanzialmente cambiata la loro struttura.

Nel 1891 il Dobrowolski della A. E. G. costruì il motore da 76 kW per il grande esperimento di Lauffen in occasione della Esposizione di Elettricità di Francoforte. E qui compare per la prima volta lo statore a toro, con cave sulla periferia interna, ma non più avvolto ad anello, bensì a sbarre con collegamenti frontali e ciò per meglio utilizzare il materiale rame e diminuire la dispersione, favorendo al massimo lo sviluppo di un complesso di campi magnetici, avanzanti di conserva con una velocità direttamente proporzionale alla frequenza e inversamente proporzionale al loro numero.

Se si riflette che il Tesla in America costruì nel 1887 il suo primo motore bifase con statore a poli salienti lamellati e che nel 1889 e 1890 si è continuato colà a costruire motori di questo tipo con pochissimo successo, evidentemente, si può dire che solo il Dobrowolski abbia intuito esattamente che cosa occorreva per tradurre in pratica il principio del campo rotante Ferraris applicato ai motori.

Già precedentemente al 1891 e precisamente nel 1889 alla Esposizione Universale di Parigi figuravano vari modelli di motori asincroni, nonchè alternatori destinati a funzionare come sincroni. Il Ferraris, delegato governativo al Congresso di Elettricità colà tenutosi, prese occasione per stendere una lunga e molto dettagliata

relazione su tutte le macchine, esponendo anche molti giudizi che il progresso del tempo ha mostrato esattissimi. Ma, fosse la ancora grande imperfezione dei pochi motori asincroni a quella Esposizione presentati, fosse piuttosto un esagerato riserbo per le previsioni che egli riteneva poter fare sulle applicazioni future del principio del campo rotante da lui scoperto, sta il fatto che egli espresse l'opinione che il motore sincrono darà (cito le sue parole) « finalmente « la soluzione più pratica e più semplice del problema di trasmet- « tere a grande distanza tra due stazioni una grande quantità di « energia ».

Quasi timidamente egli affaccia i pregi del motore asincrono, come la estrema semplicità della costruzione, e il vantaggio, non condiviso dai sincroni, di mettersi spontaneamente in moto, e dà forse soverchia importanza al fatto di dover far passare le correnti alternative entro spirali presentanti necessariamente notevoli coefficienti di induzione propria. Ma prevede già la possibilità di attenuare l'inconveniente nell'impiegare per la produzione del campo magnetico rotante non due sole correnti, ma tre o più con fasi diverse.

È facile immaginare pertanto con quale intima, profonda soddisfazione egli avrà assistito due anni più tardi al grande esperimento (grande per quei tempi s'intende) di Lauffen dove figurò con ottimo esito il motore Dobrowolski di cui poco fa ho fatto cenno. Forse soltanto gli intimi con i quali egli si sarà aperto avranno raccolto la impressione genuina che egli ne ebbe: con tutta probabilità ne sarà stata scossa anche la sua opinione sull'avvenire del motore sincrono. Il quale, è bene dirlo esplicitamente, oggi a più di 40 anni di distanza, se ha risolto magnificamente particolari compiti nelle industrie più svariate, non ebbe certo nemmeno la millesima parte di diffusione quale invece si ebbe il motore asincrono.

Dissi prima a proposito del motore costruito da Dobrowolski che forse egli solo, a quell'epoca, aveva intuito che cosa occorreva per tradurre in pratica l'idea, il principio di Ferraris. Intuito si e nulla più, perchè nel 1891 in materia di correnti alternate si costruiva ancora empiricamente e nessuno si era proposto di istituire una teoria del motore a induzione che consentisse, partendo da alcune premesse legittime, esaminare l'andamento della coppia in funzione della velocità del rotore; in sostanza fornire l'equazione della caratteristica meccanica della macchina.

La lacuna venne colmata in modo magistrale dallo stesso Ferraris con la memoria « Di un metodo per la trattazione dei vettori rotanti e alternativi » e che porta la data dell'ottobre 1893. In essa, con considerazioni puramente geometriche, viene stabilito un metodo generale ed estremamente elegante, oltrechè semplicissimo, per la trattazione di tutte le questioni concernenti la composizione dei campi rappresentabili da vettori. Compare qui per la prima volta l'osservazione che un campo alternativo può sempre considerarsi scomposto in due rotanti in senso inverso e il Ferraris spiega così il funzionamento del motore monofase Brown che era comparso in quel torno di tempo.

La equazione meccanica caratteristica del motore a campo rotante polifase vi è rintracciata. Il carattere asincrono della macchina è messo in piena luce mediante l'introduzione del concetto dello scorrimento. Discusse le condizioni dell'avviamento, messo in evidenza che esiste un valore massimo della coppia indipendente dalla resistenza del rotore, ma legato invece alla dispersione, il Ferraris rileva che spendendo un lavoro si può far marciare la macchina ad una velocità superiore a quella che compete al sincronismo; e per quanto non sia esplicitamente rilevato fa con ciò presentire l'impiego della macchina asincrona come generatrice.

Non era sfuggito al Ferraris che il Dott. Sahulka aveva pubblicato tre mesi prima (luglio 1893) uno studio analitico sul motore monofase di Brown e fa notare quanto più semplice sia il suo metodo che permette di arrivare ad identici risultati. Il Sahulka però non fa la osservazione che fa il Ferraris essere il motore monofase un motore a campo rotante differenziale: eppure le sue equazioni avrebbero dovuto renderlo attento di ciò.

Così anche della teoria dei motori asincroni andiamo debitori al grande maestro.

Il decennio che segue al 1891 (esperimento di Lauffen) è caratterizzato dall'affermarsi della corrente alternata nelle distribuzioni di energia con impianti a notevoli distanze dai centri produttori della energia meccanica necessaria. Il trasformatore statico esce ormai praticamente perfetto dalle varie officine elettromeccaniche. Messa in evidenza la superiorità del trasporto e della distribuzione con correnti trifasi anzichè bifasi, si comincia, prima timidamente e poi con ritmo sempre più accelerato, la corsa alle alte tensioni, che tanti altri problemi hanno richiesto di risolvere. Il motore asincrono è il trasformatore di energia elettrica in meccanica, ideale. Se ne diffonde rapidamente l'uso, passando a potenze sempre maggiori.

Questo affermarsi della corrente alternata trifase e del motore asincrono relativo fu la causa per la quale, industrialmente, non ebbe successo un sistema di distribuzione che il Ferraris stesso, in collaborazione col suo assistente Prof. Arnò, aveva escogitato. Nei primordi dell'avvento della corrente alternata gli impianti erano monofasi ed il motore asincrono monofase sarebbe stato facilmente utilizzabile se fosse esistito un mezzo comodo per farlo partire in modo spontaneo. Col sistema cui accenno una tensione opportunamente sfasata veniva distribuita assieme alla principale con soli scopi di avviamento dei motori monofasi inseriti nella rete; tensione prodotta all'origine ancora con una sola macchina monofase asincrona funzionante a vuoto. Precisavo poco fa che il motore monofase è un motore a campo rotante differenziale; ma uno dei campi rotanti in cui il monofase si scinde è praticamente estinto o soffocato, mentre l'altro veramente attivo, con la sua rotazione, può indurre nello statore, entro un circuito debitamente predisposto, una f.e.m. comunque sfasata. Del quale sistema di distribuzione, che non ebbe seguito industrialmente, come dissi, si occupò in una dotta Memoria il nostro chiarissimo collega Prof. Lombardi. Però, come dirò in appresso, qualche applicazione alla trazione, la si ebbe di recente.

E rientro in argomento riparlando del motore trifase.

Per rendere atta la macchina asincrona, impiegata come motore, a corrispondere alle applicazioni più svariate, da quelle domestiche a quelle della piccola industria, a quelle della industria così detta pesante, (metallurgia e trazione ferroviaria) è bisognato, non perfezionare la macchina asincrona perchè essa è nata già adulta ma adattarla con particolari accorgimenti, sia pure complicandola un poco, alle svariate esigenze delle industrie stesse, fra cui pongo anche quella della produzione della energia elettrica.

È bisognato cioè ricorrere ai seguenti provvedimenti:

1°) Migliorare, quando occorra, le sue condizioni di avviamento nei riguardi della coppia e della corrente assorbita.

2°) Migliorare o anche decisamente correggere il suo fattore di potenza.

3°) Influire, entro limiti piuttosto estesi, sul suo numero di giri rendendo possibile una vera regolazione.

A parte le soluzioni particolari escogitate per il primo e il terzo di questi provvedimenti, e di cui dirò in appresso, è importantissimo rilevare, dal punto di vista della generalità, che tutte tre si lasciano risolvere con un solo mezzo: fare agire nel circuito rotorico una terna trifase di f.e.m. di grandezza, direzione, fase opportune; però — e questo è ovvio — di frequenza sempre uguale a quella che per effetto dello scorrimento risulta indotta nel circuito del rotore. E ciò si lascia facilmente dimostrare, almeno fisicamente, anche senza ricorrere alla tavola nera.

Infatti per quanto risulta il primo provvedimento, la inserzione di resistenze per migliorare le condizioni dell'avviamento, ha per risultato di introdurre una terna di controtensioni, diretta come la corrente, ma opposte di senso, che riducono, attenuano, deprimono in larga misura l'effetto della elevata tensione indotta che si verifica per lo scorrimento unitario. Si riduce così la intensità della corrente rotorica e di conseguenza anche quella statorica, perchè le correnti nello statore (componente di magnetizzazione a parte) sono lo specchio di quelle che circolano nel rotore, come in qualunque trasformatore. Può sembrare strano che riducendosi l'intensità delle correnti rotoriche la coppia possa aumentare al punto di farle raggiungere — volendo — anche il valore massimo allo spunto. Ma la coppia è espressa dal prodotto di tre fattori ($C = \phi\, I_r$ sen Ψ) il flusso, l'intensità della corrente rotorica ed il seno dell'angolo che corrisponde al calettamento fra l'asse polare del campo induttore e l'asse polare del campo dell'armatura. La introduzione delle resistenze aumenta bensì la resistenza apparente del rotore, ma deprime in larga misura l'influenza della reattanza così che la corrente rotorica, non più fortemente ritardata ma portata quasi in fase, agisce nelle zone più opportune del campo ed il valore di sen Ψ si approssima all'unità.

Sul secondo provvedimento, quello del miglioramento del fattore di potenza, imposto molto spesso dai produttori di energia elettrica (e di ciò ha già parlato diffusamente il collega Ferraris) è da rilevare essere indifferente che la eccitazione del circuito magnetico del motore avvenga per effetto di una corrente opportuna nello statore oppure nel rotore. Perciò se con una adeguata eccitatrice inietteremo nel rotore una terna di f.e.m. alternative, di frequenza pari a quella dello scorrimento e di grandezza e fase tali da provocare

congiuntamente alle f.e.m. di scorrimento una corrente quale corrisponde alla somma vettoriale della corrente attiva e della necessaria corrente di magnetizzazione per eccitare il circuito magnetico della macchina, noi avremo risolto il problema; cioè avremo soppresso dalla linea di alimentazione la corrente reattiva. E si può andare più in là, sovracompensando la macchina asincrona, in modo che essa fornisca, attraverso lo statore, corrente reattiva ad altre macchine elettriche che ne abbisognano. La eccitatrice dovendo fornire f.e.m. a bassissima frequenza, risulta di dimensioni modestissime: circa quelle di una eccitatrice per un corrispondente motore sincrono.

Sul terzo provvedimento, quello della regolazione della velocità, è necessario mettere bene in evidenza che si tratta in sostanza di registrare lo scorrimento. Infatti per una determinata coppia da svilupparsi ad una determinata velocità occorre, a flusso costante (che tale lo si può ritenere) una determinata intensità di corrente nell'armatura. E poichè per la minima frequenza delle correnti rotoriche in regime normale si possono trascurare le variazioni della impedenza dei circuiti del rotore, si trova che la detta intensità di corrente è, in definitiva, proporzionale alla tensione risultante nel rotore e — per la premessa fatta riguardo alla costanza del flusso — finisce con l'essere proporzionale a detta tensione risultante anche la coppia; risultato questo molto importante.

Ora se noi iniettiamo nel rotore una terna di f.e.m. alternative di frequenza pari a quella delle f.e.m. che in esso hanno sede in dipendenza dell'andamento asincrono, non vi è che un solo grado di libertà disponibile per la macchina per trovare una nuova condizione di equilibrio stabile: modificare spontaneamente la sua andatura. È così che lo scorrimento deve modificarsi per far nascere una tensione risultante quale compete alla coppia resistente applicata al motore. Al quale riguardo deve porsi in particolare evidenza il fatto che, dipendentemente dal valore ed al senso della terna di f.e.m. iniettate potrà risultare una marcia iposincrona oppure ipersincrona, cioè vi sarà modo di regolare la velocità tanto al di sotto come al di sopra del sincronismo. Nè deve meravigliare affatto che anche marciando la macchina al di sopra del sincronismo, la coppia motrice risulti ancora positiva, cioè la macchina asincrona funzioni ancora da motore.

Variazioni di velocità al di sotto del sincronismo si possono ottenere senza macchine ausiliarie, col solo impiego di resistenze; ma in tal caso vi è forte dissipazione di energia e si avrebbero forti salti nella velocità anche per piccole variazioni della coppia.

Debbo ora fare un passo indietro per accennare anche ad altre soluzioni, perchè non è qui il caso di entrare in dettagli sopra queste macchine ausiliarie destinate a dare alla macchina asincrona, impiegata come motore, quelle particolari caratteristiche per le quali essa potè trovare larghissimo impiego e diffondersi in ogni ramo della attività industriale. Ricorderò tuttavia, più avanti, le origini di queste macchine, anche per mettere in onore, per nuovi titoli, l'armatura ed il collettore Pacinotti.

Rifacendomi alla prima questione, quella dell'avviamento, tutti sanno che l'impiego delle resistenze è generale, là dove non è possibile adoperare il rotore a gabbia, ottimo per la macchina portata a regime, ma tollerato, nei riguardi dei disturbi che può creare alla partenza, fino a potenze molto modeste sulle reti industriali.

Ad espedienti di inserzioni particolari (esempio stella-triangolo) o inserzioni e disinserzioni automatiche di resistenze, non si può ricorrere che per motori di piccole potenze.

Una soluzione geniale è quella del motore a doppia gabbia di scoiattolo proposta ed accuratamente studiata dal Prof. Boucherot fin dall'anno 1894. Il rotore porta due gabbie, una alquanto resistente alla periferia dell'armatura, la seconda internata poco più sotto e di bassissima resistenza. Durante l'avviamento la prima soltanto entra in gioco e influisce beneficamente data la sua elevata resistenza. Essa fa da schermo alla seconda quando la frequenza delle correnti rotoriche è prossima a quella della rete; ma mano mano che la frequenza di queste correnti diminuisce, l'azione schermante della prima gabbia si riduce, il flusso può penetrare fino alla secondo gabbia più interna concatenandosi con essa ed il motore, ormai raggiunta la velocità di regime, si comporta a un di presso come quello di un motore normale in corto circuito.

Alla quale soluzione tenne poi dietro la soluzione intermedia di costituire il rotore con una sola gabbia, ma con cave molto profonde, occupate da sbarre, pochissimo resistenti, di grande altezza radiale e piccolo spessore. Alloro sono gli effetti pellicolari che intervengono a far sì che ogni singola sbarra entri poco a poco con la sua sezione nel campo utile della macchina presentando in tal modo notevole resistenza all'avviamento, ma avvicinandosi grado grado alla resistenza vera e propria della sbarra, dipendente dalla natura del metallo ed alla sua sezione.

Altri espedienti analoghi furono escogitati per impiegare barre a resistenza variabile; ma in definitiva la doppia gabbia Boucherot rappresenta la soluzione migliore. Col solito espediente della inserzione stella-triangolo è possibile ottenere all'avviamento e con intnsità di corrente non superiore alla normale, una coppia = 2/3 di quella che a questa corrisponde. E il fattore di potenza risulta di poco inferiore a quello di un motore con rotore a gabbia. Si allacciano così sulle reti trifasi motori da 25 ÷ 30 kW di potenza ed in casi particolarissimi anche motori di potenza maggiore. Se si pensa a quanti possono essere i casi della pratica in cui occorre comandare un motore a distanza, posto in località di difficile accesso come sarebbe un pozzo profondo, oppure destinare alla sorveglianza operai poco istruiti o indigeni privi di qualsiasi cultura tecnica come nella industria petrolifera, se si riflette che per certe applicazioni dove i motori lavorano in ambienti molto polverosi o dove si sviluppano gas infiammabili (il grisou delle miniere, per es.) o dove si lavorano materie pericolose, e dove pertanto occorre poter eliminare ogni contatto strisciante per evitare nel modo più assoluto ogni formazione di scintille, si comprende come il motore asincrono in corto circuito abbia allargato a dismisura il campo delle applicazioni del campo rotante. Qualcuna, come quella dei gruppi motori-pompa che lavorano completamente sommersi entro l'acqua (e certi salvataggi di navi non si possono fare che così) attenderebbe ancora, al giorno d'oggi, la sua soluzione.

Nel trattare ora brevemente delle macchine ausiliarie per soddisfare alle altre due richieste del miglioramento del fattore di potenza e della regolazione della velocità, metterò subito in evidenza come in questo vastissimo campo, cui forse non si è ancora dato fondo, abbia trionfato l'armatura a collettore del Pacinotti con delle proprietà direi impensate, come quella messa in evidenza da Maurice Leblanc fino dal 1895, di poter fungere da selfinduttanza negativa. È stato questo il punto di partenza per tutti i sistemi venuti di poi per migliorare il fattore di potenza della macchina asincrona; a parte, s'intende, quello di accoppiare in derivazione sulla macchina asincrona un condensatore statico, di uso ormai molto frequente.

L'idea del Leblanc è stata ripresa dal Latour e più tardi dal Scherbius con quel compensatore costituito essenzialmente da una semplice armatura Pacinotti, chiusa magneticamente all'esterno, fatta ruotare con piccolo motorino apposito e inserita, con tre spazzole poggianti sul collettore, nel circuito rotorico del motore principale. Ottimo complesso che per motori di grossa potenza dà risultati soddisfacentissimi.

Parimenti per la correzione del fattore di potenza di grosse macchine asincrone ebbe successo in Inghilterra per qualche tempo il sistema del Prof. Kapp delle tre armature Pacinotti, oscillanti entro induttori a campo magnetico fisso.

Ma per le macchine asincrone di potenza moderata, dai 10 fino ai 200-250 kW si svilupparono vari sistemi nei quali la eccitatrice a bassissima frequenza (la frequenza rotorica) è conglobata nel rotore stesso in modo da avere una macchina che va sotto il nome di motore autocompensato.

Infine per quanto concerne la regolazione della velocità entro limiti piuttosto estesi, poichè occore qui variare anche la grandezza, oltre la fase, della terna di f.e.m. iniettate nel rotore, ricorderò il motore Schrage con la doppia terna di spazzole quando si tratti di motore conglobante la sua macchina ausiliaria; mentre invece quando trattisi di macchine ausiliarie distinte, poichè queste devono essere costruite con speciali accorgimenti, specialmente quando occorra ottenere anche la marcia ipersincrona oltre quella iposincrona, molti sono i nomi che ricorrono a seconda della finalità che si vuole raggiungere. Così il Scherbius con la sua macchina a collettore con una terna di poli sporgenti, particolarmente adatta per la regolazione dei gruppi destinati al travaso di energia fra due reti a frequenza diversa, cui accennerò poi, con possibilità di funzionamento ipo ed ipersincrono con la sola aggiunta di un piccolo trasformatore di frequenza.

Potrei citare esempi a centinaia di queste regolazioni. Mi limito a due soli, caratteristici.

Nello prosciugamento del Zuidersee furono impiegati gruppi di motori pompa della potenza di 750 kW e la regolazione della velocità si effettuava fra il 12 % del sottosincronismo fino al 18 % di soprasincronismo per tener conto della diversa altezza di sollevamento da metri 4,55 a 7,45. Nell'Arsenale di Taranto si fece ricorso a macchine ausiliarie per due motori da 600 kW e due da 300 kW

destinati a pompe di cui occorreva mantenere invariata la velocità pur essendo stata elevata la frequenza da 42 a 47.

Ma nel campo della regolazione della velocità molto vi sarebbe ancora da dire. Il mezzo più semplice, per quanto poco economico, è quello della inserzione di resistenze nel rotore, usato nella trazione ferroviaria trifase e ogni qualvolta sia necessario consentire ad un grosso volano, montato sull'asse del motore asincrono, gli scarti di velocità imposti dalla funzione a cui esso volano è chiamato; caso frequentissimo nell'impiego del motori nei grandi laminatoi, per es. In questi casi la energia corrispondente allo scorrimento è integralmente dissipata. Per i casi in cui convenga ricuperarla, come per es. avviene nelle grandi discenderie dei pozzi per miniere e dove, malgrado la variazione dl diametro sugli assi dove la fune è avvolta, la velocità delle gabbie deve essere mantenuta costante, furono studiati gruppi speciali costituiti da un motore asincrono principale, più una o due macchine accessorie destinate al ricupero della energia corrispondente allo scorrimento per rimandarla in linea (Gruppi Krämer ed altri analoghi).

Un altro sistema che fu largamente adottato nella nostra trazione ferroviaria trifase è quello del cambiamento del numero dei poli, quando si tratti di cambiare il numero dei giri non con continuità, ma per salti; sistema che per rotori a gabbia richiede solo mutamenti nelle connessioni delle sezioni di avvolgimento dello statore. Le possibilità, di regola, sono poche; aumentano quando a mezzo di un trasformatore Scott sia a disposizione anche la corrente bifase oltre la trifase oppure, più modernamente, col sistema Bianchi. Si intende che con rotori ad avvolgimento occorre adattare la polarità di essi a quello dello statore, ciò che necessita anelli di contatto e spazzole con le conseguenti complicazioni.

Nella nostra trazione ferroviaria trifase fu ed è ancora largamente usato il sistema della connessione in cascata dei motori. Il rotore del primo alimenta, con l'energia di scorrimento, lo statore del secondo, il rotore del quale, a regime raggiunto, è in corto circuito. Per la stabilità i due motori vanno meccanicamente congiunti ed allora il gruppo assume una velocità che è inversamente proporzionale alla somma dei campi polari delle due macchine asincrone; collegamento meccanico che, per il caso di un locomotore, è già automaticamente assicurato. Non è però difficile comprendere come la connessione in cascata di due macchine a induzione comporti anche un notevole abbassamento del fattore di potenza.

Di questo sistema per ottenere varie velocità dei gruppi si sono valse anche molte officine metallurgiche ed esempi del genere con grossi motori di migliaia di kilowatt di potenza non mancano in Italia.

A questo punto io non posso esimermi dal dedicare qualche minuto ad una applicazione della macchina asincrona del Ferraris alla trazione ferroviaria quale nacque, si sviluppò e trionfò nel nostro paese. L'ingegneria italiana, per opera dei tecnici ferroviari e dei costruttori italiani che — se non subito alle origini — furono più tardi all'altezza del compito nella fornitura dei locomotori, l'ingegneria italiana, dico, ha combattuto una magnifica battaglia, contro il misoneismo di molti, contro le opinioni di tanti, italiani ed esteri; e lo sforzo pertinace che, superando grado grado tutte le difficoltà, condusse a quel così detto « sistema italiano di trazione » che in definitiva corrispose, come in alcune parti della nostra rete ferroviaria, corrisponde ancora magnificamente ad ogni necessità, merita di essere ricordato ed esaltato.

Ma i pregi del motore a corrente continua sono talmente cospicui che, non appena fu possibile eliminare le sottostazioni con materiale rotante dando la preferenza ai convertitori a vapore di mercurio, si dette la preferenza alla corrente continua nelle recenti elettrificazioni.

Ciò però nulla toglie ai meriti dei nostri tecnici che ebbero fede nell'impiego del motore asincrono Ferraris nella trazione ferroviaria, tanto per i treni merci che per i treni diretti e rapidi. Ed è giusto che qui si ricordino i loro successi.

Basti dire che nell'anno 1930 avevamo già 1300 chilometri di linee ferroviarie elettrificate col sistema trifase e circa 650 locomotori con motori a campo rotante costruiti dalla industria italiana.

A questo punto io non renderei il dovuto omaggio al Nostro se dimenticassi che quel sistema di distribuzione Ferraris-Arnò che non ebbe successo nelle comuni distribuzioni di energia, fu esumato recentemente e messo a partito in America per la trazione (dove prese il nome di *split-phase*) impiegando corrente monofase ad alta tensione per l'alimentazione e corrente trifase per i motori, avendosi a bordo del locomotore un adatto trasformatore rotante; sistema in realtà dedotto dal brevetto italiano, ciò che fu anche riconosciuto dalla Ditta Westinghouse.

Anche la Casa Ganz di Budapest si è ispirata ad analogo concetto nei locomotori della linea Budapest-Hegyeshalom sulla linea Budapest-Vienna, i quali sono alimentati da corrente monofase a 16.000 volt, a 42 periodi sulla linea aerea, mentre a bordo trovasi una « trasformatrice » che risulta dalla combinazione in una stessa macchina di un motore sincrono monofase ad A. T. a frequenza normale con un generatore sincrono polifase a B. T. e funziona quindi non solo come trasformatore di fase, ma anche come trasformatore di tensione; perfezionamento notevole rispetto allo split-phase americano.

Uno degli argomenti in favore della trazione trifase in Italia fu sempre la facilità con cui opera il frenamento con una macchina asincrona e la possibilità del ricupero. È noto che una macchina asincrona quando funziona da sola a scorrimento negativo, cioè con velocità periferica del rotore superiore a quella del campo rotante nell'interferro, inverte anche il segno della sua coppia e diventa un generatore di energia elettrica. Ecco allora come nella trazione trifase i treni in discesa restano automaticamente frenati, semprechè l'energia da essi prodotta possa essere altrove impiegata, per es. in un treno di salita, oppure in qualche modo dissipata in un punto o l'altro della linea di alimentazione.

Questa proprietà di poter passare dal funzionamento di motore a quello di generatore col solo oltrepassare la velocità di sincronismo, fu già messa in evidenza dallo stesso Galileo Ferraris nella sua memoria sui vettori alternativi e rotanti, come già accennai, e indipendentemente dalla ovvia applicazione alla trazione, fu larghissimamente adoperata negli apparecchi di sollevamento e perciò anche nei grandi impianti di discenderie dei profondi pozzi delle miniere, qui con la sola manovra della inversione del campo, dovendo, nella discesa della gabbia, invertire il motore il senso del suo movimento.

La macchina asincrona può diventare pertanto, a spese di energia meccanica, una vera generatrice di energia elettrica, semprechè risulti collegata con una rete alimentata da generatrici sincrone da cui attingere la corrente reattiva di cui abbisogna per la manutenzione del campo; con la particolarità che per farne crescere la prestazione occorre aumentare la sua velocità: ma si tratta di pochi percento. Volendo un funzionamento del tutto autonomo, con relativo autodescamento, di una generatrice asincrona occorre il rotore avvolto collegato in cascata con appropriata eccitatrice. Con un rotore a gabbia un funzionamento autonomo sarebbe possibile soltanto sopra linee a grande capacità.

Il fatto che l'inserzione in linea di una generatrice asincrona non richiede alcuna operazione di sincronizzazione ha dato origine ad una nuova applicazione, quella delle centrali automatiche, le quali, particolarmente adatte per la utilizzazione delle modeste forze idrauliche non molto discoste dalle grandi centrali sincrone, ebbero anche qualche notevolissimo impiego come nella centrale automatica di Campicciolì dove esiste un generatrice asincrona di 7500 kilowatt.

Si può anche ricordare la centrale automatica di Coli dell'Ente Autonomo Volturno con quattro gruppi di turbina e generatore asincrono di 560 kW cadauno.

Talvolta le centrali automatiche si prestano a creare centri di produzione in località poco adatte nei riguardi della abitabilità.

Sembra che Latour e Heyland siano stati i primi a suggerire l'impiego della macchina asincrona come generatrice. Le possibilità di impiego si sono, col tempo, di molto allargate mercè l'impiego dei montaggi in cascata, anche perchè con le macchine ausiliarie adatte alla loro eccitazione possono diventare generatrici di corrente reattiva. È questo, veramente, il dominio delle macchine sincrone fatte funzionare a vuoto. Tuttavia le proprietà peculiari delle macchine asincrone sono tali che in molti casi esse possono essere vantaggiosamente comparate alle prime potendo esse fornire sia corrente reattiva in anticipo, come in ritardo. Molti condensatori rotanti asincroni funzionano con pieno successo in Germania per produrre corrente in ritardo verificandosi allora una stabilità di marcia per l'asincrono di molto superiore a quella del sincrono. Di più, almeno fino a potenze di 20.000 kVA il condensatore asincrono si può avviare senza difficoltà utilizzando un semplice reostato di avviamento.

Per macchine di potenza maggiore occorre un motore di avviamento come per i sincroni. Però anche i grandissimi sincroni impiegati per produrre potenza reattiva (e ne abbiamo fino a 50.000 kVA raffreddati ad idrogeno anzichè ad aria) non ripudiano l'ausilio del campo rotante Ferraris essendo ben noto che uno dei mezzi per avviarli è quello di farli funzionare come asincroni, ricorrendo non infrequentemente a particolari armature a gabbia.

Una macchina asincrona a campo rotante è, in sostanza, un trasformatore universale.

Se immobilizziamo il suo rotore funziona come un semplice trasformatore statico: però a differenza del comune trasformatore statico mette a disposizione delle tensioni secondarie comunque sfasate rispetto la terna di tensioni primarie; basta calettare opportunamente il secondario rispetto al primario. Ciò permette di effettuare una regolazione di tensione entro limiti molto vasti.

L'applicazione è frequentissima per correggere in posto variazioni di tensione delle linee. Con un regolatore doppio è possibile mantenere immutata la fase della seconda tensione rispetto la prima.

Se ora lasciamo girare il rotore ed equilibriamo la coppia che si sviluppa con un'altra macchina che abbia una velocità prefissata, possiamo raccogliere dal rotore tensioni ad una nuova frequenza il cui valore resta determinato dallo scorrimento che si verifica. La macchina asincrona funziona allora da trasformatore di frequenza, conosciuto sotto il nome di trasformatore di Steinmetz. Non molte sono le applicazioni che questo tipo di trasformatore ha avuto, occorrendo utilizzare la coppia motrice che si sviluppa. Fra gli esempi che si possono citare ricorderò una applicazione fatta a Dalmine; ma la più potente è certamente quella della centrale della East River di New York che permette di trasferire o travasare una potenza di 40.000 kVA da una rete a 60 preiodi in una rete a 25 periodi e viceversa. È questo un esempio di accoppiamento elastico fra due reti effettuato senza la trasformazione completa dell'energia da permutarsi di frequenza in energia meccanica con una sola macchina asincrona principale a 60 periodi, più una macchina sincrona a 25 periodi che traduce in energia elettrica la parte di energia che dalla principale compare sotto forma meccanica. Per registrare la fase della tensione della macchina sincrona, lo statore di questa è spostabile. Il controllo viene effettuato in modo automatico.

Enormemente più diffuso fu, fino all'avvento del convertitore a vapore di mercurio, il gruppo trasformatore Arnod-La Cour, di cui non ebbimo esempi, credo in Italia, ma che prestò ottimi servizi in Germania e in Inghilterra e nelle colonie inglesi, particolarmente per servizi tranviari. Gruppo costituito da una macchina asincrona e da una convertitrice direttamente addossata.

L'energia si trasforma parte in energia meccanica che la dinamo a corrente continua utilizza, e parte in energia elettrica sotto forma di un sistema polifase di correnti (9 o 12) provenienti dal rotore che vanno ad immettersi nella dinamo nella sua funzione di convertitrice. E ciò senza bisogno di anelli, nè contatti striscianti, la connessione essendo diretta. Di regola la convertitrice viene alimentata a metà frequenza della principale e ciò rappresenta un vantaggio grandissimo rispetto alle ordinarie convertitrici alimentate dalle reti normalmente a 50 periodi in Europa, a parte l'Italia dove abbiamo, oltre il 50, anche il 42 ed il 46. Gruppo interessantissimo, anche per il suo elevato rendimento, possibilità di ampia regolazione della tensione continua, facilità di registrazione del fattore di potenza del motore principale. Nei gruppi di qualche migliaio di kilowatt di potenza può essere anche soppresso il trasformatore statico di tensione, potendo alimentare lo statore della macchina asincrona con tensioni fino a 12.000 ÷ 15.000 volt.

Ritornando per un momento all'accoppiamento elastico delle reti a frequenze diverse è da rilevare che la macchina asincrona ha indiscutiblimente dei vantaggi che la macchina sincrona non ha.

Si può effettuare il travaso di energia per mezzo di macchine sincrone (un motore ed un alternatore) soltanto quando nella rete dove la energia si immette non esistono altre sorgenti di energia. Se queste esistono e ad onta delle inevitabili piccole fluttuazioni delle frequenze una potenza costante deve essere trasferita, soltanto la combinazione asincrono-sincrono è possibile purchè in cascata col primo vi sia una adatta macchina ausiliaria per fornire le opportune f.e.m. Queste si rendono necessarie anche per regolare il carico facendo assumere all'asincrono la coppia sufficiente per consentire al generatore sincrono di compiere la sua funzione. Che se poi lo scambio deve avvenire in senso inverso e il sincrono diventa motore e l'asincrono generatore, allora ancora il gruppo ausiliario è indispensabile perchè l'asincrono, pur marciando a velocità invariabile deve essere registrabile nella potenza fornita.

Questi impianti differiscono l'uno dall'altro soltanto per gli artifici che assicurano le particolari caratteristiche cui devono corrispondere i gruppi per ogni determinato caso. Ne abbiamo dappertutto, in tutti i paesi industriali in Europa ed in America. In Italia funzionano da molti anni, a Predare, a Robbiate, a Ravenna, a Bergamo, ecc., impianti del sistema asincrono-sincrono, dove la macchina asincrona compare, come tale, soltanto nelle condizioni di avviamento. Un impianto sincrono-asincrono con macchina ausiliaria Scherbius funzionò per molti anni nella centrale di Bardonecchia delle FF. SS. per consentire scorrimenti fino al 20 % allo scopo di liberare l'energia immagazzinata in colossali volanti, energia destinata all'avviamento dei treni.

A Mezzocorona funziona un gruppo asincrono da 7100 kW, a 42 periodi con relativo Scherbius ed uno sincrono da 9200 kVA, a 16,7 periodi (frequenza ferroviaria) di potenza corrispondente. Fa parte del gruppo una turbina da 7400 kW e quando essa funziona è possibile ripartire in modo prefissato sulle due reti, indipendentemente dalle variazioni della frequenza, la potenza generata dalla turbina.

Alla centrale del Marzocco di Livorno troviamo un gruppo analogo con Scherbius ed altre piccole macchine accessorie in cui la macchina asincrona può fornire 7100 kW al giunto, mentre il sincrono può fornire 9500 kVA.

A Pontremoli, dove si sono recati i consoci della A. E. I. giorni fa in visita, esistono tre gruppi asincrono-sincrono di 5500 kW per travaso di energia da frequenza industriale a frequenza ferroviaria con le solite macchine accessorie, dove è anche possibile commutare i poli da 12 a 10 per marciare a due velocità, ognuna delle quali consente variazioni di almeno il 10 %. Le FF. SS. per la loro cabina di Collegno stanno installando un gruppo convertitore di frequenza con un gruppo asincrono-sincrono da 7100 kW, anche per passare da frequenza industriale a frequenza ferroviaria con variazioni di velocità del 5 %.

Importante è pure il gruppo della centrale di Pfrombach presso Monaco per travaso energia da 50 periodi a 16,7 (frequenza ferroviaria) con una macchina asincrona da 15.000 kW ed una sincrona da 20.000 kVA.

Ho fatto cenno di grosse unità sia asincrone, sia sincrone con grosse gabbie di rame per facilitare l'avviamento come asincrone con l'applicazione di tensioni gradualmente crescenti. Ma esempi di potenze ancora maggiori li troviamo a bordo di navi da guerra o di navi mercantili per la propulsione.

La necessità di impiegare molte eliche e quella di accentrare la produzione dell'energia in gruppi veloci ha portato a dare la preferenza alla trasmissione elettrica. Già durante l'ultima guerra gli Stati Uniti hanno applicato il motore Boucherot a doppia gabbia per la propulsione della grande corazzata « Nuovo Messico » da 32.000 tonn. Trattasi di quattro motori da 5500 kW ciascuno direttamente accoppiati alle eliche con statore tetrafase commutabile facilmente per avere 24 o 36 poli onde ottenere due velocità di marcia.

L'esempio più importante in questo campo e più recente, si ha però nel piroscafo francese « Normandie » che ha quattro eliche azionate da quattro motori sincroni-asincroni con una potenza totale di 120.000 kW. I motori sono provvisti di grosse gabbie di rame che permettono il funzionamento dei motori quali asincroni durante gli avviamenti e le inversioni di marcia.

Nè dobbiamo dimenticare l'installazione girostatica del « Conte di Savoia » dove funzionano tre motori asincroni a gabbia di 160 kW di potenza cadauno.

Per quanto fuggevolmente io debbo anche ricordare che i graduali perfezionamenti che si sono ottenuti nel funzionamento delle macchine asincrone secondo il principio del campo rotante Ferraris, furono il risultato di profondi studi teorici sopra i fenomeni secondari che si verificano in queste macchine e la possibilità di tracciare dei diagrammi per seguire facilmente il funzionamento delle macchine nelle loro varie condizioni di lavoro.

Cito, fra gli studi, quelli relativi alle fughe e alle perdite supplementari che hanno un ufficio importantissimo nella tecnica della macchina asincrona. Le perdite supplementari abbassano il rendimento, limitando così, per l'aumentato riscaldamento, la potenza utile per un peso di macchina stabilito. Ricerche accurate hanno consentito di scoprire l'influenza delle armoniche superiori nella produzione di vibrazioni e di rumori e permesso di arrivare alla costruzione di motori assolutamente silenziosi quali sono richiesti per alcune applicazioni, come le casalinghe e quelle specialissime richieste dalla cinematografia sonora. È bastato in questo riguardo scegliere convenientemente il numero delle cave, ripartire regolarmente e simmetricamente gli avvolgimneti, dare alle cave del rotore una inclinazione opportuna rispetto a quella delle cave dello statore.

Una più esatta conoscenza della causa delle perdite supplementari e dei mezzi per evitarle ha poi autorizzato un impiego sempre più importante delle cave aperte sugli statori dei grandi motori, ciò che ha consentito di raggiungere contemporaneamente una grande sicurezza nell'isolamento delle barre e facilitarne la eventuale rimozione in caso di avarie.

Superfluo dire che la tecnica costruttiva ha beneficiato, come tutte

le altre costruzioni elettriche, delle migliorate qualità delle lamiere magnetiche e qualità degli isolanti; dei perfezionamenti introdotti in alcuni dettagli delle parti meccaniche delle costruzioni. Tutto ciò ha contribuito notevolmente allo incremento della potenza specifica delle macchine per chilogrammo di peso adoperato.

Blondel ed Heyland hanno per primi segnalato l'ausilio prezioso che può portare, nello studio di tutte le questioni concernenti la macchina asincrona, il diagramma circolare, il quale altro non è se non il diagramma di funzionamento di un comune trasformatore statico a notevole dispersione. Moltissimi altri autori hanno perfezionato quel mezzo di ricerca e di controllo, adattandolo anche al caso delle macchine asincrone compensate e tenendo anche conto della resistenza dello statore. Ma su questo argomento non posso soffermarmi.

Trasformatore di tensione, regolatore di tensione, trasformatore di frequenza, motore ideale per l'industria, generatore asincrono, condensatore rotante ed altro ancora, il tutto derivante da un principio che Galileo Ferraris largì al mondo con munificente signorilità cinquant'anni or sono, è possibile esprimere con una cifra il numero di kilowatt di macchine o apparecchi in cui detto principio è utilizzato? Difficile appoggiarsi a statistiche; ma non si è certo lontani dal vero ritenendo che i soli motori asincroni rappresentino all'ora attuale almeno 150 milioni di kilowatt installati su tutto l'orbe. Cifra imponente, questo è fuori dubbio, ma che non ci deve riempire di eccessiva meraviglia se si pensa che i più svariati bisogni sono stati coperti. Dai minuscoli motorini di 50 watt dei fonografi (a campo rotante anch'essi, pure essendo alimentati in monofase) preziosissimi, perchè non portano il minimo disturbo agli apparecchi radio, ai potenti colossi di migliaia di kilowatt che lavorano nelle grandi officine metallurgiche o nelle ferrovie, è tutta una gamma immensa di bisogni che è stata coperta in tutti i campi della umana attività. E senza esagerazione si può dire che questo fecondissimo principio è stato la leva che ha consentito al mondo di sviluppare gran parte delle sue attività industriali; perchè se la possibilità della trasmissione di energia a grandi distanza ad alta tensione per trarre profitto di grandi forze idrauliche o per ubicare convenientemente le grandi centrali termoelettriche è da ascriversi al trasformatore statico, a proposito del quale il Ferraris ha pur lasciato una pagina scientifica imperitura, come ce lo dimostrò il collega Lori, lo sviluppo di questo campo di attività sarebbe stato incomparabilmente minore se fosse mancato il principio della macchina asincrona.

Vi è poi una lunga serie di piccoli apparecchi di controllo, di segnalazione, di trasmissione di ordini, di copiatura di movimenti che utilizzano il principio del campo rotante e la larghissima serie degli apparecchi di misura, così detti, a induzione appunto perchè, come nel modello originario del Ferraris, le correnti destinate a reagire sui due campi magnetici in quadratura nello spazio e sfasati di 1/4 di periodo, sono suscitate per induzione nell'organo mobile. Non vale il dire che esistono apparecchi a induzione anche per correnti monofasi, essendo bene risaputo che schermando opportunamente una porzione di polo magnetico alternativo, si fa nascere un secondo flusso spostato di fase, il quale combinandosi col primo dà origine ad un campo che può considerarsi come rotante ed a cui è correlativa l'esistenza di una coppia motrice sopra un disco libero di girare entro le espansioni polari del detto campo alternativo.

Riservo per ultimo l'accenno alla più vasta, alla più diffusa applicazione del campo rotante: a quella dei contatore elettrico, segnalata come possibile e vantaggiosa dallo stesso Galileo Ferraris nella sua Memoria del 1885 sulle « Rotazioni elettrodinamiche ».

Il primo contatore per corrente alternata, costruito in America, dopo il permesso avutone dal Ferraris, fu il contatore Schallenberg della Compagnia Westinghouse di Pittsburg. Era però un contatore amperometrico. Un flusso alternativo, prodotto da un rocchetto percorso dalla corrente principale, si concatenava con una serie di spire piatte, isolate tra loro, chiuse in corto circuito, disposte col loro piano, registrabile in direzione, obliquamente al flusso principale. Per l'effetto del quale nasceva nelle spire ora accennate una corrente indotta spostata di fase rispetto la principale col risultato di creare un campo rotante il quale traeva in rotazione un disco di alluminio posto col suo asse, verticale, lungo l'intersezione dei piani dei due campi alternativi. Un piccolo molinello ad aria, montato nella parte inferiore dell'albero, fungeva da freno.

La necessità di conteggiare l'energia in unità di lavoro, wattore o kilowattore, ha determinato quella di ridurre a wattometrico l'originario contatore amperometrico a campo Ferraris e si è arrivati rapidamente ad una costruzione standard, nella quale un disco di alluminio diventa la sede delle correnti dovute all'effetto combinato di due campi magnetici alternativi, i cui flussi devono essere, nel tempo, rigorosamente in quadratura tra loro, quando la corrente, nel circuito di utilizzazione, è in fase con la tensione. Sullo stesso disco agisce la coppia frenante dovuta al suo movimento entro le espansioni polari di un magnete permanente.

Qualcuno potrà sottilizzare osservando che qui non viene rispettata la condizione di avere i flussi in quadratura nello spazio; però gli effetti sono identici agendo i due flussi in un piano che passa fuori dell'asse di rotazione del disco. Così se nell'apparecchio originario del Ferraris si tagliasse il cilindro di rame secondo una generatrice e si svolgesse tutto l'apparecchio in piano, si vedrebbe la lista di rame muoversi rettilineamente. Al qual proposito mi sovviene di un certo sistema di trazione, geniale teoricamente ma praticamente non realizzabile, che fu presentato dalla « Société de Traction « tangentielle » di Charleroi al Concorso del premio G. Ferraris di lire 15.000, istituito a Torino nel 1898, e — andato deserto una prima volta — riaperto nel 1902 e « da assegnarsi all'autore di una invenzione da cui risulti un notevole progresso nelle applicazioni industriali dell'elettricità ». Purtroppo quel sistema di trazione funzionò bene soltanto sulla carta! ».

Ma tornando al contatore a induzione, voglio farvi notare che con esso il principio del campo Ferraris è ormai entrato dappertutto, dalle case più umili alle reggie, dalle modeste botteghe dell'artigiano alle colossali officine dove si ritirano dalle linee centinaia di migliaia di kilowattore al giorno, senza contare le officine di produzione ove i contatori servono al controllo della energia erogata.

Vi è, o Signori, una creazione scientifica che abbia avuto più larga diffusione nel mondo? Io vi ho pensato, ma non mi fu possibile trovarla.

Ho detto poco fa che all'ora attuale si può stimare a circa 150 milioni di kilowatt la potenza del macchinario a campo rotante Ferraris installato sotto forma di motori elettrici su tutto l'orbe. Quale parte spetta all'Italia, al paese dove il principio fu scoperto? Dato il suo modesto sviluppo industriale rimpetto a quello di altri paesi come la Germania e gli Stati Uniti, non può fare meraviglia che soltanto 15 milioni circa di kW possano essere installati. Abbiamo però il confronto che per la loro alimentazione l'Italia ha il primato di utilizzare quasi esclusivamente le sue forze idrauliche, mentre altri paesi attingono largamente, per le forze motrici necessarie, ai combustibili solidi e liquidi, non eterni; quelle forze idrauliche che sono state così sapientemente messe a disposizione in Italia da provvide leggi e così intelligentemente messe a partito dai nostri tecnici che, fin dall'inizio, dimostrarono di intuire quali grandi benefici l'utilizzazione delle risorse idriche del paese potesse apportare alla economia nazionale.

Ma chi fu, primo in Italia, che disse parole precorritrici sull'impiego delle forze idrauliche? Chi fu che in Palazzo Carignano, in quello storica sala del Parlamento del Regno di Sardegna vibrante di gloriose memorie e che noi ieri visitammo con animo pensoso, nella seduta del 29 giugno 1854 uscì con queste frasi: « con dell'acqua che cade potete creare delle forze, trasportarle « dove volete: mediante la caduta d'acqua voi avete quello che si « ha servendosi del carbone che si può trasformare in forza. Potete trasformare dell'acqua in forza portatile e questo farebbe pel « nostro paese quello che hanno fatto le macchine a vapore per « l'Inghilterra. Noi abbiamo in cadute d'acqua più forza motrice « che non ne abbia l'Inghilterra con tutte le macchine a vapore « che ha in attività ».

Fu Cavour. Il grande statista fu dunque il primo assertare della importanza delle nostre forze idrauliche. E mi è sembrato non fuori di luogo rammentarlo questa sera in cui celebriamo la fortuna ed il successo di un istrumento che ha realmente permesso di trasformare in forza portatile l'energia dell'acqua che cade, come lo vaticinava Cavour.

Nella rievocazione del grande statista accanto a quella del grande scienziato Galileo Ferraris intendo rendere il dovuto omaggio a questa illustre ed eroica città che, attraverso le celebrazioni di questi giorni, rivive le sue glorie più pure.

INFLUENZA DEGLI ELETTRODI SULLE MISURE DELLA RESISTIVITÀ, DELLA COSTANTE DIELETTRICA E DELL'ANGOLO DI PERDITA DEI MATERIALI ISOLANTI SOLIDI

C. CHIODI

Vengono brevemente esposti gli effetti perturbatori dovuti agli elettrodi, nelle misure sui materiali isolanti e le cause relative, quali risultano dai lavori sperimentali sull'argomento; è aggiunto un elenco dei tipi più importanti di elettrodi fin'ora usati e delle rispettive caratteristiche.

Di seguito vengono riportati i risultati di alcune prove eseguite per determinare l'influenza del valore e della durata della pressione su alcuni elettrodi più usati nelle misure industriali. Le conclusioni che se ne deducono confermano la preferenza da darsi al mercurio o alla stagnola spalmata d'olio di vaselina, secondo la forma del provino.

A) CONSIDERAZIONI GENERALI.

La presente nota ha lo scopo di far conoscere una prima serie di risultati sperimentali, che possono avere qualche interesse, ora che le Norme per le prove di carattere industriale sui materiali isolanti vengono a poco a poco perfezionate nei diversi Paesi. Per chiarire il significato dei risultati stessi è sembrato opportuno premettere qualche cenno atto ad inquadrali nel problema generale.

Volendo considerare la questione specialmente dal punto di vista delle *prove di tipo industriale*, osservo che esse devono avere la proprietà di *essere ripetibili facilmente senza che i risultati ottenuti sul medesimo oggetto in prova varino oltre un certo limite*. Nelle prove sui materiali isolanti questo si ottiene con grande difficoltà o addirittura non si ottiene affatto, tante sono le cause che contribuiscono a far variare il risultato della misura. Le Norme, precisando le condizioni della prova, tendono ad eliminare queste cause, ma fin'ora vi sono riuscite solo in parte.

Consideriamo qui solo le prove che servono a determinare la resistività di massa, la costante dielettrica e l'angolo di perdita nei dielettrici solidi.

La diversità dei risultati, che si possono ottenere da *uno stesso provino* dipende:

a) *dalla condizionatura del provino;*

b) *dalla temperatura;*

c) *dalla frequenza e dalla tensione applicata;*

d) *dal metodo di misura.* — Perchè i risultati ottenuti con tensioni e frequenze molto diverse, fossero veramente confrontabili, è stato necessario eseguire tutte le misure *con lo stesso metodo*, naturalmente reso adatto alle condizioni di misura. Fino ad ora il Ponte di Schering è il metodo che ha permesso il confronto dei risultati entro i più larghi limiti di tensione e di frequenza (7) (da 50 Hz a 1×10^6 Hz).

e) *dalla forma e dalla natura degli elettrodi.* — Su questo argomento fervono le discussioni ed è quello di cui vogliamo occuparci in modo speciale.

FORMA E DISPOSIZIONE CHE POSSONO AVERE GLI ELETTRODI:

a) *in conseguenza della forma e natura del provino.* — Se il provino è piano gli elettrodi possono essere per es. di mercurio, ma se ha forma di tubo o di sbarra, converrà meglio la stagnola.

Se il provino è poroso gli elettrodi liquidi possono penetrare nella massa; se è molto sottile (carta, tele verniciate) il sistema degli elettrodi deve mantenerlo nella posizione giusta.

Infine sulla scelta dell'elettrodo può influire la qualità della superficie del provino (liscia, rugosa, disuniforme).

b) *allo scopo di ridurre gli errori sistematici.* — Qualunque sia il metodo di misura adoperato, è necessario, allo scopo delle misure indicate, che la corrente che passa nel circuito di misura sia *tutta e soltanto quella* che passa attraverso una porzione esattamente determinata X del provino. Bisogna cioè eliminare dal circuito le correnti di dispersione e annullare l'effetto delle capacità, diremo così, addizionali. Inoltre conviene rendere uniforme, oppure esattamente nota, la distribuzione del campo in tutta la zona X del provino, ed in particolare vicino agli orli.

A questi scopi provvedono i dispositivi di guardia e le schermature. Gli anelli di guardia intercettano *le correnti superficiali* od interne, che non attraversano la zona X del provino e inoltre dovrebbero annullare l'*effetto delle estremità* degli elettrodi.

Non tutti i dispositivi adottati, rispondono bene a questo scopo. Per es. nell'apparecchio del B. of S., consigliato anche dalle Norme inglesi (9) (fig. 1), la distanza di 1 cm fra elettrodo interno e

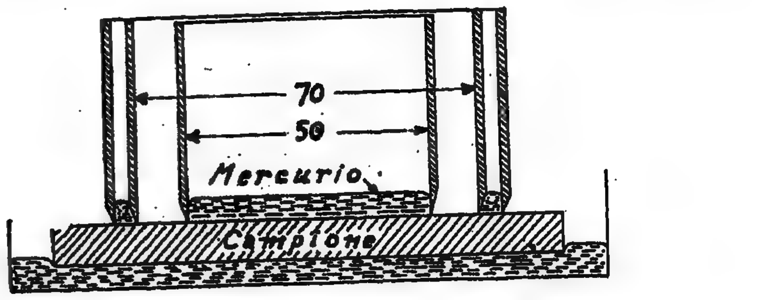


Fig. 1.

anello di guardia, disposta per eseguire con lo stesso apparecchio anche la misura della resistenza superficiale, risulta in generale eccessiva per annullare l'effetto delle estremità.

Il ragionamento dimostra, e l'esperienza conferma, che l'errore percentuale dovuto all'effetto degli orli, che si commette nella misura della capacità di un provino aumenta con l'aumentare dello spessore del provino e col diminuire della sua permeabilità.

Per es. con provini piani, di circa 1 cm di spessore, di gomma ($\varepsilon = 3$) e di vetro ($\varepsilon = 7{,}7$) Hoch (2) ha trovato errori percentuali rispettivamente del 9 e dell'8 % con due elettrodi circolari di egual diametro e del 21 e 20 % coi due elettrodi di area diversa.

Infine l'effetto della *capacità addizionale fra i due elettrodi*, al di fuori della zona X, dipende *dalla superfice e dall'altezza degli elettrodi* e può essere ridotto dal comune dispositivo di guardia; però specialmente con tensioni e frequenze elevate, bisogna ricorrere a schermature speciali e complete degli elettrodi (3) (7) (8).

Un'ultima considerazione bisogna fare sulla *esatta delimitazione* della zona X del provino.

Quando p. es. si usa il mercurio, con provini piani, esso viene applicato al provino entro tubi che possono essere di metallo o di materiale isolante, col bordo inferiore affilato o no. Non è detto che il mercurio riempia esattamente tutta la cavità, specialmente attorno ai bordi, nè che il tubo metallico faccia buon contatto su tutta la base anulare, nè che questo contatto sia identico a quello effettuato dal mercurio.

E. T. Hoch (2) ha eseguito una serie di esperienze per valutare alcuni di questi errori di misura (in seguito è riportata qualcuna delle conclusioni a cui egli è pervenuto) e per vedere se si poteva far a meno, nelle misure correnti, del dispositivo di guardia, apportando *ai risultati opportune correzioni dedotte dall'esperienza.*

Sono d'avviso che dette correzioni possono servire nei casi specifici trattati sperimentalmente, ma che la loro attendibilità sia assai minore quando si vogliano applicare a nuovi materiali od a forme e dimensioni di elettrodi diverse da quelle studiate dallo sperimentatore (si vedano i risultati ottenuti applicando la formula di Kirchoff (2)).

Anche le forme speciali di elettrodi studiate da Rogowski [1] e da Marx [2] per ottenere agli orli un campo ben definito, sono usate più che altro nelle prove di perforazione.

CONTATTO FRA ELETTRODO E PROVINO.

Sembra che nessun elettrodo possa garantire un contatto assolutamente perfetto con l'isolante su tutta la superficie affacciata. Infatti, oltre la possibilità facilissima di inclusione di aria o di altra materia, sembra che alla superficie di separazione abbia luogo un fenomeno la cui natura non è ben chiara, ma che equivale, agli effetti elettrici, alla presenza di una resistenza particolare e che produce quindi una caduta di tensione e perdite relative (3).

Possiamo ammettere, con l'Hartshorn (4) (8), che l'elettrodo tocchi il provino soltanto in un certo numero di punti, che può aumentare con la pressione; fra questi punti vi saranno delle zone in cui, fra elettrodo e provino si trova uno spessore variabile di aria o di olio, o di altra sostanza. Se si considera allora la superficie equipotenziale formata dalla faccia dell'elettrodo metallico e l'altra superficie equipotenziale, tutta compresa nella massa del provino e più prossima alla precedente, si ha un condensatore, che ha una certa capacità C_n ed un angolo di perdita δ_n, in serie

---

(1) ROGOWSKI. — *Arch. für Elektr.* 1923, pag. 1.
STOERK. — *E.T.Z.* gennaio 1931, pag. 43.
(2) MARX. — *E.T.Z.* 10 gennaio 1929, pag. 41.

con la capacità C_x che si vuole misurare e che ha, a sua volta, un angolo di perdita δ_x. Per l'elettrodo posto sull'altra faccia del provino, si può ripetere lo stesso ragionamento e si avranno così 3 condensatori in serie. La capacità e l'angolo di perdita del condensatore complessivo sono funzioni delle capacità e degli angoli δ parziali.

Se gli elettrodi sono eguali sulle due facce, si possono considerare due soli condensatori in serie. Allora, sia che si misuri la r equivalente in derivazione (P. di Schering) sia in serie (P. di Wien) si può esprimere la tangente dell'angolo δ *misurato* in funzione di δ_x e δ_n. Si vede allora, ed è anche intuitivo, che $\mathrm{tg}\ \delta = \mathrm{tg}\ \delta_n$ soltanto se $\delta_n = \delta_x$. L'angolo δ_n non è noto e non si può misurare separatamente e perciò la misura, di solito, non darà l'angolo vero.

Inoltre sulla superficie di separazione si ha una disuguale distribuzione di corrente, la quale si concentra nei punti di contatto, determinando cadute diverse di potenziale da punto a punto e quindi correnti circolanti nel piano dell'elettrodo, di intensità dipendente dalla conducibilità di esso (per es. mercurio o grafite (3) (4)).

Le esperienze di Churcher (3) hanno effettivamente dimostrato, che anche il contatto del mercurio puro non è perfetto e che è migliore quello dell'elettrodo di grafite colloidale. Le misure eseguite con corrente continua ed alternata a 50 Hz, e con metodi speciali appositamente studiati, avrebbero dimostrato, che per ogni cm^2 della superfice di separazione fra elettrodo e isolante si ha una resistenza o impedenza equivalente dell'ordine del $M\Omega$ o delle decine di $M\Omega$, secondo gli elettrodi ed i materiali.

La natura fisica, di questa *resistenza di contatto* resta però ancora oscura; ma, dato il suo valore assoluto, *si può trascurarne l'effetto nelle ordinarie misure industriali*, quando lo spessore dei provini sia $>$ 1 mm, e la resistività elevata.

Da quanto è stato esposto risulta l'insufficienza della semplice teoria dello strato d'aria (od altro) interposto fra elettrodo e isolante, per spiegare la diversità dei risultati ottenuti con diversi elettrodi, a parità di altre condizioni.

Tuttavia bisogna ammettere che, specialmente nelle misure industriali correnti, la maggior causa di errori, nella zona del contatto, è dovuta proprio a questo strato nocivo interposto, quando non si adoperino elettrodi adatti. Anche dalle esperienze sopra citate è risultato che, quando la permeabilità appariva fortemente ridotta, l'effetto era spiegabile solo ammettendo uno strato d'aria interposto.

L'Hartshorn ha eseguite molte esperienze in questo senso e su provini molto sottili di mica ([3]) (0,1 mm); ma, anche nelle più recenti (8) ammette, in qualche caso, l'influenza preponderante dello strato d'aria.

Tipi di elettrodi usati nelle misure sui materiali isolanti e considerazioni relative.

1°) *Mercurio.* — È il tipo forse più usato e dà ottimi risultati a tutte le frequenze (Hartshorn) (8). Va usato molto *puro.* Secondo le esperienze di Hoch (2) conviene contenerlo entro un cilindro *metallico* con l'orlo inferiore *affilato*. Per misure speciali può essere usato sotto pressione (6). Non si adatta ad essere usato con ogni forma di provino, specialmente adoperando gli anelli di guardia.

2°) *Placche metalliche rigide e piane.* — Non sono mai raccomandabili e possono solo essere usate con provini di spessore oltre i 6 mm (Hartshorn) (8).

3°) *Sottili fogli di metalli duri* (ottone di spessore 0,03 ÷ 0,06 mm). Presentano gli stessi inconvenienti delle placche rigide (vedi Risultati sperimentali, di seguito).

4°) *Fogli di stagnola* (spessore circa 0,01 mm). — Usati in forma di dischi o di strisce (per i tubi e le sbarre). Se vi è il dispositivo di guardia alla distanza di circa 1 mm da uno degli elettrodi, conviene che l'altro elettrodo abbia un'area maggiore del primo; se non vi è l'anello di guardia, conviene che i due elettrodi abbiano la stessa area e si corrispondano esattamente sulle due facce, per ridurre l'effetto degli orli (Hoch) (2). Se l'elettrodo è piano, sopra la stagnola si può porre un cuscino di gomma tenera e sopra ancora un disco rigido e il peso che si desidera.

Possono essere applicati:

a) *a secco.* — È necessaria una pressione di almeno 50 gr/cm^2, ma il contatto è ancora imperfetto (vedi Risultati sperimentali).

b) *spalmati con un sottilissimo strato di olio di vaselina.* — È il sistema più raccomandabile nella generalità dei casi delle prove industriali, specialmente con provini non piani (8). Quando il foglio sia fatto aderire con cura, la misura è quasi indipendente dalla pressione (vedi Risultati sperimentali).

c) *spalmati con soluzioni acquose di diversa specie.* — Il loro comportamento non è ben definito e può dar luogo a inconvenienti (vedi Risultati sperimentali).

5°) *Deposito di sottili strati metallici sulla superficie del provino.*

a) *per via umida* (da soluzioni). — Si adoperano sali di oro, platino, argento. L'aderenza è ottima. È un procedimento che richiede del tempo ed è delicato per la formazione degli anelli di guardia e per l'attacco dei conduttori e quindi poco adatto a misure industriali correnti. Non è applicabile ai materiali porosi (Pfestorf) (6).

b) *per mezzo di catodi polverizzatori* in atmosfera di idrogeno a bassa pressione. — Si usa di solito l'argento. Ottimo come risultato, richiede però attrezzature speciali e non è perciò adatto a misure industriali (Pfestorf) (6).

c) *per mezzo di spruzzatori*, sistema a spruzzo di Schoop. Si usa di solito lo zinco. — Ottimo come risultati e più rapido e comodo del precedente, richiede però sempre una pratica speciale. (Pfestorf) (6), (Churcher) (3).

6°) *Formazione di un sottile strato metallico sopra un cuscino di gomma* da applicare poi sul provino.

È un nuovo procedimento, che può essere utile quando si debbano staccare e cambiare facilmente gli elettrodi (Pfestorf) (6). Richiede anch'esso una pratica speciale per la formazione degli elettrodi ([4]).

7°) *Grafite.*

a) *applicata a secco* (Leiterit) sotto forma di polvere, per mezzo di un pennello.

b) *applicata mescolandola con un pò d'acqua distillata* (Grafite colloidale; aquadag) stendendola sul provino con un pennello entro limiti tracciati in precedenza, e facendo poi essicare il tutto per qualche ora (Churcher) (3), (Hartshorn) (8).

Il procedimento b) ha dato i migliori risultati e, secondo Churcher, una «resistenza di contatto» minore del mercurio e degli strati metallici ottenuti per spruzzatura sul provino. Sarebbe quindi il procedimento da preferirsi se non fosse alquanto più laborioso di quelli col mercurio e col foglio di stagnola, specialmente per la formazione degli anelli di guardia.

Quando poi il contatto col circuito di misura venga fatto attraverso placche metalliche od a mercurio, sovrapposti alla grafite, si possono avere delle cause di errore nelle misure a frequenza elevata (Hartshorn) (8).

B) RISULTATI SPERIMENTALI.

Da quanto è stato detto in precedenza risulta, che gli elettrodi più indicati per le misure industriali correnti sono, per ora, il mercurio e la stagnola.

Ho ritenuto utile esaminare con maggior precisione di quanto, mi sembra, sia stato fatto fin'ora, l'influenza del valore e della durata della pressione esercitata su alcuni tipi di elettrodi, anche per vedere fino a qual punto possa ritenersi valida la semplice teoria dello strato interposto. Nelle Norme oggi in uso la pressione, o non è indicata, o è indicata con valori arbitrari, che possono sembrare, o troppo scarsi oppure eccessivi (0,5 kg/cm^2) (10).

Sono state eseguite alcune esperienze a questo scopo; in esse non ha molta importanza la forma dell'elettrodo, ma bensì la natura del contatto.

I risultati finora ottenuti riguardano soltanto le prove alla frequenza di 1000 Hz ed a bassa tensione; sono perciò ancora incompleti, ma forse possono già presentare qualche interesse.

Campioni.

Per poter mettere bene in evidenza le differenze fra i diversi tipi di elettrodi, occorrono campioni di piccolo spessore, non deformabili facilmente e praticamente impermeabili. Inoltre è desiderabile poter operare sopra una sola delle armature del condensatore, facendo in modo che l'altra armatura possa convenzionalmente essere ritenuta come perfettamente aderente al dielettrico in prova; questo sembra lecito, trattandosi di misure comparative, se l'aderenza di questa seconda armatura è ottima e assolutamente invariabile durante tutte le misure.

Si è stabilito perciò di operare sopra campioni di diverse vernici stese, mediante spruzzatori, sopra nastri di ottone a superficie speculare, larghi 10 cm e di spessore eguale a circa 0,07 mm. I campioni venivano poi essicati al forno, alla temperatura opportuna.

L'aderenza delle vernici al nastro metallico si è rivelata, alla

([3]) Dye and Hartshorn, *Proc. of the Phys. Soc.*, dicembre 1924.

([4]) Hineline. — *Trans. Am. Electrochem. Soc.* 1923, pag. 119.

raschiatura e alla piegatura, sufficiente per poter ammettere convenzionalmente il perfetto contatto.

La misura dello spessore di isolante, quasi uniforme entro larghe zone, si può ritenere approssimata a ± 10 %.

I campioni su cui si è sperimentato sono:

				mm
1)	Vernice isolante a smalto	— superficie speculare	— spessore	$0{,}02_7$
1')	» » » »	»	»	$0{,}02_1$
2)	» » bobinite	» opaca	»	$0{,}02_7$
2')	» » »	» »	»	$0{,}03_8$
3)	» Nitrolac alla cellulosa	» »	»	$0{,}11_4$

Resistività molto elevata; la resistenza offerta dai campioni 1, 1', 2, 2', attraverso 1 cm² di superficie è superiore a 5×10^{11} Ω.

Elettrodi.

Sono stati sperimentati i seguenti tipi di elettrodi:

a) *Mercurio.* — Usato con l'apparecchio del B. of S. (9) con recipiente interno di 50 mm di diametro (fig. 1).

b) *Foglio circolare di ottone,* di 8 cm di diametro e di spessore 0,065 mm.

b') idem di spessore 0,030 mm.

c) *Foglio circolare di stagnola* di 8 cm di diametro e di spessore 0,015 mm applicato a secco.

c') idem applicato con olio di vaselina.

c'') idem applicato con vapore d'acqua.

Gli elettrodi di ottone e di stagnola intagliati da fogli perfettamente piani, e muniti di una sottile linguetta laterale per l'attacco al circuito erano applicati direttamente sul provino, adagiato su una lastra piana di ebanite; sull'elettrodo circolare era posto un disco rigido di ottone o di ebanite pure di egual diametro, sul quale si collocavano i pesi.

L'olio di vaselina è stato versato in piccola quantità sul disco di stagnola e disteso su tutta la superficie; poi se ne è asportata la maggior quantità possibile in modo da lasciare solo un sottilissimo velo. L'aderenza del disco al provino si ottiene comprimendo leggermente dal centro verso la periferia.

L'adesione della stagnola per mezzo del vapor d'acqua è stata ottenuta esponendo l'elettrodo al vapore per pochi istanti, finchè fosse coperto da un velo opaco e applicandolo immediatamente sulla vernice; naturalmene un simile elettrodo si potrebbe usare solo con materiali isolanti perfettamente impermeabili come vernici, vetro, porcellana, ecc.

In tutte le prove il secondo elettrodo era costituito dalla lastra metallica di supporto della vernice, lunga anche parecchi decimetri; durante la misura essa veniva portata al potenziale di terra.

Metodo di misura.

Si è adoperato un ponte di Wien, completamente schermato (compresi i trasformatori per l'alimentazione e la rivelazione) e condensatori campione variabili in aria e schermati. Tutte le misure sono state fatte col metodo di sostituzione, alla frequenza di 1000 Hz ed a bassa tensione (da 5 a 25 volt). Dato il sistema di alimentazione del ponte con collegamenti fissi agli estremi delle resistenze campione, si è aggiunto il circuito sussidiario di Wagner per poter eseguire le misure coi provini muniti di anelli di guardia.

Si è provata, con questo dispositivo, *l'influenza dell'anello di guardia,* con l'elettrodo a mercurio tipo B. of S. e si è rilevata una differenza di circa 5 μμF fra la misura della capacità eseguita con l'anello di guardia e quella eseguita senza l'anello, e nessuna differenza apprezzabile nella misura dell'angolo di perdita. Ciò dipende dal fatto che le vernici in prova avevano una resistività di massa ed anche una resistenza superficiale molto elevate e che lo spessore del provino era assai piccolo.

Perciò, dato il notevole valore di capacità presentato dai provini (qualche migliaio di μμF) e tenendo sempre presente che si trattava di misure comparative, si è ritenuto non necessario adoperare l'anello di guardia con gli elettrodi di ottone e di stagnola.

Lo *sviluppo dell'elettrodo nella direzione perpendicolare al piano del provino* anche usando sottili fogli metallici, può essere dato dai pesi posti sull'elettrodo, se essi sono metallici ed in comunicazione elettrica con esso. Nel nostro caso l'effetto, misurato, era trascurabile (per es. 4 μμF con un peso normale da 5 kg); ma può non esserlo con provini di capacità molto piccola.

Isolamento.

Prima di eseguire le prove, con ciascun elettrodo già a posto, è stato sempre misurato l'isolamento con corrente continua.

Risultati delle misure.

Per rendere più rapidamente comprensibili i risultati delle misure, sono stati disegnati dei diagrammi in cui si riportano, in funzione della pressione esercitata sull'elettrodo, i valori corrispondenti della ε apparente, della tangente dell'angolo di perdita e dello spessore equivalente medio dello strato nocivo fra elettrodo e campione.

La ε apparente è stata ottenuta dal rapporto fra la capacità misurata e quella, calcolata, corrispondente allo spessore medio del dielettrico ricavato dalle misure; quest'ultimo valore è solo approssimato, ma si può ritenere valido, poichè resta lo stesso per tutti i tipi di elettrodi adoperati, avendo eseguito tutte le misure di capacità messe a confronto, nella stessa zona del provino.

Dato poi il valore basso delle perdite per l'aria e l'olio di vaselina si è ritenuto di poter calcolare *lo spessore medio equivalente* s_n *dello strato nocivo* (che è pertanto un valore convenzionale) considerando semplicemente un sistema di due condensatori in serie con spessore uniforme di dielettrico, di cui si conosceva la capacità totale C, le permeabilità ε_x ed ε_n di ciascuno dei due dielettrici e lo spessore (medio) s_x di uno di essi, oltre, naturalmente, la superfice S, eguale per entrambi. Lo spessore s_n si ottiene allora immediatamente dalla formula:

$$s_n = \frac{\varepsilon_n S}{4\pi C} - \frac{\varepsilon_n}{\varepsilon_x} s_x \qquad 1)$$

dove s, S, C sono rispettivamente espressi in cm, cm² e unità assolute.

Non si è invece ritenuta applicabile la formula 1), per ovvie ragioni, nel caso dell'elettrodo di stagnola fatto aderire col vapor d'acqua.

I diagrammi delle figure 2 e 3 si riferiscono al campione N. 1 di vernice a smalto di spessore medio = 0,027 mm.

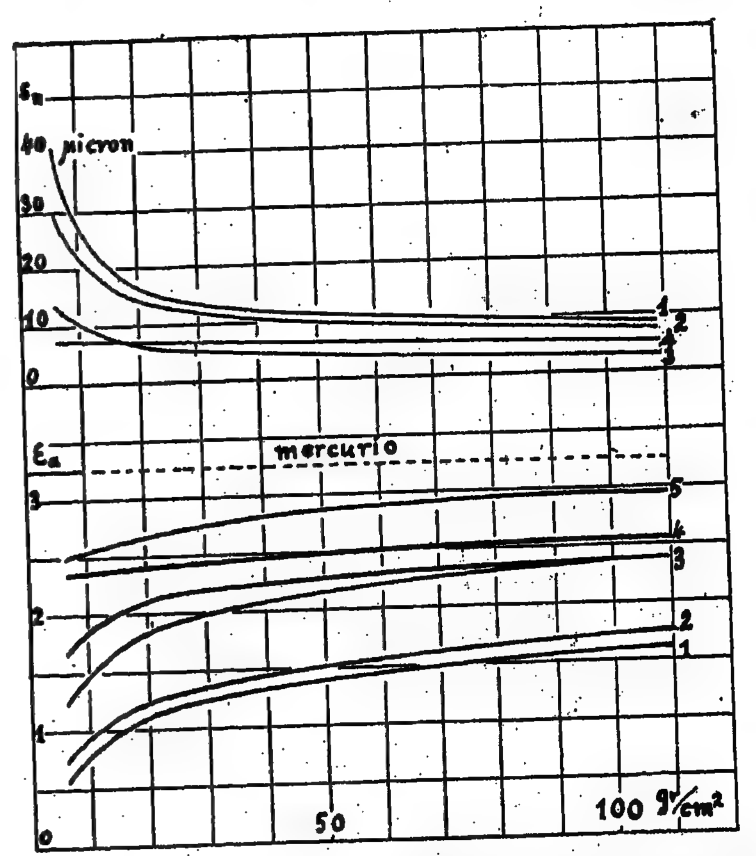


Fig. 2. — Permeabilità apparente ε_a e spessore medio equivalente s_n dello strato nocivo, con diverse specie di elettrodi, in funzione della pressione.

Le curve sono numerate e si riferiscono rispettivamenet ai seguenti elettrodi:

1)	Foglio ottone di spessore	0,065 mm	
2)	» » » »	0,030 »	
3)	» stagnola » »	0,015 »	applicato a secco
4)	» » » »	»	spalmato d'olio di vaselina
5)	» » » »	»	inumidito con vapor d'acqua

Il valore corrispondente alla misura fatta con elettrodo di mercurio è segnato con una retta tratteggiata, parallela all'asse delle ascisse, perchè serve come riferimento. In realtà non si è potuto provare, che detto valore sia indipendente dalla pressione altro che entro piccole variazioni, da 5 a 10 gr/cm², per la difficoltà della tenuta all'orlo inferiore dell'anello che contiene il mercurio.

Il valore di s_n *è calcolato assumendo per* ε_n *il valore ricavato con l'elettrodo di mercurio. Quindi le misure sono relative al mercurio.* Però la ε della stessa vernice a smalto è stata misurata anche

su altri provini di filo di rame verniciato, con spessori notevolmente superiori di vernice, ricavando valori perfettamente corrispondenti, il che conferma d'altra parte la buona approssimazione nella misura dello spessore del provino .

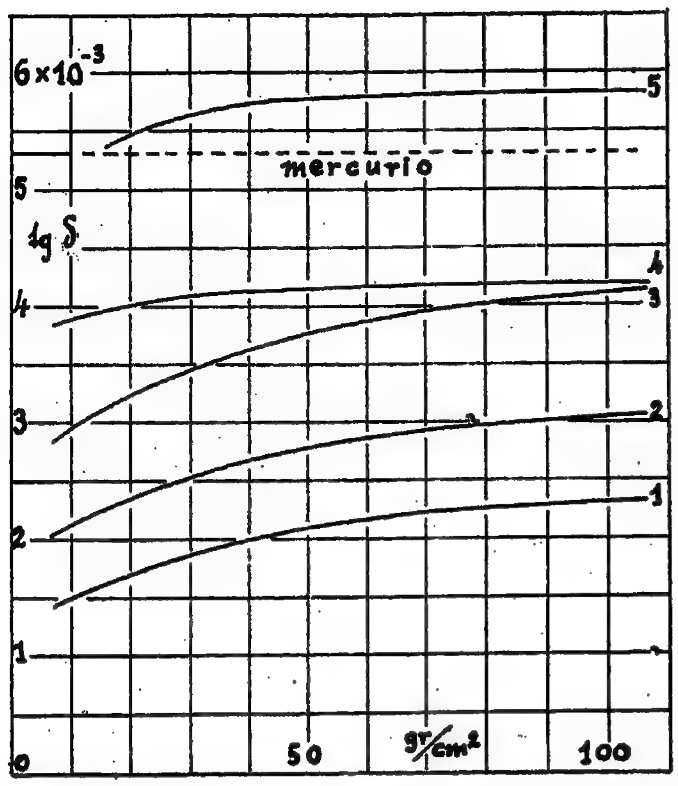


Fig. 3. — Tangente dell'angolo di perdita con diverse specie di elettrodi, in funzione della pressione.

Dato il piccolo valore, appositamente scelto, dello spessore dell'isolante in prova, risultano ben evidenti le differenze fra i valori di ε e di tg δ con i diversi elettrodi; così pure i diversi valori di ε che si ottengono facendo prima aumentare e poi diminuire la pressione (curva 3). È importante osservare che i valori ottenuti con la stagnola spalmata d'olio (curve 4) sono *quasi indipendenti dalla pressione*.

I valori di ε ottenuti colla stagnola inumidita col vapor d'acqua (curve 5) indicherebbero un contatto migliore che negli altri casi, ma ciò diventa illusorio quando si consideri l'angolo di perdita, maggiore che nel mercurio. In ogni modo questo tipo di elettrodo richiederebbe ricerche più lunghe ed accurate.

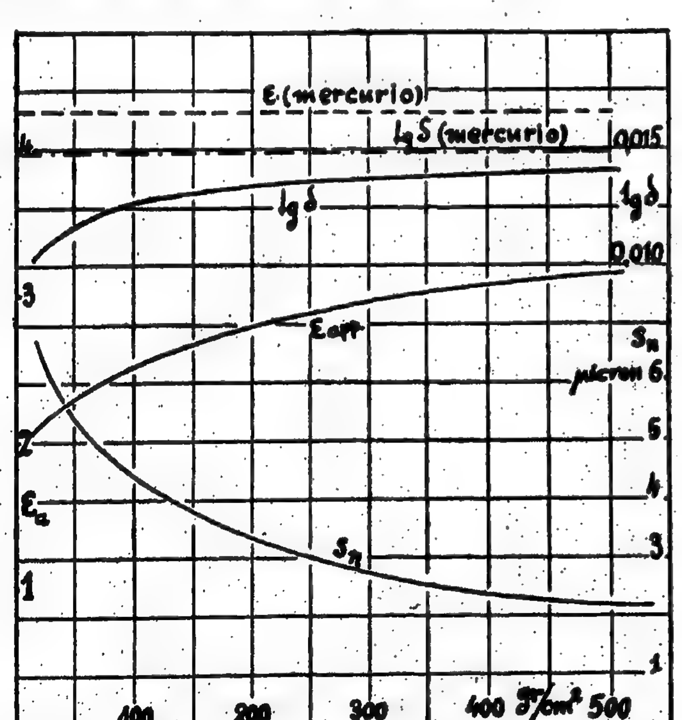


Fig. 4.

Lo spessore s_n dello strato d'aria con fogli sottilissimi di ottone ha circa lo stesso valore di quello misurato dall'Hartshorn con placche rigide, a parità di pressione (8).

Lo spessore s_n dello strato d'olio di vaselina è stato calcolato ponendo $\varepsilon_n = 2{,}2$.

I risultati ottenuti coi campioni n. 1', 2, 2', 3 (vedi Campioni) fino allo spessore di 0,114 mm, sono perfettamente analoghi e i valori di s_n pressochè identici; ritengo perciò inutile riportarli.

Dall'esame delle curve risulta che, con l'ammontare della pressione, *esse tendono ad un valore limite*, inferiore a quello ricavato col mercurio. Si è provato ad aumentare la pressione fino al valore indicato dal V. D. E. (10), sperimentando sul campione N. 2, di vernice « bobinite » con elettrodo circolare di stagnola di 4,15 cm², applicato a secco, e con pressione crescente fino a 509 gr/cm². I risultati sono riportati nella fig. 4.

Anche in questo caso sembra che il valore di ε tenda a raggiungere un limite alquanto inferiore a quello rilevato col mercurio, nella stessa zona, e la differenza è troppo forte per attribuirla ad un errore nel calcolo dell'area, all'effetto delle estremità od altro.

Dato che il valore di s_n è convenzionale e poichè esso non tende a zero, sembra che effettivamente esista una « impedenza di contatto » che non si può eliminare aumentando la pressione.

D'altra parte, poichè il valore di tg δ resta sempre inferiore a quello trovato col mercurio, avvicinandosi a questo assai più della ε, non è escluso che effettivamente tuttociò sia dovuto ad un esilissimo strato di aria, che resta in qualunque modo aderente all'elettrodo e specialmente al provino, per l'irregolarità della superficie.

Il tempo di applicazione della pressione non è mai fissato dalle Norme; con ciò si viene ad ammettere, che esso non ha importanza.

Sono state eseguite delle prove per verificare come varia nel tempo la capacità del provino con diverse specie di elettrodi, man-

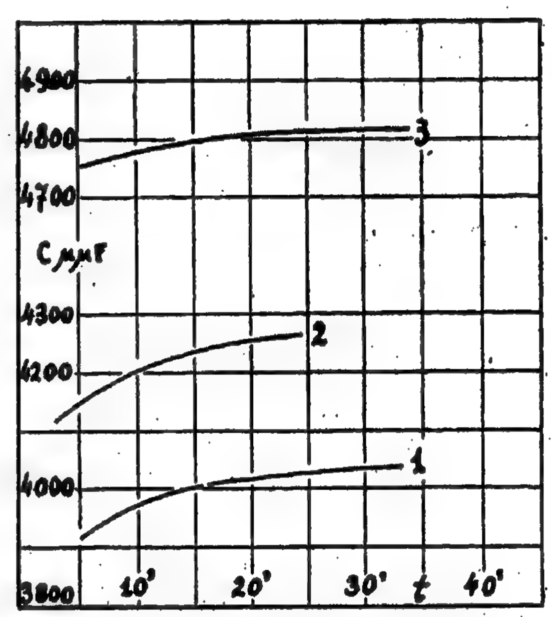


Fig. 5.

tenendo costante la pressione. Nella fig. 5 sono riportate le curve della capacità di alcuni provini, in funzione del tempo contato a partire dal momento in cui viene applicata una pressione di 105 gr/cm², con i seguenti elettrodi:

Stagnola a secco (curva 1).
Stagnola con olio di vaselina (curva 2).
Stagnola con vapor d'acqua (curva 3).

Le variazioni non sarebbero trascurabili per misure di precisione. Anche con la stagnola spalmata d'olio (curva 2) la variazione raggiunge il 3,5 % in 30'. Soltanto dopo questo tempo il valore della capacità tende a stabilizzarsi, con i diversi tipi di elettrodi sperimentati.

La considerazione dello strato nocivo di spessore medio s_n equivalente ai risultati delle misure può essere utile per indicare approssimativamente il *valore percentuale* η *dell'errore* che si può commettere, secondo lo spessore del provino, e la sua costante dielettrica ε, con diverse specie di elettrodi e diverse pressioni.

Posto $\eta = \dfrac{\varepsilon \text{ effettiva} - \varepsilon \text{ apparente}}{\varepsilon \text{ effettiva}}$, si sono calcolati e riportati nella fig. 6 i valori di η in funzione dello spessore s del provino, per diversi valori della permeabilità ε del provino, della permeabilità ipotetica ε_n dello strato nocivo (aria = 1; olio = 2,2) e dello spessore s_n di questo strato, ammesso uniforme, e corrispondente ai valori trovati (vedi fig. 2) con diversi elettrodi alla pressione di 25 gr/cm².

L'errore è maggiore per i materiali di permeabilità più elevata. Coi provini molto sottili gli errori sono elevatissimi, ma al disopra del millimetro di spessore si riducono a qualche percento che non ha, in generale, importanza nelle misure industriali, ma che si può ridurre al minimo scegliendo l'elettrodo più adatto. Risulta evidente la convenienza di usare il foglio di stagnola con l'olio di vaselina.

Conclusioni.

a) Dai risultati ottenuti da molti sperimentatori, risulta che l'elettrodo più conveniente per tutte le misure industriali è il *mercurio*, purchè sia usato molto puro e con l'anello di guardia alla distanza opportuna.

b) Quando, per la forma o la natura del provino, non si può usare il mercurio, l'elettrodo più conveniente si ottiene con un *foglio di stagnola* fatto aderire al provino mediante un sottilissimo strato di olio di vaselina, con le precauzioni indicate in precedenza. Un tale elettrodo dà risultati quasi indipendenti dalla pressione esercitata su di esso.

c) ne consegue che per gli elettrodi di mercurio o di stagnola spalmata d'olio non è proprio necessario determinare la pressione, mentre questa dovrebbe essere prescritta dalle Norme con gli elettrodi a secco.

Bisogna anche tener presente, che adoperando il mercurio, coi normali apparecchi, difficilmente si possono superare i $10 \div 15$ gr/cm², mentre col foglio di stagnola spalmato d'olio sarebbe più conveniente arrivare verso i 50 gr/cm², ma non molto di più. Per i provini piani ciò è abbastanza facile, mentre è assai difficile per altre forme.

Perciò è forse preferibile non esercitare mai alcune pressione permanente, ma solo temporanea al momento della posa, dal centro verso la periferia, finchè si è ottenuta l'adesione in ogni punto.

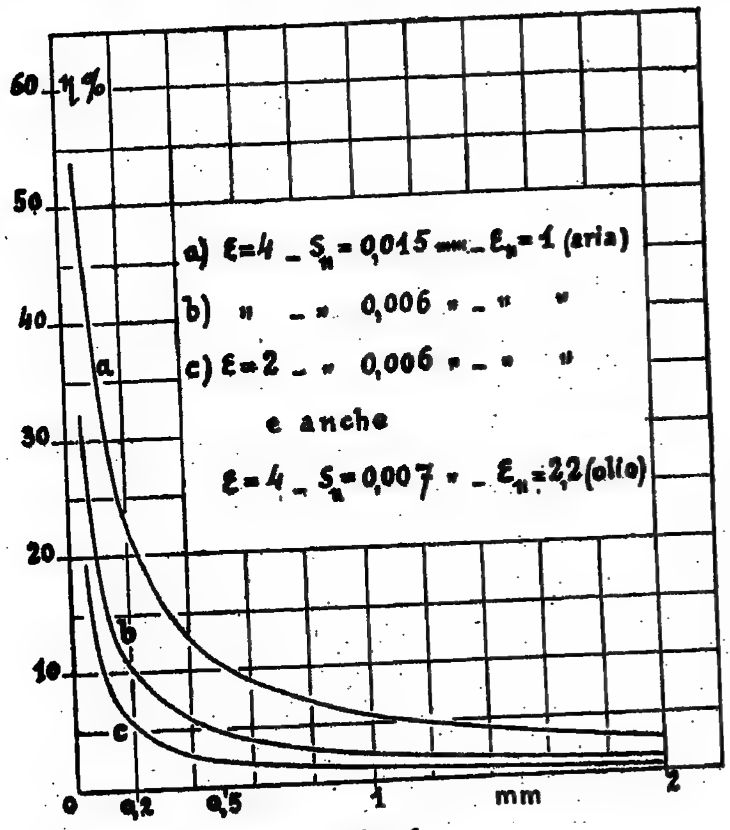


Fig. 6.

Nei casi in cui si debba usare la stagnola a secco (materiali porosi) la pressione necessaria potrà essere scelta fra i 50 ed i 100 gr/cm².

d) Qualora si eserciti una pressione sul provino, il *tempo di applicazione* della pressione ha influenza, specialmente all'inizio (vedi fig. 5); si può in tal caso fissare il tempo che deve passare dall'applicazione della pressione all'esecuzione della misura (per esempio 5′ o 10′).

e) *Le placche rigide* od anche *sottilissimi fogli di ottone* o altro metallo duro, non sono consigliabili come elettrodi. Bisogna insistere un poco su questo punto, per il fatto che molti li usano per comodità (10) dato che l'elettrodo di stagnola spalmato d'olio non può servire che una sola volta.

f) La possibilità di costruire *condensatori* di capacità sempre maggiore col diminuire dello spessore dell'isolante e adoperando armature a secco, ha un limite non solo per la diminuzione dell'isolamento e della resistenza alla perforazione, ma anche per effetto dello strato d'aria interposto. Dai diagrammi della fig. 2 si può approssimativamente ricavare qual'è lo spessore minimo più conveniente.

g) Nel caso di *provini sottili*, come carte o tele verniciate, l'esistenza degli strati nocivi di aria od altro non può non assumere una importanza speciale (vedi fig. 6) sia che si sperimenti sopra un foglio solo, sia che si sovrappongano parecchi fogli, formando un pacco.

La tecnica di queste prove, va perciò regolata da Norme speciali.

Debbo un ringraziamento alla Ditta Fratelli Rossi di Torino, che gentilmente si è prestata alla non facile preparazione dei campioni verniciati.

Torino, agosto 1935-XIII.

Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris ».

BIBLIOGRAFIA.

(1) HARTSHORN. — *A critical resume of recent work on dielectrics.* J.I.E.E. novembre 1926, pag. 1152.
(2) E. T. HOCH. — *Electrode effects in measurement of insulating materials.* Bell Telephone Lab. Journ, novembre 1926, Rep. B 217.
(3) B. G. CHURCHER, C. DANNATT AND J. W. DALGTEISCH. — *Contact effects between electrodes and dielectrics.* J.I.E.E., vol. 67, 1929, pag. 271.
(4) Discussione sul lavoro precedente. — J.I.E.E., 1929, pag. 789.
(5) *Contact Phenomena in Dielectric.* J.I.E.E., 1933, I. Sem., pag. 252.
(6) PFESTORF. — *Uber Elektroden für die Zwecke der Prüfung fester Isolierstoffe.* E.T.Z., n. 51, 1930, pag. 275.
(7) T. I. JONES. — *Mercury Electrodes for measurements on solid dielectrics at radio frequencies* J.I.E.E., febbraio 1934, pag. 179.
(8) HARTSHORN, WARD, SHARPE, O' KANE. — *The effects of electrodes on measurements of permittivity and power factor on insulating materials in sheet form.* J.I.E.E. dicembre 1934, pag. 730.
(9) B.E.A.I.R.A. — *Tec. Pub. Ref.* A/s2 ed A/s4.
(10) V.D.E. — Norme per le prove sui materiali isolanti. Fasc. 0303. E.T.Z., 7 marzo 1929, pag. 360.

REQUISITI IDEALI E CARATTERISTICHE REALI DI APPARECCHI CATADIOTTRICI

ELIGIO PERUCCA

Si stabilisce una definizione convenzionale di apparecchio catadiottrico ideale (catadiottro ideale) *per segnalazione.*
Si può in conseguenza definire il rendimento dei catadiottri reali rispetto al catadiottro ideale.
Si riportano alcuni risultati di misure di rendimento su catadiottri del commercio.
Si suggerisce un metodo fotografico di confronto per stabilire, qualitativamente ma rapidamente, la bontà relativa dei vari catadiottri.
Le considerazioni e le misure seguenti si riferiscono a luce bianca e a catadiottri incolori. Ma non è difficile estendere le considerazioni svolte a luci o a catadiottri colorati.

1. - Dispositivi catadiottrici.

In questi ultimi anni hanno raggiunto una notevole e meritata diffusione taluni apparecchi di segnalazione ottica non dotati di luce propria. Tali apparecchi si rivelano al guidatore di un autoveicolo che proceda sulla strada a fari accesi, perchè rinviano verso l'autoveicolo illuminante una notevole parte del flusso luminoso incidente.

Per il guidatore dell'autoveicolo illuminante, detti apparecchi sono equivalenti a sorgenti di luce d'intensità notevole; essi spiccano brillantemente sul fondo meno splendente e quindi si impongono nettamente all'attenzione del guidatore.

Gli apparecchi in questione sono spesso chiamati *catapholes;* ora va diffondendosi il nome di apparecchi o dispositivi *catarifrangenti.*

I puristi, amanti di etimologie non ibride, troveranno preferibile il nome di « dispositivo catadiottrico », o semplicemente *catadiottro*, nome che ne ricorda l'azione combinata riflettente e rifrangente.

La presidenza del Comitato per la Fisica del Consiglio Nazionale delle Ricerche d'intesa col Reale Automobile Club d'Italia ha voluto segnalarmi l'interesse che avrebbe avuto il fissare quali siano i requisiti atti a caratterizzare un apparecchio catadiottrico teoricamente perfetto (*catadiottro ideale*), e il controllare fino a qual punto tali requisiti siano soddisfatti in buoni apparecchi catadiottrici già sul mercato (*catadiottri reali*).

Sono questi gli scopi della presente nota.

Le considerazioni che seguono si riferiscono a catadiottri incolori. Non è difficile estenderle a catadiottri colorati.

2. - Catadiottro ideale.

Le proprietà con le quali sto per definire il catadiottro ideale sono in sostanza arbitrarie. Tuttavia mi sembrano accettabili per una definizione convenzionale e semplice di tale apparecchio. Queste proprietà sono infatti aderenti nel modo più diretto alle esigenze di impiego pratico.

Sia F (fig. 1) un faro (per es. il faro destro) di un autoveicolo su di una strada $W\,W$, rettilinea ed orizzontale, Sia C il catadiottro, A l'occhio del guidatore. Sia s la superficie del catadiottro. La posizione dell'occhio A è indeterminata, ma è certamente con-

tenuta nell'area S (fig. 2) il cui contorno coincide (ad abundantiam) col contorno del vetro detto « parabrezza ».

Si ammette che la funzione del catadiottro debba esplicarsi per distanze $r = FC$ non minori di 20 metri (1); allora la sorgente F può ancora ritenersi puntiforme con sufficiente approssimazione. Inoltre è utile per la segnalazione soltanto il flusso luminoso che proviene da F, è raccolto dalla superficie s del catadiottro ed è

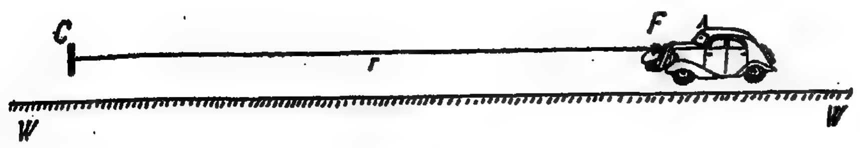


Fig. 1.

rinviato nel cono individuato dal vertice C e dall'area S del parabrezza; il cono più ampio di utilizzazione è quello che corrisponde alla minima distanza r del parabrezza dal catadiottro; nel nostro caso, è dunque quello che corrisponde alla distanza $r = 20$ metri. Sia Ω l'angolo solido inviduato da tale cono CS.

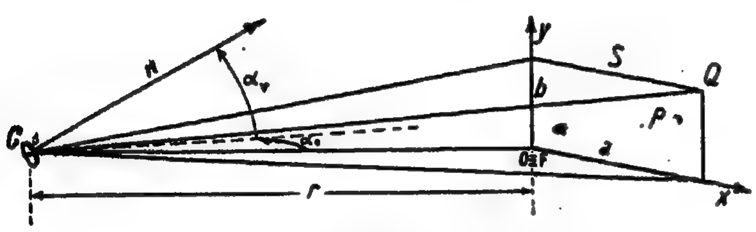


Fig. 2.

Si può convenzionalmente e schematicamente ammettere:

1°) che il parabrezza sia rettangolare (fig. 3), di lati: $a = 1{,}00$ m, $b = 0{,}50$ m; quindi è: $S = 0{,}5$ m²; il lato a sia orizzontale, il lato b verticale;

2°) che F si trovi addirittura in un vertice O del parabrezza;

3°) che il segmento $r = FC$ sia normale all'area S.

È allora sensibilmente: $\Omega = S/r^2$.

Grazie all'apertura del cono di raggi uscente da un normale faro per autoveicolo, questa ultima condizione non pone alcuna seria limitazione alla definizione del catadiottro. Così pure la condizione 2) può essere sostituita da un'altra in cui si stabiliscano per le coordinate del punto F nel piano xy valori non nulli; ciò non modifica sostanzialmente quanto stiamo per dire.

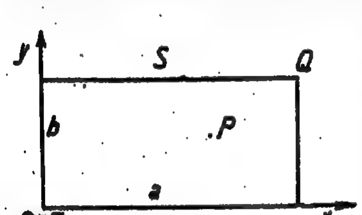


Fig. 3

Infine l'orientazione del catadiottro rispetto alla retta FC (supposta orizzontale) è individuata dal valore dell'angolo azimutale α_o (fig. 2), che l'asse n del catadiottro (per es. la normale alla superficie s di questo) fa col piano verticale passante per FC e dall'angolo zenitale α_v che detto asse fa col piano orizzontale.

Sarà *catadiottro ideale*:

1°) quello che, ricevendo un flusso luminoso Φ dal faro F, tutto lo riflette uniformemene distribuito nel cono CS, cioè nell'angolo solido Ω individuato dal vertice C e dall'area S, quando sia $FC = 20$ m; ($\Omega = 1/800$);

2°) quello che soddisfa alla precedente condizione per qualunque orientazione (α_o, α_v) del catadiottro (almeno entro certi limiti).

3. - Catadiottri reali.

Vi sono almeno due dispositivi ottici capaci di rinviare il flusso luminoso incidente verso la sorgente luminosa da cui detto flusso proviene, e ciò per qualunque orientazione del dispositivo (entro certi limiti).

Il primo di questi dispositivi è il cosidetto *prisma triedro* (figura 4): le tre facce passanti per O costituiscono un triedro trirettangolo; la quarta faccia ABC è la base del prisma: essa taglia sul triedro trirettangolo tre spigoli OA, OB, OC eguali. In breve può dirsi che il *prisma triedro* è un tetraedro trirettangolo isoscele.

Un raggio luminoso ξ incidente sulla base, riflettendosi successivamente sulle tre facce laterali del triedro, dà luogo ad un raggio emergente η parallelo a ξ qualunque sia l'orientazione del prisma, e quindi della sua base ABC, rispetto al raggio incidente ξ.

Il secondo dispositivo è costituito da un obiettivo L (fig. 5) e da uno specchio S coincidente col piano focale posteriore dell'obiettivo; più conveniente è uno specchio concavo S avente centro di curvatura nel secondo punto principale o di L e raggio pari alla distanza focale dell'obiettivo.

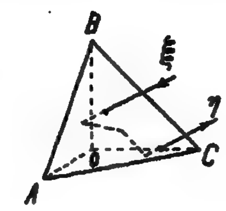


Fig. 4.

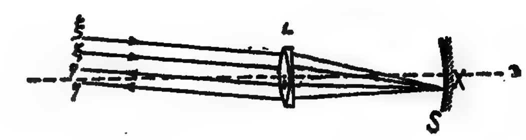


Fig. 5.

Con l'approssimazione con la quale può dirsi che tutti i raggi $\xi\xi$, $\eta\eta$ di un fascio parallelo convergono in un punto X del piano focale posteriore dell'obiettivo, può anche dirsi che il fascio $\xi\xi$, parallelo, incidente su L, reso convergente in X si riflette verso L, attraversa di nuovo l'obiettivo ed esce costituendo un fascio $\eta\eta$ di raggi paralleli tra di loro ed al fascio incidente.

Sia l'uno che l'altro dispositivo trovano applicazione nella costruzione dei catadiottri esistenti sul mercato.

Grazie alle inevitabili divergenze tra lo schema teorico delle figure 4 e 5 e la realizzazione pratica dei vetri stampati costituenti la parte essenziale del catadiottro, si ha il vantaggio che la luce rinviata da questo apparecchio si distribuisce in un cono di apertura non trascurabile intorno a una direzione centrale costituita dal raggio incidente FC (fig. 2).

4. - Rendimento di un catadiottro reale.

La definizione del § 2) di *catadiottro ideale* permette in un catadiottro reale la definizione di rendimento relativo a ciascun particolare raggio del cono di luce CS di fig. 2.

Sia infatti I_0 l'intensità del faro F nella direzione $OC \equiv FC$. Allora il flusso luminoso Φ_0 incidente su di un catadiottro reale di area s è:

$$\Phi_0 = I_0 \cdot \frac{s}{r^2} \cdot \cos\alpha_o \cdot \cos\alpha_v , \qquad (1)$$

ove α_o, α_v sono gli angoli già sopra definiti, individuanti l'orientazione del catadiottro.

All'occhio dell'osservatore, in un punto P dell'area S, il catadiottro reale appare come una sorgente luminosa praticamente puntiforme la cui intensità I_{reale} può essere misurata da un conveniente fotometro.

Evidentemente, per un dato catadiottro reale, I_{reale} risulterà proporzionale a Φ_0:

$$I_{reale} = k \cdot \Phi_0 . \qquad (2)$$

Se in C si trovasse un catadiottro ideale, della stessa area s, sotto eguale orientazione (α_o, α_v), lo stesso flusso luminoso $\Phi_0 = I_0 \cdot s/r^2 \cdot \cos\alpha_o \cdot \cos\alpha_v$ si sarebbe distribuito uniformemente entro l'angolo solido $\Omega = S/r^2$, e l'osservatore, da qualunque punto P di S, avrebbe visto il catadiottro ideale come una sorgente luminosa puntiforme di intensità:

$$I_{ideale} = \frac{\Phi_0}{\Omega} = I_0 \cdot \frac{s}{S} \cdot \cos\alpha_o \cdot \cos\alpha_v .$$

Il rapporto:

$$\rho = \frac{I_{reale}}{I_{ideale}} = k \cdot \Omega , \qquad (3)$$

indipendente da Φ_0 e da r, può assumersi a misura del *rendimento del catadiottro reale* in esame, nella direzione CP, per l'orientazione (α_o, α_v).

I dispositivi sperimentali per la misura di ρ sono costituiti da semplici dispositivi fotometrici, particolarmente adatti alla misura del flusso Φ_0 e alla misura delle intensità I_{reale} nei vari punti P di S. Qui ricorderò soltanto che in tali dispositivi furono dovuti realizzare vari speciali accorgimenti a causa della esiguità dei valori di I_{reale}, e per la necessità di spingere le misure di I_{reale} fino a punti P molto vicini ad $F \equiv O$.

Misurato Φ_0 e I_{reale}, la (2) dà k per ciascun punto P. Per le convenzioni supposte è $\Omega = S/r^2 = 1/800$; la (3) dà allora il rendimento ρ.

(1) Questo è il più arbitrario dei dati fissati per la definizione del catadiottro ideale. Il Chiar.mo Ing. M. Marchisio ha voluto cortesemente farmi notare che questa distanza dovrebbe ulteriormente ridursi quando si dovesse tener conto della funzione segnalatrice di un catadiottro nella nebbia.

Secondo la definizione data di rendimento non è escluso che un catadiottro reale, in qualche particolare punto della superficie S possa anche dare un rendimento > 1. Ma la bontà del catadiottro non può dedursi dal valore elevato del rendimento in un punto. Essa è piuttosto data dall'elevato valore medio del rendimento e dalla uniformità di questo rendimento nei punti di tutta l'area S.

5. - Alcuni risultati fotometrici.

Ho potuto disporre di numerosi catadiottri di vari tipi, di varie case costruttrici. Su di essi ho compiuto misure di rendimento secondo i concetti precedenti.

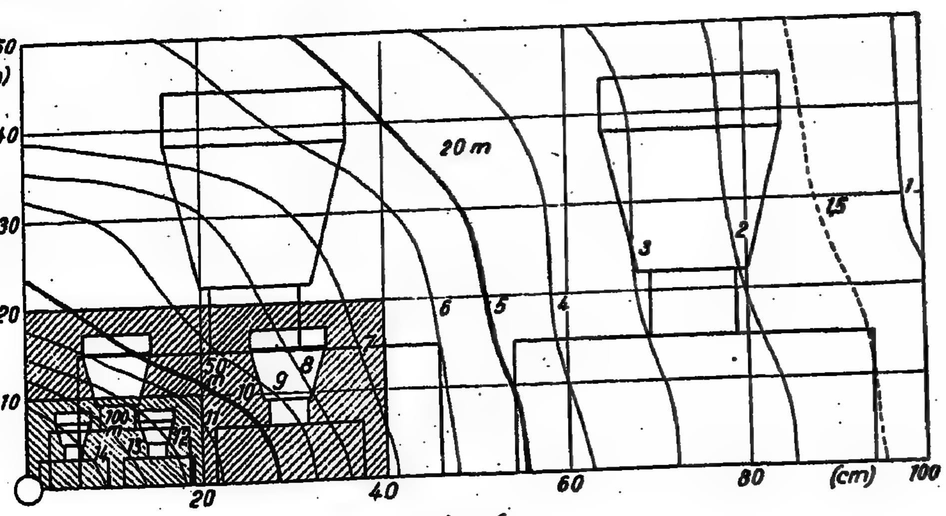


Fig. 6.

La fig. 6 dà ad es. il piano quotato dei valori di ρ nell'area S ($S = 1{,}00 \times 0{,}50$ m^2; $FC \equiv OC = r = 20$ m) per uno dei migliori catadiottri, montato normalmente al raggio incidente FC (cioè era $\alpha_o = \alpha_v = 0$).

Nella figura sono indicate le sagome del guidatore e del suo compagno, nell'autoveicolo illuminante, nella posizione che presumibilmente essi occuperebbero nell'area S. Infine nella figura sono anche indicati il parabrezza e le due sagome quali risulterebbero per $FC \equiv OC = 50$ e 100 m rispettivamente.

In pratica l'autoveicolo avrà due fari F_1, F_2; per ciascuno di essi si avrà in un punto del parabrezza un corrispondente rendimento ρ_1, ρ_2. La sovrapposizione degli effetti dovuti ai due fari dà luogo ad un elevatissimo miglioramento dell'uniformità di I_{reale}, quindi di $\frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$ in tutta l'area S del parabrezza.

I catadiottri reali su cui ho sperimentato rinviano il flusso luminoso distribuendolo sostanzialmente in un cono circolare avente per asse CF (fig. 2); dunque i 3/4 del flusso rinviato risultano inutilizzati perchè non appartengono al quadrante delle x e delle y positive (figg. 2, 3).

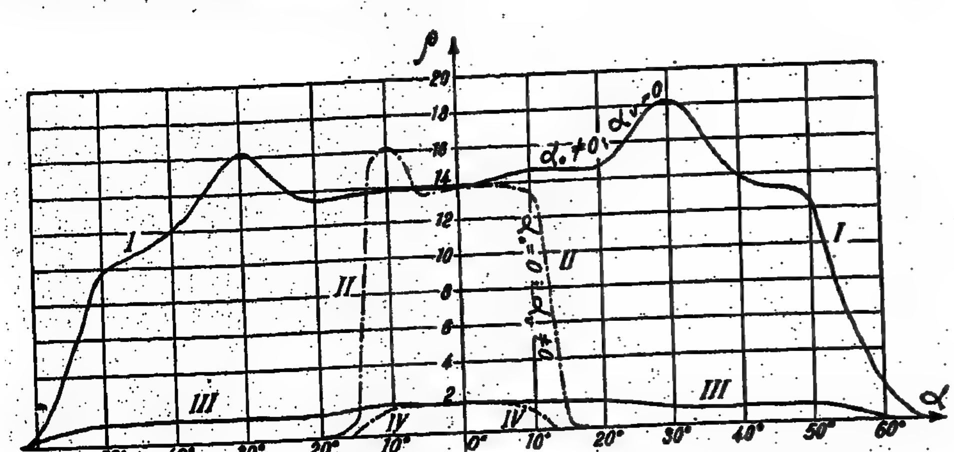


Fig. 7.

Si deve quindi concludere che il rendimento di circa il 14 % raggiunto in prossimità di $O \equiv F$ costituisce già un risultato molto soddisfacente.

Ed anche più soddisfacenti sono i risultati già raggiunti allo scopo di realizzare un catadiottro di rendimento costante entro larghi limiti di valori per α_o, α_v. Così ad es. il catadiottro a cui si riferisce la fig. 6 dà un rendimento ρ in un punto P prossimo ad O (fig. 2), che varia con α_o secondo la curva I di fig. 7; e che varia con α_v secondo la curva II di fig. 7.

Lo stesso catadiottro, in un punto P prossimo a Q (fig. 2) cioè all'altro estremo dell'area S, dà un rendimento ρ che varia con α_o secondo la curva III di fig. 7 e che varia con α_v secondo la curva IV di fig. 7.

Insomma: l'efficacia del catadiottro in istudio è risultata praticamente indipendente dall'orientazione dell'apparecchio rispetto al raggio incidente FC fino a rotazioni azimutali $\alpha_o = 40°$ e fino a rotazioni zenitali $\alpha_v = \pm 10°$.

Da tipo a tipo varia la forma delle curve I, II del diagramma di fig. 7, variano i valori del rendimento ρ nel piano quotato di fig. 6.

Per taluni tipi di catadiottri, l'efficacia è risultata quasi costante fino a rotazioni azimutali di $\pm 60°$ e zenitali di $\pm 30°$, ma con notevole scapito nei valori di ρ. E si hanno anche dei tipi ove ρ (sempre piuttosto scarso) varia tra i punti estremi del piano quotato in rapporto molto minore di quanto non avvenga in fig. 6.

6. - Controlli fotografici.

Il dispositivo e le misure fotometriche che occorrono per costruire il piano quotato di fig. 6 per ciascun catadiottro in istudio non sono così semplici e di esecuzione così rapida da permetterne senz'altro l'adozione in un controllo corrente dei catadiottri del commercio.

Per catadiottri dello stesso tipo, anzi di un'unica infornata, il rendimento ρ (a pari valori di α_o e di α_v) può risultare diverso anche più che nel rapporto di 1 a 2.

Un facile ed immediato giudizio relativo può ottenersi con un metodo fotografico. Anche per questo metodo non insisto qui nella descrizione del dispositivo utilizzato. A dimostrazione di quanto esso può dare riporto ad es. la fotografia di fig. 8 ($\alpha_o = \alpha_v = 0$), la quale è stata ottenuta con lo stesso catadiottro che ha servito per le misure di fig. 6.

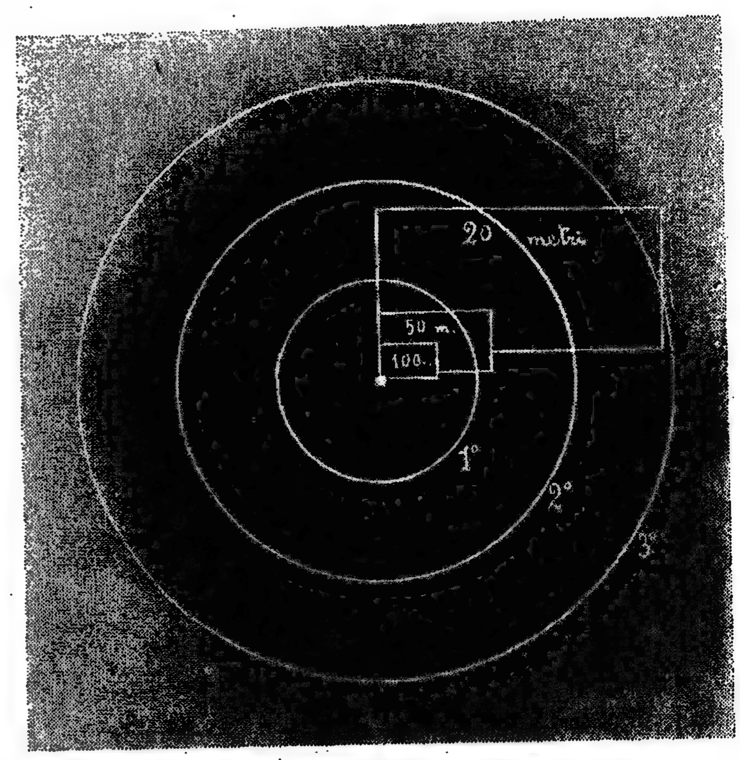


Fig. 8.

Sulla fotografia di fig. 8 ho segnato l'area S del parabrezza ($a = 1{,}00$ m; $b = 0{,}50$ m) quale appare a 100, 50, 20 metri di distanza dal catadiottro.

Anche sulla fotografia può dunque riconoscersi, almeno qualitativamente, la legge di distribuzione del flusso luminoso rinviato dal catadiottro C nelle varie direzioni CP uscenti da C. Dal confronto, poi, degli annerimenti fotografici prodotti, a parità di ogni altra condizione, da due differenti catadiottri, si può facilmente giungere a un apprezzamento di confronto della loro bontà.

Un apprezzamento cosifatto non può essere che qualitativo, ma lo reputo già largamente sufficiente alle esigenze pratiche attuali.

Ringrazio i miei assistenti, Dott. P. Biancani e G. Passerone, che mi hanno largamente coadiuvato nella realizzazione pratica dei dispositivi fotometrici, nella esecuzione ed elaborazione delle misure relative.

Torino - Giugno 1935-XIII.

Laboratorio di Fisica Sperimentale del R. Istituto Superiore di Ingegneria.

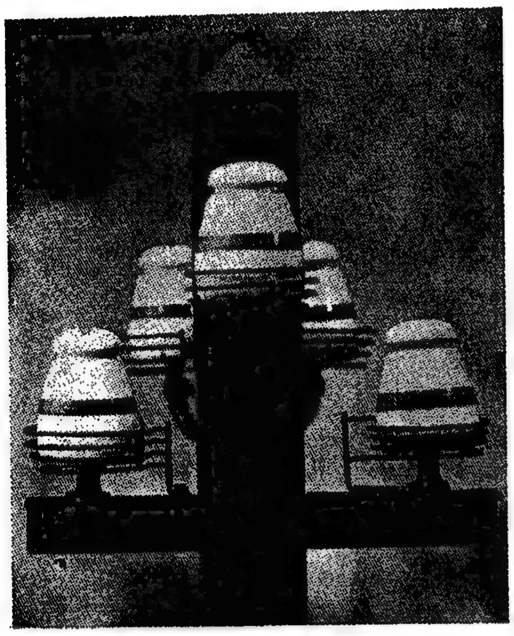
LETTERE ALLA REDAZIONE

A proposito di protezione degli isolatori.

Riceviamo:

Ill.mo Sig. Direttore,

Ho osservato con interesse le tre figure dimostrative, relative al sistema di protezione degli isolatori a campana, per linee elettriche aeree, pubblicate ne L'Elettrotecnica, *n.* 15, pagina 554.



A suo tempo mi occupai di questo preoccupante inconveniente, e studiai un sistema di protezione molleggiato, per evitare sopratutto l'inconveniente del sistema della fascetta rigida, la quale, come si è potuto constatare, presenta vari difetti, e fra i più importanti, la schiacciatura e lo spostamento del cerchietto in caso di una forte sassata.

La protezione, così deformata o spostata, viene a trovarsi troppo aderente all'isolatore, e pertanto non serve più allo scopo protettivo.

Il sistema da me studiato elimina tutti i due gli inconvenienti, per effetto del molleggio delle protezioni a spirale.

Bologna, agosto 1935. A. Milani

NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE

Movimento delle Società Elettriche

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Elettrica del Valdarno — Firenze — Cap. L. 370.000.000.
Il bilancio si è chiuso con l'utile netto di L. 36.625.843 che permise il dividendo di L. 9 per ogni azione da L. 100.

Soc. Finanziaria di Elettricità — Milano — Cap. L. 25.000.000.
Il bilancio si è chiuso con l'utile di L. 277.896 mandato a diminuzione della precedente perdita di L. 609.066.

Forze elettriche Valle Degagna — Milano — Capit. L. 2.000.000.
Il bilancio si chiuse colla perdita di L. 177.173 che passò ad aumento delle perdite precedenti ammontanti a L. 558.257. Si deliberò la riduzione del Capitale sociale da L. 2.000.000 a L. 1.200.000 in azioni da L. 150 ed il successivo riaumento a L. 2.000.000.

COSTITUZIONE E SCIOGLIMENTO DI SOCIETÀ.

Consorzio Centrale Elettrica San Giuseppe Cairo — Milano.
Si è costituita detta Soc. An. col capitale di L. 50.000 in azioni da L. 100 ciascuna.

Soc. An. Apparecchi Radio Ansaldo Lorenz — Milano.
Si è costituita detta Soc. An. col capitale di L. 3000 in azioni da L. 100 ciascuna.

Soc. An. Elettro Agricola — Bologna.
Si è costituita detta Soc. An. col capitale di L. 20.000 in azioni da L. 500, aumentabili a L. 300.000.

Elettrochimica della Carnia S. A. — Milano.
Si è costituita detta Soc. An. col capitale di L. 10.000 in azioni da L. 100 ciascuna.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. An. Fabbricazione Apparecchi Radiofonici — Milano.
Aumenta il capitale sociale da L. 3.000.000 a L. 5.000.000 emettendo 20.000 azioni da L. 100 ciascuna.

Soc. An. La Telemeccanica Elettrica Ing. Lucio e Gregorini — Milano.
Aumenta il capitale sociale da L. 850.000 a L. 1.300.000 emettendo 450 azioni da L. 100 ciascuna.

Fabbrica Apparecchiature per Comunicazioni Elettriche — Milano.
Aumenta il capitale sociale da L. 50.000 a L. 7.500.000 emettendo 14.900 azioni da L. 500 ciascuna.

Rassegna economica del mese di ottobre.

Come scrivevamo nelle passate Note, la rottura degli indugi da parte delle nostre truppe nell'Africa Orientale ha impresso un ritmo ed una direzione nuovi allo svolgimento della situazione politica.

Da una parte i rapidi progressi del nostro esercito sul doppio fronte, quello eritreo e quello somalo, sono andati creando una situazione di fatto della più grande importanza e che costituisce un elemento assolutamente nuovo e decisivo per ogni ulteriore trattativa. Lo sbandamento dell'esercito etiopico che arretra continuamente per centinaia di chilometri senza riuscire ad abbarbicarsi al terreno per tentare almeno un simulacro di resistenza induce anche i più testardi oppositori alla nostra azione a considerare che, in Africa, il tempo lavora per noi e che il prolungarsi dell'attività militare può condurre a dati di fatto che impongano una soluzione molto al di là di quella che sarebbe stata raggiugibile mediante ragionevoli accordi in sede ginevrina. Ma più ancora del successo militare conta quello politico che costituisce il vero fatto nuovo e, per i male informati, in buona fede o meno, la sorpresa più amara. Vogliamo accennare alle accoglienze cordiali e in qualche caso festose fatte alle nostre truppe dalle popolazioni indigene le quali hanno manifestato in modo assolutamente inequivocabile la loro soddisfazione di essere liberate dal giogo abissino. Capi e notabilità civile e religiose hanno accolto come liberatori gli italiani e hanno fatto spontaneo atto di sottomissione, spesso venendo incontro all'esercito avanzante anche da regioni non ancora occupate e domandando di combattere sotto la nostra bandiera.

Si vorrà vedere se a Ginevra ci sarà qualcuno il quale sia pronto a prendersi la responsabilità di voler restituire alle rappresaglie del Negus le popolazioni che si mossero spontaneamente verso la civiltà che avanzava e di ribadire nuovamente le catene degli schiavi, che noi abbiamo spezzato!

Le defezioni e il malcontento si vanno diffondendo sempre più anche nei territori ancora fuori del raggio di azione del nostro esercito e compromettono seriamente la compagine del così detto esercito etiopico. L'opera di civiltà che noi abbiamo subito iniziata nei territori occupati costituisce un'ottimo coefficiente di propaganda, e le voci di malcontento, di insubordinazione, di aperta ribellione alla autorità centrale di Addis Abeba si moltiplicano, frequentemente confermate da episodi clamorosi.

L'altro aspetto della situazione nuova creata dall'inizio delle operazioni in Africa è costituito dalla evoluzione della situazione politica europea. Il signor Eden, che è stato l'animatore di tutta questa attività negativa della Lega, ne ha naturalmente tratto argomento per accelerare la famosa procedura delle sanzioni.

È inutile rievocare qui la procedura straordinaria e strabiliante che si è seguita a Ginevra e che ha avuto se non altro il bene di far conoscere chiaramente che cosa sia in realtà la cosidetta Società delle Nazioni! Inutile ricordare come non si sia tenuto conto alcuno di un canone fondamentale della costituzione della Lega, secondo cui le decisioni non hanno valore se non prese ad unanimità. Superfluo ricordare come si sia perfino impedito al rappresentante italiano di esporre i propri argomenti prima che si arrivasse ad una votazione decisiva.

Inutile ricordare tutto questo. Le sanzioni furono votate, prima quelle inerenti alla proibizione dei crediti, poi quelle per la proibizione delle esportazioni italiane e finalmente quelle della proibizione delle esportazioni in Italia di certe categorie di merci!

Si poteva credere che a questo punto la Società delle Nazioni si riposasse finalmente contenta sugli allori e si fermasse compiaciuta a considerare le piacevoli soddisfazioni procuratele dallo sforzo che per la prima volta nella sua vita ingloriosa era riuscita affannosamente a compiere!

Ma che è, che non è, i guai cominciano proprio a questo punto. Posta dinanzi alle responsabilità delle proprie decisioni, la Lega comincia a sentire che le cose non sono così semplici come pareva e che potevano anche diventare nell'avvenire sempre meno piacevoli. Ed ecco che la Lega comincia a prendersi una quindicina di giorni per ripensarci. E in questa quindicina di giorni ci si accorge che le cose non sono tutte così semplici e così facili come parevano, e che le sanzioni potevano finire col nuocere in misura rilevante anche ai Paesi che intendevano applicarle.

Ed allora si comincia a considerare l'Italia non soltanto sotto l'aspetto della perfida violatrice del Patto ma anche sotto quello, molto più reale e tangibile, di una buona e fedele cliente. E si comincia a pensare che essa potrebbe rivolgersi ad altri fornitori e voltare le spalle a chi le fa il viso oscuro.

Questa prospettiva sembra assai poco lusinghiera e fa apparire sotto tutt'altra luce l'Italia, le sanzioni, e il conflitto etiopico che tutto a un tratto si vorrebbe veder finire al più presto possibile.

Questo cambiamento di umore è stato evidentissimo nell'ultima riunione ginevrina dove i rappresentanti degli altri Stati hanno chiaramente dimostrato di seguire sempre più di malavoglia la pressione inglese.

È perfino l'Inghilterra, proprio lei, non esita ad opporsi a che sia messo l'embargo al carbone, al cotone, al petrolio e ad altre merci che essa può vendere alla sua cara amica Italia, ed ecco tutti gli Stati effondersi in dichiarazioni di simpatia, di amicizia per

l'Italia, ed auspicare il più rapido e soddisfacente risolversi del conflitto, e, per far più presto a cavarsela più a buon mercato, affidano l'incarico all'Inghilterra assieme alla Francia di riparare ai guai che essa stessa aveva combinato!

E insieme a questa resispiscenza verbale a cui l'Italia assisteva, più con disgusto che con sorpresa, si moltiplicavano i malcontenti, le reticenze, le domande di compensi, di sospensione, di eccezione e si fabbricavano in serie Comitati e Sottocomitati incaricati di coordinare, di vagliare, di proporre. In questa equivoca disposizione di animo i delegati votavano a malincuore le sanzioni ma esigevano ancora un respiro di una ventina di giorni prima di applicarle, nella speranza più o meno palesemente affermata che il giorno dell'applicazione non arrivasse mai!

*

Sarebbe certamente ardito affermare che l'incairco ufficialmente conferito dall'Assemblea alla Francia e all'Inghilterra di occuparsi direttamente di trovare una soddisfacente soluzione del conflitto etiopico sia stato per l'Inghilterra una piacevole sorpresa. Dopo essersi fatta per tanto tempo schermo dietro la Società delle Nazioni, trovarsi proprio da questa figlia ingrata posta così brutalmente davanti alla propria responsabilità e vedere così autorevolmente affermato che si trattava di interessi suoi propri e non della Lega, deve essere riuscito abbastanza ostico ai nostri amici inglesi. E forse non era proprio questo che il Signor Eden voleva raggiungere con l'azione esplicata a Ginevra!

Tuttavia non vi è dubbio che così impostato il problema acquista una maggiore chiarezza e spogliandosi di tutte le ipocrisie superflue si presenta nella sua vera natura e più adatto quindi ad essere affrontato con serietà di intendimenti anche se le difficoltà si presentano maggiori; nasconderle non avrebbe servito che a prolungare il gioco.

Un primo risultato che non deve essere sottovalutato è stato subito raggiunto mediante una ripresa di contatti diretti fra Roma, Parigi e Londra. Per quanto nessuno in Italia sia entusiasta dei metodi diplomatici è certo che essi costituiscono qualche cosa di assai più corretto e più sano del morboso ambiente ginevrino.

Il Signor Laval che conduce una azione difficile e intelligente, che gli italiani riconoscono anche se procura loro qualche amarezza, ha ottenuto un primo successo nella sua schermaglia con Londra inducendo i ministri inglesi ad una aperta e decisa affermazione che non si pensa affatto a ricorrere a misure militari contro il nostro Paese, nè a misure di blocco o alla chiusura del Canale di Suez. Con questa dichiarazione l'atmosfera politica europea si distendeva notevolmente e il pericolo, che era pur stato imminente, di più gravi complicazioni veniva eliminato o almeno allontanato.

Il lavorio diplomatico è proseguito poi intenso, ma l'efficacia immediata di esso veniva menomata dal periodo elettorale inglese che pone evidentemente il Governo di Londra in una situazione assai delicata.

Comunque l'impressione si è andata formando che le trattative non mai interrotte fra le tre capitali si siano allargate su basi ben più ampie così da far passare quasi in seconda linea il conflitto etiopico. Si tratta a quanto pare della revisione di tutta la situazione inglese nel Mediterraneo e dei rapporti italo-francesi in questo mare. Le trattative si riallacciano anche alla prossima Conferenza navale che dovrebbe essere convocata a dicembre. Si parla di progetti di neutralizzazione del Mediterraneo, di internazionalizzazione dello Stretto di Gibilterra, di equilibrio di flotte. Nulla di positivo traspare ancora intorno a tali complessi e importantissimi problemi. È da notare tuttavia che l'inizio delle discussioni è stato definito da parte inglese come abbastanza soddisfacente. È da augurarsi che così si continui perchè non vi è dubbio che una soddisfacente sistemazione dei rapporti delle tre grandi potenze marinare nel Mediterraneo porterebbe un contributo notevolissimo alla pacificazione europea, mentre eliminate in tale modo le più o meno ingiustificate preoccupazioni inglesi, anche il problema etiopico sarebbe prontamente ricondotto ai suoi giusti termini e come tale troverebbe ben presto una soluzione che Ginevra sarebbe ben felice di trovare « soddisfacente » e, sopra tutto, conclusiva!

Sulla bilancia delle trattative in corso pesano poi tanti altri elementi, come l'atteggiamento della Germania, degli Stati Uniti e degli altri Paesi non sanzionisti, la subdola attività dell'U.R.S.S., il nuovo minaccioso inasprimento dei rapporti fra Giappone e Cina che pare preluda a nuove iniziative di forza da parte del Giappone e ad un suo più marcato atteggiamento antinglese!

*

Lasciando al futuro più o meno prossimo di evolvere la situazione verso nuovi sbocchi, è interessante, nell'imminenza dell'entrata in vigore delle sansioni, di prendere in considerazione le misure difensive che il nostro Paese potrà prendere come ritorsione alle sanzioni stesse e come protezione della bilancia dei pagamenti all'estero.

Nessuno può dubitare che l'Italia accetti passivamente le sanzioni senza reagire e senza difendersi nel modo più energico possibile. Davanti al tentativo di soffocarci economicamente noi non mancheremo di fare tutto quanto possiamo non soltanto per non cedere a tale pressione ma per far sentire il più gravemente a coloro che si schierano contro di noi quanto pericoloso sia tale gioco anche nel campo puramente economico e come esso possa tornare a loro danno diretto presente e futuro.

D'altra parte la necessità di riservare le disponibilità auree per gli acquisti più strettamente necessari all'attività del Paese e di non compromettere la saldezza della valuta nazionale, ci impone l'obbligo di restringere al massimo gli acquisti dall'estero, in particolar modo da quei Paesi che si rifiutino di acquistare merci italiane.

A tale risultato, assolutamente essenziale, si può arrivare soltanto con una rigorosa disciplina dei consumi e con una oculata, decisa ed audace valorizzazione delle risorse nazionali.

Queste sono in realtà assai maggiori di quanto generalmente non si creda. Già l'esperienze fatta durante la grande guerra ha dimostrato come il nostro popolo possa vivere riducendo su larghissima scala i propri acquisti all'estero e incrementando la produzione nazionale. Questa è stata in molti campi mortificata e intralciata proprio dalla cattiva abitudine di preferire ingiustificatamente i prodotti stranieri a quelli nazionali. Se questa pratica era riprovevole in tempi di facile economia, diventa delittuosa in momenti di economia di guerra.

Questa azione di ritorno ai prodotti nazionali e di esclusione di quelli esteri è stata già vigorosamente iniziata con un'opera di efficace propaganda e trova larghissima e spontanea rispondenza nell'animo degli italiani che ne sentono tutta l'importanza fondamentale e ne apprendono finalmente l'orgogliosa fierezza. Se questo indirizzo e questo sentimento permarrà, come è probabile, nel nostro popolo anche dopo superata l'attuale crisi economica e politica, noi dovremo abbondantemente ringraziare i signori sanzionisti per averci dato una fruttifera lezione di economia.

Politica dunque di restrizione dei consumi, cessazione delle importazioni dall'estero, valorizzazione delle risorse naturali e della produzione nazionale. Questa è la parola d'ordine del momento.

L'azione da parte delle Autorità è già cominciata con alcune disposizioni significative ma bisogna attendersi che essi si manifesti di colpo, in pieno, all'atto stesso della entrata in vigore delle sanzioni; sarà probabilmente una brusca sorpresa per gli amici sanzionisti che forse avevano sperato di averci accontentati ed acquietati con i benevoli discorsi dell'ultima riunione ginevrina.

La prima di tali disposizioni ha riguardato, come è noto, il consumo delle carni. Posto che la produzione nazionale è sufficiente ai bisogni del Paese per quanto riguarda il grano e gli altri prodotti agricoli più importanti, l'attenzione è stata rivolta anzitutto all'alimentazione carnea per la quale siamo, in tempi normali, abbastanza largamente dipendenti dall'estero.

Il consumo italiano di carni fresche e congelate ammonta complessivamente a circa 7 milioni di quintali annui dei quali il 90 % circa è di produzione nazionale mentre il 10 % è importato dall'estero. Per svincolarci da tale soggezione non è praticamente possibile pensare ad un incremento immediato della produzione zootecnica nazionale la quale non solo è per sua natura a lento ritmo, ma implica anche difficili problemi per il rifornimento dei fieni e dei mangimi. Bisogna quindi anzitutto ricorrere a limitare il consumo e a questo scopo mirano appunto le misure promulgate che tendono a sopprimere per tre giorni alla settimana l'alimentazione carnea. Se tale scopo fosse raggiunto integralmente si potrebbe contare su una riduzione dei consumi di oltre due milioni di quintali di carne all'anno. Naturalmente, per un complesso di cause diverse la riduzione sarà assai minore, ma si può largamente contare sui 700.000 quintali di riduzione sufficienti a svincolarci dalla soggezione dall'estero in questo campo.

Sempre nel campo alimentare è pure da rilevare il rilevantissimo sviluppo di cui è suscettibile la produzione peschereccia. Il consumo del pesce è eccezionalmente basso in Italia in confronto a quello degli altri Paesi, e, questo, quasi esclusivamente soltanto per ragioni di abitudini. Una grande campagna di propaganda per l'incremento del consumo del pesce fresco è stata iniziata ed è augurabile che sia accolta favorevolmente dal nostro popolo perchè ciò varrebbe a liberarci in gran parte dalle importazioni di pesce secco o in iscatole, le quali gravano in misura tutt'altro trascurabile sulle nostre importazioni dall'estero. Pochi italiani sanno che a questo riguardo siamo tributari di altri Paesi per centinaia di migliaia di quintali ogni anno, che rappresentano un valore notevolissimo.

Ogni sforzo sarà fatto per aumentare la produzione nazionale di pesce secco, che raggiungerà già questo anno i 120.000 quintali pari a circa un terzo del fabbisogno e altrettanto per quella di tonno sott'olio che raggiungerà i 50.000 quintali pari alla metà del fabbisogno mentre coll'intensificazione della pesca atlantica si prevede di poter produrre 100.000 quintali di dentice sott'olio. Ma è sopratutto nell'intensificato uso del pesce fresco che si potrà trovare il modo di eliminare completamente le importazioni di pesce conservato o secco. La nostra flottiglia peschereccia atlantica è infatti in grado di rifornirci di oltre 20.000 quintali di pesce congelato o refrigerato. Resta il problema dell'organizzazione dei mercati che è però già maturo per una soddisfacente soluzione.

Senza indugiarci in una analisi minuta che ci porterebbe troppo

lontani, possiamo asserire, anche tenendo conto degli altri comparti, che nel complesso il problema alimentare anche in regime di sanzioni e di relative ritorsioni da parte nostra può essere considerato senza preoccupazioni.

Altrettanto può dirsi per una grande quantità di altre industrie importanti.

Naturalmente il periodo eccezionale che si dovrà affrontare richiederà sacrifici parziali, adattamenti più o meno agevoli, orientamenti nuovi. Ma l'importante è che il problema possa venire risolto ed esso lo può.

Consideriamo ad esempio il comparto delle industrie tessili. Noi importiamo normalmente: circa due milioni di quintali di cotone, dei quali però quasi i due terzi proveniente dagli Stati Uniti, circa 35.000 quintali di cascami di cotone provenienti per circa la metà da Paesi non sanzionisti; mezzo milione di quintali di iuta, quasi totalmente dall'India britannica.

Ora, va considerato che circa un terzo del cotone importato ritornava all'estero come prodotto lavorato verso Paesi sanzionisti, cosicchè le normali importazioni dagli Stati Uniti basteranno, con qualche economia nei consumi, a coprire il fabbisogno interno.

Per sopperire alle cessate importazioni di altre fibre, possiamo contare su poco meno di 400.000 quintali di canapa che esportavamo verso Paesi sanzionisti e che non troveranno più sbocco all'estero. Ci saranno indubbiamente degli inconvenienti di ordine industriale ma essi sono superabili con relativa facilità.

Per quanto riguarda la lana, le importazioni nel 1934 sono state di quasi 750.000 quintali fra lane naturali e lavorate, di cui circa 130.000 quintali dall'Argentina e circa 690.000 quintali da altri Paesi sanzionisti. Sulle provenienze argentine sembra certo si possa fare ancora conto date le dichiarazioni di quel Governo. Vi stanno di contro circa 115.000 quintali di riesportazioni verso Paesi sanzionisti e che resteranno bloccati. Siamo quindi davanti ad un deficit di circa mezzo milione di quintali di lana.

Non bisogna però dimenticare che dovremo rinunciare anche ad esportare verso Paesi sanzioninisti oltre 150.000 quintali di fibre artificiali (sui 227.000 circa di esportazioni totali), 31.000 quintali di relativi cascami (su 82.000 quintali), 43.000 quintali di tessuti di fibre artificiali o misti (su 63.000 quintali). Queste rimanenze, opportunamente impiegate da sole o in miscele, possono contribuire largamente a ridurre il fabbisogno laniero su indicato. D'altra parte proprio in questi giorni è apparso sul mercato un nuovo prodotto della genialità italiana, la lana artificiale ricavata dai residui della lavorazione del latte, con caratteristiche veramente ottime e producibile subito su larghissima scala. Anche senza contare sulle economie certamente rilevanti che possono essere realizzate nei consumi in confronto con quelli dei tempi normali, si vede che per la lana la situazione è sopportabile senza eccessivo sacrificio.

Per passare ad altri campi di prodotti naturali fra i più importanti consideriamo rapidamente la situazione pei rifornimenti per l'industria siderurgica per la quale la situazione, data la nostra forte dipendenza dall'estero, può presentarsi meno facile.

Nel 1934 abbiamo importato poco meno di 4.150.000 quintali di minerali di ferro tutti da Paesi sanzionisti, oltre a 6.800.000 quintali rottami di ferro, dei quali 4.800.000 quintali da Paesi sanzionisti, 650.000 quintali di minerale di manganese e di ferromanganese (tutti da Paesi sanzionisti), 1.140.000 quintali di ghisa o rottame di ghisa (dei quali 850.000 da Paesi sanzionisti), 1.700.000 quintali di ferri lavorati (di cui 1.200.000 quintali da Paesi sanzionisti).

Di contro sta una esportazione di 231.000 quintali di piriti (per due terzi verso Paesi sanzionisti) e oltre 300.000 quintali di ferro lavorato, quasi tutto verso Paesi sanzionisti.

Resta, come vediamo, una differenza notevolissima allo scoperto. L'America potrà aumentare in misura assai grande le sue esportazioni, l'Austria ha pure assai intensificato la sua produzione di minerali di ferro e altri Paesi rimasti amici potranno in parte sopperire al fabbisogno.

Ma è sopratutto alla produzione nazionale che bisognerà fare ricorso. E qui le risorse disponibili sono maggiori di quanto generalmente di creda. Basti pensare che basterebbe riportare la produzione a quella già toccata nel 1917 cioè a circa 10 milioni di quintali (invece dei 4.850.000 del 1934) perchè fosse coperto tutto il fabbisogno di minerale di ferro. Senza contare che le possibilità sono oggi molto superiori a quelle del 1917 sia pel perfezionamento degli impianti, sia per il nuovo larghissimo contributo che può essere dato dalle miniere e dalle acciaierie della Valle d'Aosta.

Anche per il minerale ferro-manganese la produzione del 1917 era già arrivata a 250.000 quintali (riducendosi a 176.000 nel 1933) e molto di più può certamente essere fatto oggi.

Per quanto riguarda i laminati le nostre industrie sono in grado di provvedere qualora non manchi la materia prima. Pei rottami invece bisognerà da una parte organizzare nel miglior modo la raccolta di essi nel Paese, e dall'altra spingere al massimo invece la produzione nazionale di minerale, dedicando le somme eventualmente spese in tempi normali per acquisti di minerali ad acquistare invece rottame da Paesi non sanzionisti.

Certamente anche in questo campo si dovrà poi ricorrere ad una intelligente economia dei consumi ricorrendo per quanto possibile ad altri materiali e sospendendo tutti gli impieghi non essenziali e non urgenti.

Anche pei metalli minori le cose si presentano abbastanza bene, salvo forse per lo stagno per il quale la situazione è alquanto più delicata. Per il rame di cui abbiamo importato nel 1934 circa 430.000 quintali da Paesi sanzionisti (su una importazione totale di 630.000 quintali) possiamo contare da una parte sulla produzione nazionale di minerali cupriferi, che nel 1917 aveva raggiunto quasi i 900.000 quintali, e sulla produzione dell'alluminio e sue leghe per la quale siamo largamente attrezzati. Anche per il piombo del quale abbiamo importato nel 1934 circa 375.000 quintali di minerali e 60.000 quintali di metallo, si può provvedere intensificando la produzione nazionale specialmente nelle miniere della Sardegna.

Naturalmente tutti questi spostamenti di metodi e di direttive importano questioni gravi di ordine economico ma esse debbono essere superate nel momento presente spcialmente trattandosi di problemi di ordine interno; d'altra parte nessuno ha mai preteso di dire che la resistenza alle sanzioni sia un divertimento!

Se lo spazio lo permettesse sarebbe assai interessante proseguire in questa disamina. Ci limitiamo però a qualche accenno ancora su alcune materie prime di importanza fondamentale.

Così pei combustibili solidi nel 1934 abbiamo importato circa 11.800.000 tonnellate di carbon fossile e 950.000 tonnellate di coke; di queste cifre spettano a Paesi sanzionisti meno di 7 milioni di tonnellate di carbon fossile e mezzo milione di tonnellate di coke. Sebbene il carbone non sia compreso nell'elenco delle merci soggette a sanzione, dobbiamo ritenere che il nostro Governo, secondato indubbiamente da tutta l'opinione pubblica nazionale, reagirà vietando tutte le importazioni di merci da Paesi sanzionisti. Ora la possibilità di acquistare i quantitativi suddetti da Paesi non sanzionisti è certamente esistente.

Ma d'altra parte anche qui, come nei casi precedenti, l'interesse spinge a ridurre al massimo gli acquisti all'estero per difendere la valuta. Bisognerà quindi ricorrere a ridurre i consumi ciò che è senza dubbio possibile su larga scala senza gravi sacrifici, e poi sfruttare quanto più si possa le risorse nazionali. Esse sono, come è noto, modeste ma non trascurabili. Le miniere dell'Arsa sono in continuo sviluppo e si spera di poter raddoppiare la produzione che è già arrivata attualmente a 400.000 tonnellate annue. In Valle d'Aosta sono state di recente attivate le miniere di Colle Croce che già producono 150.000 tonnellate annue di ottimo carbone da vapore, e sono in grado di darne molto di più. Nella Sardegna si stanno pure attivando le coltivazioni di diversi giacimenti antraciferi importanti a San Sebastiano di Seni, o Ingurtipiani di Seulo, ad Abbamessi di Perdas de Fogu.

Un'altra fonte di combustibili solidi sulla quale possiamo largamente contare è costituita dalle ligniti la cui produzione, per ragioni economiche era attualmente assai ridotta, ma che durante la guerra ha raggiunto quasi 1.700.000 tonnellate. L'esperienza fatta durante la guerra ed anche gli impianti funzionanti ancora attualmente in parecchie grandi industrie nazionali, stanno poi a dimostrare quale sussidio possano essere le applicazioni termoelettriche in sostituzione dei combustibili. La nostra attrezzatura attuale ci permette fortunatamente di contare su discrete disponibilità di energia grazie allo slancio costruttivo di cui le Aziende elettriche furono animate negli anni passati. È questo un titolo di merito dell'industria elettrica verso il Paese, merito che coinvolge ardimento di iniziative e sacrificio finanziario notevolissimo, e di cui sarebbe giusto tenere maggior conto di quanto spesso non si faccia nelle frequenti diatribe sui costi dell'energia e sui guadagni delle aziende.

Come si vede anche la situazione dei combustibili solidi se non è proprio lieta, è ben lungi dall'essere gravemente allarmante.

Il settore forse più delicato è costituito dai combustibili liquidi pei quali come è noto le risorse nazionali sono praticamente trascurabili. Resta a vedersi da una parte come si comporteranno in definitiva certi Paesi, produttori in realtà, sanzionisti in teoria, come la Rumenia per la quale l'esportazione di oli minerali costituisce un elemento essenziale della propria economia. D'altra parte larghissime prospettive di disponibilità sono offerte da Paesi non sanzionisti, come gli Stati Uniti. E non temeremmo di essere troppo maligni se ci chiedessimo se, davanti alla concorrenza americana, le altre grandi Società produttrici saranno proprio così ligie alle facili direttive degli uomini politici dei rispettivi Paesi anche per quanto riguarda le condizioni di pagamento e di mancata concessione di crediti. Comunque i rifornimenti in questo campo sono assicurati. Siccome però dobbiamo con ogni energia evitare ogni sperpero di denaro all'estero si impone il dovere assoluto della più rigorosa economia nel consumo di questi materiali, essenziali pel nostro esercito e per la nostra marina.

Potremmo continuare con queste analisi nei più vari campi della attività commerciale e industriale. Ma quanto abbiamo detto basta a far vedere come la resistenza alle sanzioni sia da parte nostra non soltanto doverosa ma possibile. E la resistenza sarà certamente vittoriosa perchè essa può contare, come disse il Duce nello storico discorso della grande adunata, su un altro decisivo coefficiente: la frugalità e lo spirito di sacrificio del nostro popolo che in questa occasione, più che mai, è veramente un solo blocco cementato dalla

coscienza della giustizia della propria causa e dalla ribellione contro l'offesa morale e il tentativo delittuoso delle sanzioni.

Resta a vedersi se altrettanto decise, altrettante pronte al sacrificio, altrettanto rassegnate a perseverare saranno le popolazioni delle altre Nazioni i cui uomini politici hanno tanto docilmente chinato il capo a Ginevra di fronte al Signor Eden e hanno tanto affrettatamente e leggermente votato queste famose sanzioni il cui unico risultato sarà di danneggiare tutti i popoli che vi sono coinvolti, di sovvertire una volta di più il caos economico del nostro vecchio continente e di creare una fonte di più (e ve ne erano già troppe!) di duratori rancori fra i popoli!

*

Il mercato borsistico risente naturalmente le ripercussioni della incerta situazione internazionale che si ripercuote in una grande prudenza da parte dei risparmiatori e in una rapida anche se non ampia variazione delle quotazioni nei due sensi.

Nel suo complesso tuttavia il mercato italiano si è dimostrato fortemente orientato a un ragionato ottimismo rispondendo con prontezza ad ogni accenno di miglioramento nella situazione politica.

La mesata di ottobre si è così chiusa con una netta tendenza al progresso, della quale hanno beneficiato quasi tutti i comparti.

RENATO SAN NICOLÒ.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di ottobre.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	200	235,—	238,—	234,50
Lombarda	400	360,50	359,50	359,—
Bresciana	200	239,—	241,—	240,50
Gen. Elettrica Cisalpina priv.	125	112,—	115,50	214,50
» » » ord.	125	75,25	70,50	71,25
Unione Esercizi Elettrici	10	9,90	9,75	9,50
Elettricità Alta Italia	100	93,50	94,50	94,—
Adriatica	100	149,—	149,50	148,—
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	200	235,—	231,—	233,50
Officine Elettriche Genovesi	100	201,—	175,—	151,—
Generale Elettrica della Sicilia	100	89,50	68,50	68,—
Soc. Elettrica Piacentina	150	166,—	162,—	156,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	352,—	342,50	345,—
Forze Idrauliche Crespi	375	330,—	319,50	316,—
Elettriche Valdarno	100	150,50	150,75	153,—
Tirso	250	83,—	80,—	77,—
Terni	200	196,—	190,50	190,—
Meridionali d'Elettricità	250	214,50	212,—	213,75
Idroelettriche Piemontesi	50	44,25	46,50	46,12
Dinamo	200	245,—	240,—	242,—
Soc. Romana d'Elettricità	280	320,—	323,—	323,—

*

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di ottobre.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:						
Cardiff primario	L.	—,—	a	L.	—,—	alla tonn.
Americano	»	—,—	»	»	—,—	»
Slesia	»	—,—	»	»	—,—	»
Sarre	»	—,—	»	»	—,—	»
Antraciti:						
Inglese primaria (in pezzatura)	»	—,—	»	»	—,—	»
Tedesca (in pezzatura)	»	—,—	»	»	—,—	»
Coke:						
Coke da gas nazionale	»	—,—	»	»	—,—	»
» » » inglese	»	—,—	»	»	—,—	»
» metallurgico nazionale	»	—,—	»	»	—,—	»
Petrolio	»	318,10	»	»	—,—	al Q.le
Nafta:						
Per Diesel	»	760,—	»	»	785,—	alla tonn.
Per caldaie	»	226,—	»	»	250,—	»
Benzina in fusti	»	385,70	»	»	425,70	al Q.le

METALLI

Ghisa:						
Engliton N. 1	L.	—,—	a	L.	—,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	»	—,—	»	»	—,—	»
Ematite	»	—,—	»	»	—,—	»
Lussemburgo-Lorena	»	—,—	»	»	—,—	»
Ferro:						
Laminato omogeneo	»	80,50	»	»	—,—	al Q.le
Poutrelles	»	78,50	»	»	—,—	»
Lamiere da 4 mm. in più	»	96,50	»	»	—,—	»
Acciaio:						
Rapido per utensili	»	400,—	»	»	3200,—	»
Martin Resist. 50-70	»	90,—	»	»	135,—	»
Tubi bollitori	»	275,—	»	»	—,—	»
Rame elettrolitico	»	410,—	»	»	450,—	»
» in fogli comuni	»	800,—	»	»	880,—	»
» in barre tonde e quadre	»	820,—	»	»	845,—	»
Stagno in pani	»	2250,—	»	»	2400,—	»
Zinco in pani la fusione	»	270,—	»	»	300,—	»
Piombo in pani la fusione	»	240,—	»	»	265,—	»
Antimonio	»	780,—	»	»	850,—	»
Ottone in barre	»	660,—	»	»	700,—	»
Alluminio in pani	»	880,—	»	»	960,—	»

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Solenni onoranze alla memoria del fisico Angelo Battelli sono state tributate il 29 settembre 1935 nel suo paese nativo, a Macerata Feltria. La manifestazione è riuscita ben degna della figura dello Studioso marchigiano che ha onorato la Sua regione portando alla scienza effettivi e pregevoli contributi personali.

La cerimonia commemorativa, organizzata con entusiasmo dalla popolazione con a capo il Podestà, avv. Antimi Clari, è stata tenuta nel Teatro Battelli, colla partecipazione delle rappresentanze delle principali Autorità locali e provinciali, e di molte personalità della scienza.

Il Sen. Innocenzo Cappa disse il discorso ufficiale rievocando la figura del Battelli e la Sua opera scientifica, utilizzata anche, durante la guerra, a vantaggio della Nazione in armi.

La giornata commemorativa fu completata da un ricevimento del Municipio e da uno spettacolo di gala al Teatro Battelli.

* *

Il centenario della morte di Leopoldo Nobili. — Si compie quest'anno il centenario della morte del grande fisico nato nel 1784 in Garfagnana, e che fu tra le figure più eminenti nel modo scientifico dello scorso secolo.

Il suo nome è specialmente legato all'invenzione del galvanometro astatico, che l'inventore andò gradatamente perfezionando fino a renderlo il prezioso e delicato istrumento di misura ben noto.

Ma l'attività scientifica del Nobili è assai più vasta. Ricorderemo fra l'altro la costruzione della pila termoelettrica, successivamente perfezionata in collaborazione con Macedonio Melloni, e fatta oggetti di studi sistematici. Della pila termoelettrica, resa istrumento sensibilissimo, i due fisici si giovarono per le loro ricerche sul calore animale, sul potere emissivo, assorbente e riflettente dei corpi per il calore, ecc. Oggetto di ricerche e di studi da parte del Nobili furono anche gli effetti fisiologici della corrente elettrica e le sue applicazioni terapeutiche. Egli deve essere anche considerato come inventore della metallocromia. La Sua attività si estese altresì a molti altri campi della fisica.

Per i suoi studi il Nobili acquistò meritatamente fama grandissima nel mondo scientifico internazionale del suo tempo.

* *

Un grande fisico piemontese G. B. Beccaria. — A proposito delle celebrazioni in corso dei Grandi del Piemonte, il Prof. Ing. Costantino Botto, di Cuneo, ci comunica interessanti notizie, che qui brevemente riassumiamo, circa il Padre G. B. Beccaria, scolopio. Nato il 3 ottobre 1716 a Monreale fu, pel suo tempo, uno dei fisici più noti, tanto che nel 1748 fu chiamato alla cattedra di fisica nelle Università di Torino. Il dotto scolopio si occupò largamente di studi sulla elettricità (o, come allora si diceva, sull'elettricismo) terrestre o atmosferica.

Alcune delle sue opere su tali argomenti furono tradotte in inglese su iniziativa di Franklin. Volta studiò proficuamente le sue pubblicazioni come risulta da lettere del grande inventore comasco al Beccaria. Questi fu anche maestro del Lagrange, torinese, e fu proprio lui a distorlo dagli studi legali per avviarlo a quelli matematici.

Fra le sue opere è specialmente notevole quella, del 1753, intitolata « Dell'elettricismo naturale e artificiale » densa di risultati, di annotazioni e di esperienze che rivelano nel Beccaria uno studioso acuto, abile ed instancabile. Non meno ricca di esperienze e di osservazioni originali è l'altra opera di pochi anni posteriore, dal titolo « Elettricismo artificiale ». Queste pubblicazioni furono,

a quel tempo, apprezzatissime e meritarono ampie lodi anche da molti studiosi stranieri, come ad esempio, il Priestley.

Fu il Beccaria ad aprire il primo spiraglio alla elettrochimica rivelando come certe calci terrose mettano in libertà il metallo, sotto l'azione di una scarica elettrica.

Notevole è anche l'osservazione fatta nel 1754 dell'aumento del peso delle calci « per effetto dell'aria assorbita nella calcinazione », e l'altra che un metallo non si calcina in un vaso privo d'aria. Osservazioni che furono poi comunicate al Lavoisier che ne riferì, all'Accademia delle Scienze di Parigi.

Al Beccaria si devono poi molti altri studi di ottica, balistica, idraulica, ecc.

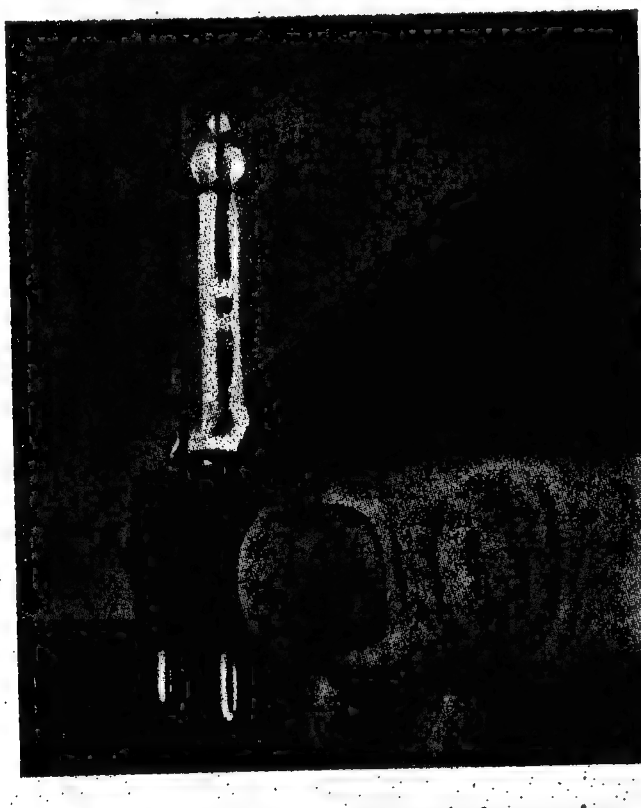
Ma l'opera forse più notevole del Beccaria fu la misura del grado di meridiano effettuata nel 1760 per incarico di Carlo Emanuele III che volle associare il piccolo Piemonte a questa opera a cui concorrevano le maggiori nazioni civili. Il Beccaria, misurata colla massima precisione compatibile colla tecnica del suo tempo una base di 12 chilometri sul rettifilo Torino-Rivoli, eseguì poi una completa triangolazione sul tratto Mondovì-Andrate, ricavando un valore del grado che parve in eccessivo disaccordo con quello misurato in altri Paesi. Solo più recentemente si potè riconoscere la causa di tale divergenza dipendente da particolari anomalie gravitazionali nella regione considerata; apportando le dovute correzioni per tale anomalia la misura del grado eseguita dal Beccaria risulta altrettanto precisa quanto quelle degli altri operatori.

Il Beccaria morì all'età di 65 anni a Parigi nel 1781.

* *

Un nuovo tipo di lampada a vapore di mercurio e ad alta pressione. — La fabbricazione delle lampade a vapore di mercurio incontra difficoltà per il fatto che la dimensione dei tubi cresce rapidamente coll'aumento del flusso luminoso. Per ottenere, ad esempio, un flusso di 700.000 lumen, occorrono lampade da 110 cm di lunghezza e del diametro di cm 9,5; la potenza assorbita è allora di 12 kW.

Per ovviare a tale inconveniente il Prof. Bol, dei laboratori Philips, ha costruito un nuovo tipo di lampada a vapore di mercurio ad altissima pressione (dell'ordine di 150 atmosfere): esse sono in tubo di quarzo anzichè di vetro ed energicamente raffreddate ad acqua.



Lampada a vapore di mercurio ad alta pressione.

Tali lampade raggiungono valori elevatissimi del flusso luminoso mantenendo dimensioni estremamente piccole.

Ad esempio, una lampada di 2 cm di lunghezza può dare un flusso luminoso di 80.000 lumen per un assorbimento di potenza di 1,5 kW, con un gradiente di 700 V per cm.

Lo splendore è di 40.000 candele per cm², ossia un quarto dello splendore del sole come viene osservato dalla terra.

Lampade di 500.000 lumen che assorbono 9 kW misurano solamente 15 cm di lunghezza e 6 mm di larghezza. Dimensioni, come si vede, che non superano quelle di una comune matita.

Queste lampade sono suscettibili di nuove applicazioni nel campo fotografico e medicale, e per gli apparecchi di proiezione. Mediante il loro impiego sarà anche possibile realizzare proiettori potentissimi per l'illuminazione dei campi di aviazione e per l'esplorazione della volta celeste.

La loro luce contiene una quantità apprezzabile di radiazioni rosse. Lo spettro così ottenuto è perciò molto più completo di quello di una lampada ordinaria a vapore di mercurio.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

Ceretti e Tanfani. — *Trasportatori ed elevatori meccanici.* (Milano, 1935. Un volume di cm 31×21, di 160 pagine con molte figure).

Sebbene si tratti di una pubblicazione di carattere piuttosto commerciale e che illustra la produzione di una Ditta, segnaliamo il volume in questa rubrica perchè la ricchezza del materiale esposto e la serietà della impostazione lo rendono veramente di interesse generale pel tecnico.

Sono infatti ben pochi i casi di costruzioni o di impianti di qualunque genere che non abbisognino in una forma o nell'altra di trasporti meccanici. La Cerreti e Tanfani la cui specializzazione nel ramo è ben nota, presenta in questa pubblicazione una specie di enciclopedia dei sistemi di trasporto dei tipi più svariati e per le esigenze più diverse.

Di ciascun tipo sono esposte le caratteristiche tecniche più importanti e sono dati schemi di impianto e direttive di scelta. La lunga esperienza costruttriche della Ditta le permette poi di presentare la descrizione di numerose ed importanti installazioni eseguite per servizi di ogni categoria.

La pubblicazione riesce quindi di reale utilità pratica mentre costituisce la illustrazione di una affermazione veramente importante della tecnica italiana.

*

F. Moeller u. G. Bolz. — *Elektrotechnik.* Band I: *Grundlagen des Gleich- und Wechselstromes.* — B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin, 1935. — Un volume di VIII-258 pagine, con 179 figure, legato. — Prezzo R. M. 12.

F. Moeller u. Th. Werr. — *Elektrotechnik.* Band II: *Gleich- und Wechselstrommaschinen.* — B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin, 1935. — Un volume di IV-214 pagine, con 176 figure, legato. — Prezzo R. M. 10.

Gli AA. hanno intitolato quest'opera « guida allo studio ed alla pratica » e si sono proposti di evitare difficoltà di ordine matematico, limitando per quanto possibile l'uso dell'analisi e ricorrendo per contro con molta larghezza alle rappresentazioni grafiche, rese più perspicue dall'uso di diversi colori per meglio distinguere vettori diversi o diversi diagrammi.

Ciascuno dei due volumi è diviso in due parti, con distinta numerazione delle pagine, sì che l'opera risulta composta di quattro parti.

La prima tratta dei principi dell'elettrotecnica e prende le mosse, nel capitolo iniziale, dalla corrente elettrica, dai concetti di intensità, di tensione, di resistenza, dalla legge di Ohm e dai principi di Kirchhoff. I capitoli successivi sono dedicati all'energia della corrente elettrica (potenza, effetto Joule e sue applicazioni, calcolo dei circuiti semplici, termoelettricità), alla conduzione ionica negli elettroliti e nei gas (polarizzazione, pile e accumulatori, scarica nei gas), al campo magnetico (campi nell'aria e nel ferro, circuito magnetico e sua eccitazione, legge dell'induzione, forza ed energia nel campo), al campo elettrico (produzione dei campi elettrici, influenza, spostamento, capacità, condensatori).

La parte seconda è interamente dedicata alle correnti alternate. Vi si tratta anzitutto del semplice circuito monofase (frequenza, rappresentazione delle grandezze sinoidali, metodo simbolico, produzione di forze elettromotrici sinoidali, spostamento di fase, resistenza, reattanza, impedenza), poi del circuito monofase complesso (inserzione in serie e in parallelo, diagrammi polari, accoppiamento fra circuiti), dell'energia nei circuiti monofasi (misura della potenza, circuiti in presenza di ferro, correnti non sinoidali, circuiti oscillatori, risonanza), e dei circuiti polifasi (polifasi simmetrici concatenati, misura della potenza nel circuito trifase).

La parte terza riguarda essenzialmente la macchina a corrente continua. Vi si tratta della produzione di tensione o di coppia (struttura della macchina, principo di funzionamento come generatore e come motore, avvolgimenti, reazione, commutazione, modi di eccitazione, avviamento e regolazione) delle caratteristiche dei motori (tipo serie, tipo parallelo, regolazione di velocità), delle caratteristiche dei generatori (a vuoto e sotto carico) e infine del riscaldamento e del rendimento (perdite, rendimento, limiti di temperatura).

La parte quarta è dedicata al macchinario a corrente alternata. In altrettanti capitoli si studiano: il trasformatore (struttura, funzionamento, tipi speciali), le macchine in genere (campi rotanti, proprietà generali della macchina polifase), la macchina a induzione (struttura, comportamento, diagramma circolare, macchina monofase), la macchina sincrona (funzionamento e usi, accoppiamento in parallelo, corto circuito), le macchine a collettore (motori monofasi, polifasi, tipo serie, tipo parallelo, convertitrici) e i raddrizzatori (vari tipi, raddrizzatori e convertitori a mercurio, comando per griglia).

I volumi sono corredati da liste dei simboli usati nel testo, da una raccolta di dati riguardo alle unità e dagli indici alfabetici per materia.

Lo sforzo continuo da parte degli AA., per aiutare il lettore a ben comprendere gli argomenti trattati e a rendersene padrone, è manifesto e ben si può riconoscere che è stato compiuto con successo. Assai commendevole è la pratica di richiamare man mano, accanto ai concetti ed ai principi, le loro applicazioni tecniche e di accompagnare tutta la trattazione con una serie ricca e molto ben coordinata di esempi numerici, veramente istruttivi.

Nonostante la difficoltà di recare qualche contributo sostanzialmente nuovo alla trattatistica dell'elettrotecnica, ormai in larga parte assestata in forme relativamente stabili, si può riconoscere che l'opera degli AA., raccolta in piccola mole, bene ordinata e suddivisa in modo opportuno e minuto, possiede tutti i requisiti per riuscire assai utile allo studente ed al tecnico. L'edizione è perfetta.

Di.

*

C. MARCHESI CAPPAI. — *Acustica applicata all'architettura.* — U. Hoepli, Milano, 1935. — Un volume di XVI-280 pagine, con 130 figure. — Prezzo L. 50.

Questo volume colma una lacuna della letturatura tecnica italiana: esso riunisce in un tutto organico numerosi dati pratici che interessano il campo, ora assurto a notevole importanza, dell'acustica applicata all'architettura.

Il libro si rivolge essenzialmente agli architetti, quindi non insiste sui principi fisici della materia trattata; ma la breve introduzione è più che sufficiente a dare al lettore i fondamenti di acustica, che servono di base alla trattazione successiva.

I due problemi fondamentali dell'acustica architettonica, lo studio della distribuzione del suono entro l'ambiente nel quale tale suono è prodotto, e lo studio dell'intensità del suono proveniente da un ambiente esterno, i problemi cioè dell'auditorio e dell'isolamento, vengono trattati successivamente, corredando lo svolgimento delle varie questioni con numerosi dati pratici ed esempi.

Le proprietà acustiche dei vari locali, auditori, chiese, teatri, cinematografi, vanno considerate volta a volta sotto diversi punti di vista. Per la correzione acustica delle sale si agisce sulla forma e sulla natura dei materiali di rivestimento: se ormai i dati teorici sono sufficienti per impiantare un calcolo di massima nel progetto di un ambiente, il confronto con locali analoghi e la conoscenza delle loro proprietà acustiche sono di notevole aiuto al costruttore. Ed è per questo che molto opportunamente vengono riportate le piante di numerosissimi teatri, sale, auditori già costruiti, e vengono riferite le loro peculiari proprietà acustiche.

Il volume termina con la descrizione degli accorgimenti seguiti nella costruzione del Palazzo dell'E.I.A.R. in Roma, per ottenere quelle proprietà acustiche e di isolamento che si rendono necessarie negli studi di radiotrasmissione.

G. Sac.

SUNTI E SOMMARI (*)

ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA.

O. CLEMENS — **Lo stato attuale della tecnica degli accumulatori.** (E. T. Z., N. 3, del 17 gennaio 1935, pag. 49-52, con 4 fig.). **2 b**

Nell'articolo vengono passati in rassegna i diversi tipi di accumulatori esistenti e vengono indicati i relativi impieghi. Per servizi stazionari, dove il peso e l'ingombro non interessano, per scariche rapide si usano accumulatori a piombo con piastre positive di grande superficie e piastre negative a griglia; per scariche lente invece le piastre positive sono massicce. Per l'avviamento di motori a scoppio si adottano piastre positive o corazzate. In questi accumulatori l'elettrolito usato è acido solforico diluito. Vi è poi un'altra categoria di accumulatori con elettrolito alcalino: essi sono ad elettrodi di ossido di nickel e di ferro o di cadmio. Questi sono più costosi, ma offrono assai maggior robustezza: si usano specialmente per trazione. L'articolo è corredato da curve, che danno le condizioni migliori in cui devono essere fatti funzionare i diversi tipi di accumulatori.

Tt.

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

C. BRESSON — **Gli interruttori auto-pneumatici.** (Bull. Soc. Franc., luglio 1935, pag. 701-730, con 20 fig.). **3 b**

Richiamate alcune notizie sui fenomeni che intervengono nell'interruzione di un circuito a corrente alternata, l'A. mette in evidenza i seguenti principi a cui deve conformarsi un interruttore pneumatico: per mantenere un arco attraverso un tubo durante un semiperiodo sotto l'azione di un soffio d'aria bisogna che il tubo abbia una sezione sufficiente corrispondente alla sezione dell'arco per la intensità massima di corrente; per ridurre l'energia nell'arco bisogna mantenerlo rettilineo, il più corto possibile, e nell'aria a pressione atmosferica; per evitare la riaccensione dell'arco occorre che la rapidità di rigenerazione del dielettrico gassoso sia più grande di quella di ripristino della tensione. Si può quindi ottenere una riduzione notevole dell'energia pneumatica necessaria per l'interruzione di una corrente di corto circuito agendo sulla rapidità di ripristino della tensione per mezzo dell'inserzione di resistenze e mantenendo l'arco corto e rettilineo alla pressione atmosferica. Su questi concetti si fondano gli interruttori auto-pneumatici, che l'A. descrive dettagliatamente nei particolari costruttivi e nei dettagli di funzionamento. Viene in particolare messo in evidenza come tali interruttori siano fino ad un certo punto autoregolatori della pressione in funzione della corrente da interrompere. Senza essere del tipo ultrarapido tali interruttori funzionano in un tempo sensibilmente più breve di quello dei comuni interruttori in olio. Fra il vantaggio di tali apparecchi vengono citati i seguenti: soppressione dei pericoli d'incendio, capacità di rottura indipendente dalla frequenza della rete; funzionamento autonomo senza bisogno di fornitura di energia elettrica o pneumatica ausiliaria; chiusura brusca, apertura rapida; silenziosità; facile manipolazione.

Ri.

W. J. MCLACHLAN — **Nuovi tipi di interruttori per reti a maglie.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1935, pag. 244-247). **3 b**

Questi interruttori particolari vengono costruiti per portate da 800 ampere ed oltre, in esecuzione normale e stagna. Sono adatti per essere applicati direttamente sul cassone del trasformatore di distribuzione, oppure per installazione separata. Hanno minori dimensioni di ingombro dei tipi ordinari. Le tre fasi dell'interruttore sono completamente isolate l'una dall'altra per mezzo di settori; i contatti sono del tipo in argento con bobine soffianti; la capacità di interruzione è di 20.000 ampere. Il meccanismo di chiusura è di un nuovo tipo a motore. L'apertura dell'interruttore avviene elettromagneticamente per mezzo di una piccola bobina di sgancio. Il relais di protezione è di un nuovo tipo cilindrico a induzione. Suoi vantaggi principali sono minore ingombro, maggiore coppia motrice e semplicità di regolazione.

C. G. E. (*)

Interruttore blindato per esterno, a 66.000 V, installato alla sottostazione di Stepney. (Engin., 10 agosto 1934, pag. 146, con 2 fig.). **3 b**

Questo interruttore, del tipo blindato per esterno, ha permesso di poter ridurre notevolmente lo spazio occupato dalla sottostazione di Stepney. La nota descrive abbastanza dettagliatamente le caratteristiche di questa installazione, e mette in evidenza le particolarità del tipo di interruttore impiegato, gli isolamenti, ecc.

E. R.

Interruttore per 138.000 V. (Engin., 17 agosto 1934, pag. 167-168, con 3 fig.). **3b**

Si tratta di un nuovo tipo di interruttore descritto nella nota, con riferimento ad una costruzione della General Electric Company. In esso è raggiunta una elevata velocità di rottura, mediante la azione di una potente molla, agente sul meccanismo di comando dello scatto. L'apparecchio è costruito per tensioni fino a 138 kV, ed è caratterizzato dall'impiego di un getto d'olio che viene proiettato nell'intervallo fra i contatti fissi e quelli mobili, al momento della loro separazione. L'articolo riporta i risultati di numerose prove effettuate su tale tipo di interruttore allo scopo di verificarne il comportamento e la sua capacità di rottura.

E. R.

L. WEILER — **Capacità di rottura e durata di contatti in rame di interruttori e controller.** (E. T. Z., N. 3, del 17 gennaio 1935, pag. 52-53, con 4 fig.). **3 b**

L'A. espone i risultati di esperimenti eseguiti per determinare le capacità di rottura di interruttori e controller, in relazione alla durata dei contatti in rame funzionanti in aria o sott'olio. Viene indicato come la durata dei contatti possa essere aumentata facendoli di metalli speciali. In particolare, per apparecchi destinati a servizi molto pesanti (acciaierie e laminatoi) è raccomandato l'uso di ricoprire i contatti con rivestimenti di metalli mobili. Nell'articolo sono riprodotte curve della capacità di rottura d'un contatto di un interruttore in olio e di un contatto d'un interruttore in aria in funzione del numero delle rotture eseguite.

Tt.

L. ROUSSEAU — **Caratteristiche tecniche di contattori.** (La Tech. Mod., 15 maggio 1935, 2 pag., con 12 fig.). **3 b**

Viene illustrato particolarmente un tipo di grande diffusione, costituito da un sistema per il comando della chiusura e dell'apertura, e da un sistema di contatti per il passaggio della corrente a circuito chiuso. Il comando può essere effettuato col sistema: elettrico, pneumatico e meccanico. Il comando elettrico è basato sul principio dei bottoni pulsanti che agiscono su di un elettro-magnete, lo schema è chiaramente rappresentato per quanto riguarda il principio e il funzionamento dell'apparecchio. Da un posto unico si possono comandare diversi contattori. Dettagli vari sono forniti sulle particolarità costruttive, specie per quanto riguarda i contatti, i

(*) Per i titoli delle riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

circuiti magnetici, le incastellature dei sostegni, ecc. Diverse illustrazioni integrano il testo per una più chiara comprensione delle caratteristiche fondamentali dell'apparecchio. *E. R.*

Limitatori di tensione. (Engin., 1° marzo 1935, pag. 239, con 3 fig.). **3 d**

L'articolo si occupa di uno speciale tipo di limitatore di tensione, costituito da resistenze in serie e da interruttori in parallelo, racchiusi in un involucro in porcellana. Le resistenze a loro volta sono costituite da un materiale ceramico, in cui la conducibilità cresce in maniera molto rapida con la tensione applicata. I contatti sono assicurati in maniera perfetta da un deposito aderente, superficiale, di rame. Gli interruttori intervengono con una tensione all'incirca doppia della normale, e ristabiliscono l'equilibrio in un tempo brevissimo, dell'ordine di cinque millesimi di secondo. La costruzione di questi apparecchi abbraccia tutta una gamma di tensioni, da 250 V a 33.000 V, e si applica tanto alla corrente continua che a quella alternata. *E. R.*

R. Edler — **Interruttori rotativi per apparecchi elettrodomestici.** (E. u. M., N. 4, 27 gennaio 1935, pag. 41-44, con 4 fig.). **3 b**

Gli interruttori a contatti rotanti possono essere notoriamente costruiti per parecchie posizioni: essi sono quindi in grado di soddisfare alle molteplici condizioni di servizio di taluni apparecchi elettrodomestici. La possibilità di costruzioni robuste e sicure è raggiunta con l'impiego dei migliori materiali — metallici ed isolanti — noti oggidì nella tecnica degli interruttori. Il programma di funzionamento di un determinato apparecchio è realizzabile con diverse disposizioni dei contatti dell'interruttore che lo comanda: è tuttavia possibile uno studio sistematico di tali interruttori atto a condurre alla soluzione più appropriata. Una dettagliata indagine è fatta in proposito dall'A. *V. D. Ma.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

Forni elettrici. (La Tech. Mod., 1° luglio 1935, pag. 476, con 1 fig.). **5 b**

Negli ultimi anni l'industria dei forni elettrici ha risolti diversi problemi atti a rendere più facile la condotta del forno stesso, ed a portarlo rapidamente a regime, anche quando occorrano temperature elevate, ciò che è particolarmente importante nel trattamento di alcuni metalli. La nota tratta particolarmente dei forni a induzione e dei forni a resistenza. Il principio di funzionamento è molto semplice e la tecnica tende ad impiegare materiali e metalli atti a resistere ed a generare temperature sempre più elevate. La disposizione delle resistenze può essere varia, e con distribuzione sia laterale che in alto. Per il trattamento di leghe leggere si ricorre ai forni con resistenze semplici, di nichel-cromo, montate su porcellane speciali, e dove la temperatura può giungere fino a 1100° C. Altri forni possono generare anche temperature di 1200° a 1400° C con buoni risultati nei confronti della resistenza e durata del materiale. *E. R.*

W. Pruetz — **Risultati di funzionamento di forni elettrici per trattamenti termici.** (E. T. Z., N. 1, del 3 gennaio 1935, pag. 11-13, con 1 fig.). **5 b**

L'A. espone i dati di una serie di otto forni elettrici per trattamenti termici impiegati nelle officine Ford di Colonia in Germania. In questi forni la temperatura può essere regolata colla massima precisione con un'approssimazione di $\pm 2{,}5°$: la regolazione avviene automaticamente per mezzo di coppie termoelettriche di nichel-nichelcromo. Nei forni più grandi a carica automatica una particolare cura è stata posta nella costruzione delle guide, sulle quali scorrono i pezzi da caricare, poichè, se non si seguono particolari accorgimenti, esse hanno tendenza a torcersi e deformarsi per le diversità di temperatura tra l'interno e l'esterno. Esse devono perciò essere installate in modo da potersi dilatare liberamente. L'articolo è completato da una dettagliata descrizione dei vari tipi di forni installati con l'indicazione dei vari pezzi per motori d'automobile che vi vengono trattati. *Tt.*

R. Grierson, D. Betts — **Il riscaldamento elettrico, la fornitura di acqua calda e di aria condizionata nei grandi edifici.** (J. I. E. E. Londra, LXXVI, 461, maggio 1935, pag. 461-506 e discussione fino a pag. 549 con 39 fig.). **5 d**

L'impiego di isolanti termici a base di sughero sulle pareti verso l'interno dei locali riduce il consumo di energia per riscaldamento alla metà; la quantità di calore necessaria per riscaldare una casa di 1 °C corrisponde a 4,34 volte la quantità necessaria per mantenere la temperatura costante per 1 ora mentre all'esterno è di 0 °C. L'A. riporta diversi grafici per esigenze del servizio prima di entrare nell'esame tecnico degli apparecchi elettrici di riscaldamento. Il grande pregio di questi ultimi è di permettere l'esatta dosatura del calore in ogni locale di una casa mediante l'inserzione di relais termostatici, specialmente se si considerano i tipi a riscaldamento diretto. Più convenienti sono tuttavia i tipi a riscaldamento indiretto mediante resistenze immerse in acqua (entro tubi protettori) o mediante elettrodi; i primi possono servire quando la tensione di alimentazione non supera i 650 V, mentre i secondi servono per tensioni più alte. Le caldaie sono provviste di termostati di massima temperatura regolati da 5 a 10 °C al disotto del punto di ebollizione. Il funzionamento della caldaia può essere regolato a distanza a mezzo di relais a comando manuale o meccanico. Il riscaldamento ad accumulazione può anche fornire l'acqua calda per altri servizi domestici. Il rendimento di un impianto elettrico ad accumulazione di calore è compreso fra il 98 ed il 90 % mentre col carbone non si supera il 75 %. Anche il ricambio dell'aria può essere affidato ad apparechi termoelettrici allo scopo di fornire aria negli ambienti di abitazione alla temperatura e col grado di umidità voluti.

Discussione. — Il riscaldamento termodinamico delle case (derivato dal ciclo del frigorifero ad ammoniaca) rappresenta certamente la soluzione economicamente più conveniente quando si voglia eseguire il riscaldamento degli ambienti con l'energia elettrica; però malgrado i successi ottenuti in diversi impianti il sistema non si è diffuso praticamente per il costo elevato dell'impianto. *I. L.*

Recenti progressi realizzati nelle applicazioni e nel materiale di saldatura autogena. (La Tech. Mod., 15 maggio 1935, pag. 345-347, con 8 fig.). **5 c**

L'articolo riporta diversi esempi di interessanti applicazioni, come: incastellatura di un grosso condensatore per turbina a vapore, effettuata con saldatura all'arco ed al cannello. Grosso estintore cilindrico per calce, interamente costruito con saldatura autogena. Incastellatura di un gruppo per motore Diesel, saldato autogenamente. Canalizzazioni saldate per vapore e ritorno d'acqua condensata, ecc. Premessi tali esempi viene accennato al materiale ed alle macchine impiegate per la saldatura e vengono messe in evidenza le caratteristiche fondamentali. Sono anche descriti gruppi mobili per effettuare il lavoro nei porti e nelle condizioni più disparate. *E. R.*

La saldatura autogena. Il materiale per saldare. (La Tech. Mod., 1° luglio 1935, pag. 463-465, con 7 fig.). **5 c**

Vengono riportate notizie in merito ai perfezionamenti apportati a varii apparechi, ed intorno ai tipi nuovi, creati per la saldatura elettrica all'arco o per resistenza e per la saldatura al gas. Nel primo caso i perfezionamenti riguardano: l'introduzione di nuovi tipi di elettrodi e la protezione degli operatori dai prodotti gassosi irritanti che essi provocano; dispositivi atti a spostare automaticamente la testa di saldatura lungo un giunto rettilineo; accorgimenti vari escogitati dalle case più rinomate. Nel caso di saldature a comando pneumatico; le saldatrici per punte, di acciaio speciale incssidabile ad alta resistenza, impiegate in areonautica ecc. La saldatura al cannello tende ad automatizzarsi, ed a ciò concorrono la creazione di apparechiature sempre più maneggevoli, nonchè lo sviluppo di generatori di acetilene ad alta pressione con apparecchi distributori del gas compreso l'ossigeno. Le figure illustrano alcuni fra i tipi di apparecchi più caratteristici. *E. R.*

APPLICAZIONI VARIE.

Le macchine utensili per la lavorazione dei metalli. Comandi elettrici. (La Tech. Mod., 15 maggio 1935, pag. 331-337, con 12 fig.). **6 c**

Si tratta di una rassegna delle novità industriali nel campo della lavorazione dei metalli, dove il comando elettrico si diffonde e si perfeziona sempre di più. Le sue caratteristiche più importanti sono date da:

— comando a distanza a pulsanti, di qualunque tipo di macchina operatrice o di gruppi di macchine operatrici;

— montaggio dell'apparecchiatura in prossimità immediata del motore, in modo da ridurre al minimo le spese e le complicazioni derivanti dalle condutture di forte sezione. Per macchine di una certa importanza l'apparecchiatura è addirittura prevista nell'incastellatura;

— avviamento rapido e uniforme dei motori, ottenuto automaticamente senza l'intervento dell'operaio in posto;

— protezione razionale ed efficace dei motori e delle macchine;

— apparecchiatura estremamente robusta non richiedente alcuna manutenzione;

— possibilità di asservimento che permetta la marcia assolutamente automatica di macchine ad operazioni multiple.

Le macchine operatrici prese in esame sono: i torni paralleli e derivati, i torni a revolver ed automatici, i torni verticali, le macchine a forare, le fresatrici, le alesatrici, le macchine a molare ed a rettificare, le macchine per la fabbricazione degli ingranaggi, le macchine per la lavorazione dei metalli in foglio. *E. R.*

A. B. Wood, F. D. Smith, J. A. McGeachy — **Un registratore di profondità che utilizza l'oscillatore a magnetostrizione.** (J. I. E. E. Londra, LXXVI, 461, maggio 1935, pag. 550-563 e discussione fino a pag. 566 con 23 fig.). **6 b**

Gli AA. si servono per le segnalazioni acustiche di un'onda sonora a 15.000 hertz prodotta da un oscillatore col nucleo in lamiera al nichel; l'eccitazione del nucleo viene data da un'onda elettrica prodotta dalla scarica di un condensatore preventivamente caricato

ad una tensione tanto maggiore (fino a 500 volt) quanto maggiore è il fondale. Il campo magnetico deve raggiungere un'intensità di 100 oersted perchè l'acqua circostante possa raccogliere e trasmettere l'onda di pressione verso il basso; operando con diversi tipi di nuclei di peso variabile da 0,5 a 3 kg alla frequenza detta sopra sono state realizzate nell'acqua pressioni massime persino di 28 kg/cm² mentre con un oscillatore a piezocristallo (frequenza ultrasonora) non si superano i 0,2 kg/cm². Il trasmettitore deve essere circondato con strati di gomma piuma in modo da evitare la propagazione delle onde lateralmente e verso l'alto; il percorso delle onde deve essere libero solo verso il fondo. Le onde riflesse sul fondo del mare vengono ricevute da un apparecchio uguale al trasmettitore e registrate su un apposito nastro di carta sensibilizzata.

Il ricevitore è costruito come il trasmettitore, il nucleo deve però essere permanentemente magnetizzato allo scopo di avere la massima sensibilità agli impulsi sonori che provengono dall'acqua. Un amplificatore a 3 o 4 stadi ed un raddrizzatore ad ossido di rame sono poi inseriti fra il ricevitore e l'apparecchio registratore. Quest'ultimo comprende un nastro di carta della larghezza di 127 mm che si svolge lentamente, ed una punta metallica che lo attraversa rapidamente; la carta è sensibilizzata con una miscela di amido e di ioduro di potassio mantenuta umida; quando la punta a contatto con la carta riceve un impulso elettrico sullo strato sensibile resta un tratto di color bruno. L'apparecchio registratore è collegato col trasmettitore e con un ricevitore in modo da ricevere l'impulso elettrico all'atto della partenza ed all'arrivo dopo la riflessione sul fondo; il primo capita sempre quando la punta si distacca dal bordo della carta, esso dà il riferimento del livello del mare mentre l'impulso d'eco capita in un punto della carta che è definito dalla profondità dell'acqua e dalla velocità di spostamento della punta. Se la punta percorre la carta in 1/12 di secondo, la massima profondità registrabile è di 61 m, mentre se lo spostamento avviene in 1/2 secondo la massima profondità registrabile è di 366 m; l'apparecchio è stato studiato per essere usato su navi specialmente quando la rotta si svolge in acque poco profonde. Il profilo del fondo marino appare infatti in modo evidente sulla carta sensibile di mano in mano che la nave avanza.

Discussione. — La profondità dell'acqua può essere misurata col metodo dell'onda sonora riflessa con l'approssimazione di circa 1/2 metro. La formazione di bolle d'aria sotto la carena della nave, quali si producono in condizione di mare agitato, disturba molto la ricezione dei segnali riflessi; così pure le onde sonore prodotte dalle macchine installate sulla nave e quelle prodotte dallo sbattere dell'acqua contro i fianchi della nave. L'apparecchio registratore non avverte la presenza di ostacoli sporgenti dal fondo o di buche che abbiano dimensioni trasversali paragonabili alla lunghezza d'onda usata. *I. L.*

Utensileria portatile elettrica. (La Tech. Mod., 1° luglio 1935, pag. 450-451, con 2 fig.). **6 c**

Nel campo dell'utensileria portatile la costruzione della parte elettrica è stata facilitata grazie all'impiego ormai generalizzato delle bobine impregnate con resina sintetica. Il montaggio su cuscinetti a rulli od a sfere riduce al minimo le perdite e gli aumenti di temperatura, e tutti i costruttori muniscono oggi gli utensili di adeguati ventilatori, con opportune protezioni per impedire l'accesso alla polvere. Gli utensili di uso più corrente sono le foratrici e le affilatrici a cui seguono una serie di altri piccoli utensili a motore cosidetto universale. Nel campo di questi apparecchi del tipo rotante si è pure introdotto l'uso di frequenze elevate, ciò che ha aumentato il rendimento dell'apparechio stesso, consentendo vantaggi economici, specie dove il numero di essi è rilevante. L'altro problema, quello dei martelli eletrici, in cui un moto rotatorio va trasformato in pulsante con la massima potenza d'urto e frequenza, che ha presentato sempre gravi difficoltà costruttive e di funzionamento, e ciò nei riguardi degli organi elettrici, può pure ritenersi giunto a buon punto. *E. R.*

F. PUNGA — **Utilizzazione delle velocità lontane dal sincronismo in motori trifasi con rotore a gabbia di scoiattolo, per l'avviamento e l'arresto di ascensori.** (E. T. Z., N. 51, del 20 dicembre 1934, pag. 1241-1242, con 6 fig.). **6 c**

L'A. mostra come sia possibile utilizzare le velocità lontane dal sincronismo di un motore trifase con rotore a gabbia di scoiattolo, quando occorra realizzare velocità molto basse, per le quali un motore normale potrebbe essere costruito con difficoltà. L'applicazione descritta nell'articolo è quella degli ascensori, nei quali alla partenza e all'arrivo la velocità deve essere molto inferiore a quella di marcia per realizzare un funzionamento gradevole e comodo. A tale scopo l'A. ha pensato di munire lo statore di un avvolgimento speciale, che aumenta notevolmente certe armoniche del campo principale, mentre diminuisce il campo rotante: si può così realizzare una azione frenante per ridurre la velocità all'arrivo. Per l'avviamento è proposta la costruzione di una gabbia speciale tale da assicurare una coppia sufficiente. *Tt.*

A. PRZYGODE — **L'impianto di sollevamento per natanti di Niederfinow.** (E. T. Z., N. 52 del 27 dicembre 1934, pag. 1265-1268, con 11 fig.). **6 c**

Nel 1934 è stato aperto all'esercizio in Germania un impianto di sollevamento per natanti a Niederfinow sul canale Hohenzollern: esso sostituisce quattro conche di 9 m ciascuna di dislivello e con una salto solo consente di superare un dislivello di 36 metri. La parte mobile è costituita da un bacino di 85 × 12 metri, che può ospitare natanti di 1000 t; esso è sospeso a 256 funi di acciaio che si avvolgono su altrettante pulegge di rinvio. Sul bacino mobile sono montati anche i quattro motori di sollevamento da 55 kW ciascuno, a corrente continua; essi ingranano, per mezzo di ruote dentate, su quattro cremagliere. Vi sono poi altri motori per la apertura delle porte stagne del bacino e per altre manovre per assicurare il collegamento acqueo tra il bacino e il canale. *Tl.*

CONDUTTURE.

L. INGE, A. WALTER — **L'invecchiamento dell'isolamento nei cavi per alte tensioni.** (Technical Physics of the USSR, Vol. I, N. 1, pag. 30-41, con 7 fig.). **9 d**

Gli AA. hanno cercato, se sia possibile trovare un metodo per determinare la massima tensione di esercizio compatibile con la lunga durata dell'isolamento nei cavi isolati con carta impregnata. La ricerca è stata condotta tenendo conto soltanto dei fenomeni di invecchiamento dipendenti direttamente dal campo elettrico nell'isolamento e ritenendo esclusa la presenza di bolle gassose; altre cause d'invecchiamento possono derivare da alterazioni prodotte da eccessivo riscaldamento del cavo o dall'ossidazione dell'olio per effetto catalittico del rame, ma tali fenomeni non possono avere grande importanza in cavi ben costruiti. Viene descritta anzitutto la tecnica per la determinazione della intensità iniziale del campo negli straterelli d'olio mediante il cosidetto metodo fotografico, e successivamente è studiata la relazione fra il campo iniziale e la pressione esistente nell'interno del cavo. Dalle misure risulta che l'isolamento di un cavo in carta impregnata può funzionare stabilmente soltanto a campi di intensità inferiore a 6 o a 7 kV efficaci per millimetro. Elevati valori della tensione di perforazione non sono indice sufficiente di una buona caratteristica dell'isolamento. Nel complesso gli AA. arrivano alla conclusione che deve ritenersi pericoloso sottoporre cavi con isolamento in carta a gradienti superiori a 7 kV efficaci per millimetro; con gradienti anche di poco superiori si manifesta un lento deterioramento che conduce poi alla perforazione del cavo dopo un tempo che può essere anche abbastanza lungo, cioè di qualche anno. Nemmeno nelle prove si dovrebbero applicare gradienti superiori a 20 kV per mm, perchè vi sarebbe pericolo di danneggiare gravemente il cavo. Vengono anche esposti alcuni consigli su accorgimenti costruttivi dei cavi per migliorarne la durata. *Ri.*

W. VOGEL — **Moderni cavi ad alta tensione.** (El. Bahnen, N. 2, febbraio 1935, pag. 36-42, con 20 fig.). **9 d**

I risultati, riassunti dall'A., della misura dell'angolo di perdita e le indagini sulla stabilità termica degli isolanti confermano i rilievi fatti in pratica su cavi in esercizio da parecchi anni e portano alla conclusione che la costruzione razionale di un cavo per alta tensione ed elevata intensità di corrente deve mirare ad evitare i fenomeni di ionizzazione del dielettrico, i quali portano inevitabilmente alla distruzione dell'isolante. I mezzi per raggiungere questo scopo sono oggidì limitati all'impiego di un mezzo fluido sotto pressione: olio a bassa pressione (cavi in olio) ed azoto a pressione elevata (cavi a pressione). Sul secondo tipo di cavo, meno noto del primo, l'A. si sofferma diffusamente, citando anche le applicazioni di esso fatte in Inghilterra (66 kV), in Danimarca (50 kV) ed in Germania (60 kV). *V. D. Ma.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

L. E. HILDEBRAND — **Convertitori di frequenza in carcassa unica.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1935, pag. 226-229). **10 b**

L'A. passa in rapida rassegna i vantaggi che si possono ottenere con l'alimentazione di piccole reti di distribuzione con frequenze più elevate di quelle normalmente usate; una soluzione economica può essere costituita dall'adozione di convertitori di frequenza in carcassa unica per piccole potenze non superiori a 15 kW. Tre tipi fondamentali di questi convertitori si possono distinguere, e precisamente: motodinamo, tipo sincrono e nuovo tipo ad induzione. La motodinamo non differisce da una comune convertitrice se non per una speciale sagomatura del polo, grazie alla quale può venire esaltata una delle armoniche dispari, nelle quali la curva del flusso può essere scomposta. Qualora si colleghi ad anelli l'avvolgimento, che nella motodinamo è collegato ad un collettore, si ottiene sostanzialmente il secondo tipo di macchina, la quale permette un'alimentazione a corrente alternata. Nell'ultimo e più interessante tipo di convertitore, statore e rotore affacciati portano ciascuno un duplice avvolgimento. Volendo, ad esempio, convertire la tensione di una rete a 60 per/sec in una equivalente a 180 per/sec, i due avvolgimenti statore devono presentare due polarità

4-S. La polarità 4 corrisponde all'elemento motore e trova un corrispondente avvolgimento a 4 poli sul rotore cortocircuitato del tipo asincrono. All'avvolgimento statore ad 8 poli corrisponde sul rotore un altro avvolgimento ad 8 poli collegato agli anelli, dai quali parte la rete a frequenza elevata. La mutua induttanza dei due avvolgimenti è nulla e quindi nessuna influenza nociva è possibile fra i due flussi magnetici. *C. G. E.*

P. G. Laurent — **I convertitori ionici.** (Bull. Soc. Franc., agosto 1935, pagina 751-801, con 21 fig.). **10 a**

L'A. confronta anzitutto i convertitori a vapore di mercurio e quelli meccanici con collettori a lamelle, deducendone rispettivamente le proprietà più importanti. Entrambi i dispositivi possono essere interpretati sostanzialmente come semplici commutatori; l'insieme di un alternatore e di un convertitore ionico comporta gli stessi elementi essenziali di una dinamo a corrente continua; ritardare la commutazione per mezzo di griglie anodiche corrisponde a spostare le spazzole di un collettore nel senso del campo ruotante. Il convertitore ionico con griglia di comando permette il ricupero per mezzo dell'inversione del senso della tensione raddrizzata, come con una macchina a corrente continua a intensità costante. La fase delle correnti anodiche dipende dal ritardo della commutazione e il fattore di potenza varia proporzionalmente alla tensione raddrizzata; il funzionamento a intensità costante impegna una potenza apparente costante. L'impossibilità di avanzare la commutazione rende il convertitore ionico inadatto a fornire potenza reattiva, a meno di ricorrere ad artifici (come i condensatori di commutazione) il cui funzionamento presenta una certa analogia con quello dei poli di commutazione della dinamo. Il comando dissimmetrico dell'accensione degli anodi permette di migliorare il fattore di potenza e la forma d'onda. Il convertitore ionico, come il collettore, permette di effettuare il collegamento fra reti di frequenze diverse.

Nella seconda parte del suo articolo l'A. illustra il principio di un sistema di alimentazione delle griglie per mezzo di impulsi positivi di tensione di breve durata; tale sistema è puramente statico, presenta piccolo consumo e una precisione assoluta, e si presta a regolazioni automatiche istantanee; esso è quindi superiore al sistema a commutatore ruotante. Infine sono esposte alcune applicazioni importanti dei raddrizzatori a griglie di comando. *Ri.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

G. Génin — **Leggi e meccanismo dell'elettroforesi del lattice di gomma.** (Bull. Soc. Franc., agosto 1935, pag. 801-820, con 10 fig.). **13 b**

Come è noto, si dà il nome di elettroforesi al fenomeno di trasporto di particelle sospese in un liquido, nel quale viene fatta passare una corrente elettrica. Il trasporto sarebbe dovuto alla comparsa di una carica elettrica sulle particelle in seguito alla fissazione su di esse di ioni esistenti nel liquido e provenienti dalla dissociazione elettrolitica dei corpi in soluzione nel mezzo di sospensione. È spesso possibile modificare il senso del trasporto delle particelle, cambiando il valore del pH del liquido e talvolta anche aggiungendo semplicemente al liquido sali metallici che diano luogo ad anioni o a cationi polivalenti; il fenomeno non è ancora interamente chiarito.

Dopo aver dato l'espressione matematica dei fenomeni di elettroforesi e di elettroosmosi, l'A. passa in particolare a parlare dell'applicazione dei fenomeni di elettroforesi al lattice di gomma. Si devono considerare due casi diversi, secondo che la deposizione della gomma si effettua su un elettrodo metallico immerso direttamente nel lattice oppure su un diaframma poroso che circondi l'elettrodo. Il rendimento ponderale dei trattamenti di elettroforesi è molto superiore a quello dell'elettrolisi perchè gli ioni che si fissano sulle particelle colloidali possono provocare lo spostamento di particelle di massa molto maggiore di quella degli ioni stessi. In pratica si può ritenere che in elettroforesi con un consumo di 500 Wh si possa ottenere un rendimento ponderale uguale a quello che si avrebbe in elettrolisi con un consumo di 500 kWh. L'A. indica i diversi procedimenti industriali della elettroforesi della gomma accennando alle difficoltà che si incontrano e ai mezzi per superarle. Finora il procedimento è stato specialmente applicato per la protezione di oggetti metallici di forma complicata; sono citate parecchie applicazioni interessanti. *Ri.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

M. Wilfart — **I comandi fotoelettrici industriali.** (Annales P.T.T., luglio 1935, pag. 648-685, con 13 fig.). **14 c**

Si possono, come è noto, utilizzare 3 effetti fotoelettrici: quello delle cosidette cellule a strato semiconduttore, come i tipi ad ossido di rame; le cellule fotoconduttrici, del tipo a selenio, e le cellule fotoemittenti, che sono le più frequentemente usate nelle applicazioni di automatismi industriali. L'A. ricorda anzitutto alcune nozioni fondamentali circa i fenomeni fotoelettrici e i diagrammi di sensibilità spettrale di diverse cellule fotoelettriche. Generalmente conviene applicare alle cellule fotoelettriche una illuminazione dell'ordine di 100 lux, come si può ottenere direttamente con una lampada da 60 watt posta a un metro di distanza dalla cellula; per distanza maggiore conviene scegliere una lampada con filamento il più possibilmente puntiforme e concentrare il fascio per mezzo di una lente, o di uno specchio concavo o con i 2 mezzi contemporaneamente. Per deviare il fascio si possono usare prismi, i quali però dànno luogo ad un forte assorbimento. È preferibile usare specchi, meglio se concavi, perchè in tal caso correggono la inevitabile dispersione del fascio. Nelle applicazioni è necessario che gli specchi siano facilmente ragolabili e rigidamente fissabili dopo la messa a punto per evitare le deviazioni del fascio luminoso, notevoli sui lunghi percorsi. Qualora sia impossibile fissare lo specchio con tutta la precisione voluta, si può ricorrere ad un dispositivo catafoto che rifletta il raggio nella direzione stessa in cui esso perviene. Ricordati brevemente alcuni tipi costruttivi di cellule fotoelettriche e i dispositivi amplificatori l'A. descrive alcuni dispositivi completi di relais fotoelettrici. Fra le diverse applicazioni sono ricordate le seguenti: comando automatico di un impianto di illuminazione, manovra di una porta o di un sbarramento, rivelazione della presenza di fumi o di fiamme, segnalazioni stradali, applicazioni all'industria della carta, per la cernita o il conteggio di oggetti, per la pesatura automatica, verifiche svariatissime, comandi di macchine, ecc. *Ri.*

G. Viel, R. Gibrat — **Sulla relazione fra conduttività elettrica dell'aria e pericolo dei fulmini.** (Bull. Soc. Franc., luglio 1935, pag. 731-739). **14 b**

Sono riportati i risultati di numerose ricerche sistematiche sui rapporti fra la frequenza dei fulmini e la conduttività dell'aria nelle diverse regioni. La ionizzazione dell'aria dipende, come è noto, principalmente dalle radiazioni delle sostanze radioattive contenute nel terreno e nell'aria e dalle radiazioni cosmiche. La conduttività dell'aria è stata misurata coll'apparecchio di Gerdien, costituito da un filo, posto sull'asse di un cilindro in cui si aspira l'aria, e collegato ad un elettrometro unifilare di Wulf. Durante il tempo bello la conduttività varia in modo regolare (del 10 al 20 % del valore medio) con due massimi giornalieri verso le ore ore 11 e 15, con un minimo verso le 13. Durante i temporali la conduttività varia grandemente e bruscamente con frequenti inversioni di polarità. È stato riscontrato che quando il rapporto fra la conduttività dovuta agli ioni negativi e quella dovuta agli ioni positivi è minore dell'unità, non vi è pericolo di fulminazioni, mentre tale pericolo sussiste quando il detto rapporto è maggiore dell'unità e tanto più quanto il rapporto è più elevato. Speciali verifiche sono state fatte nei riguardi di zone vicine a sorgenti minerali; esse hanno dimostrato esservi una predominanza di ioni negativi in corrispondenza delle faglie e delle fessure del terreno dove l'aria può circolare liberamente. È risultato dimostrato che in determinati luoghi si verifica in modo permanente una ionizzazione superiore a quella normale; in altri punti si verifica costantemente una predominanza di ioni negativi; mentre queste ultime località sono più frequentemente battute dalla folgore, non altrettanto può dirsi per le località a ionizzazione particolarmente forte. *Ri.*

O. Bertoli — **I fenomeni della sopraconduzione.** (N. Cimento, febbraio 1935, pag. 93-119, con 37 fig.). **14 b**

Generalmente il presentarsi della sopraconduzione in seguito ad intenso raffreddamento avviene bruscamente con un salto netto ad una temperatura ben stabilita per ciascun metallo; la presenza di impurità rende invece più lento e graduale il fenomeno. In una tabella vengono raccolti i dati relativi a tutti i metalli per i quali si è finora riscontrato il fenomeno della sopraconduzione, con la indicazione delle rispettive temperature di transizione. Tali metalli inquadrati in un diagramma del sistema periodico riproducente i pesi atomici come ascisse e i volumi atomici come ordinate, vengono a trovarsi in una specie di stretta zona pressochè parallela all'asse delle ascisse. La presenza di impurità agisce in vario modo secondo il tipo dell'impurità stessa, ed in proposito sono citate 4 diverse categorie di casi possibili. Quanto più semplice è lo stato di cristallizzazione del metallo, tanto più rapido è il comparire della sovraconduzione al punto di transizione. Anche nel caso delle leghe le proprietà del reticolo cristallino hanno grande importanza sul fenomeno della sopraconduzione, la quale ad esempio in una miscela di 2 metalli, uno sopraconduttore e l'altro no, si verifica soltanto se la lega ha lo stesso reticolo cristallino del componente sopraconduttore. Numerose notizie sono date sul fenomeno della sopraconduzione in diverse leghe binarie o multiple, ed anche in certi composti. In un metallo già sopraconduttore restando costante la temperatura, scompare la sopraconduzione, quando si applichi un campo magnetico di intensità opportuna, che viene chiamato valore di soglia del campo, o campo magnetico limite caratteristico per ogni metallo; vengono riportate le particolarità del fenomeno. La sopraconduzione può cessare bruscamente anche quando l'intensità della corrente nel corpo sopraconduttore superi un certo valore. Anche le sollecitazioni meccaniche influiscono sul fenomeno. Più recenti sono le osservazioni sull'influenza di campi elettrici ad alta frequenza, che in generale abbassano il punto di transizione. Sono anche ricordate altre esperienze su particolari caratteristiche dei corpi sopraconduttori. *Ri.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

Problemi attuali di elettrotecnica. (La Tech. Mod., 15 maggio 1935, pagina 341-344, con 8 fig.). **15 v**

La nota tratta di alcuni problemi di attualità nel campo dell'elettrotecnica, relativamente ai:

a) materiali per contatti, dove si accenna ad alcuni recenti prodotti, che, senza avere un'elevata resistività elettrica, resistono bene all'arco ed all'ossidazione. Il più importante di essi, applicato alle medie e grosse apparecchiature, è un agglomerato di tungsteno e di rame, dopo un trattamento razionale. Si ha pure un prodotto tungsteno-argento, molto pratico per apparecchiature a bassa tensione;

b) materiali per magneti permanenti ottenuti con materiali speciali al nichel-alluminio ed al nichel-titanio. Diverse prove sono già state effettuate su tale prodotto ed i risultati sono soddisfacenti;

c) motori. Si tratta di innovazioni apportate specie nel campo dei sistemi di avvolgimenti dei piccoli motori, per renderne facili e rapidi gli smontaggi, per riparazioni, ecc.;

d) apparecchiatura. Si riportano dettagli in merito alle disposizioni e strutture impiegate specialmente per le macchine utensili. Vengono citati esempi di costruzioni di varie Ditte;

e) strumenti di misura e di controllo. Vengono citate le caratteristiche degli strumenti specialmente adoperati per il controllo dei condensatori impiegati nel campo telefonico, radiofonico e radiotelegrafico. *E. R.*

K. Potthoff e B. Mathiesen — **Perdite corona in conduttori di linee a corrente alternata.** (E. T. Z., N. 1, del 3 gennaio 1935, pag. 3-7, con 11 figure). **15 e**

Viene esaminato e chiarito l'influsso dell'umidità dell'aria sulle perdite corona. A questo scopo sono state eseguite prove in una torre chiusa da ogni parte, nella quale era sospeso verticalmente un filo metallico lungo 7 m, circondato da una gabbia di altri fili metallici, del diametro di m 1,7, in modo da costituire un condensatore per misurare le perdite corona. La prova fu fatta alla tensione di 145 kV, 50 per/sec. Nella torre si poteva far variare la temperatura da 8° a 35° e l'umidità dell'aria del 25 al 95 %. È stato rilevato dalle prove che le perdite corona crescono lentamente fino ad una umidità dell'80 %, poi le perdite crescono assai rapidamente. Gli AA. sono d'avviso che le perdite corona siano dovute a un sottile velo di acqua che copre il conduttore: aumentando lo spessore di tale velo coll'aumentare dell'umidità, le perdite crescono. Per diminuire le perdite corona è perciò opportuno coprire i conduttori con uno strato di paraffina. *Tt.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

G. Kron — **Applicazione dei tensori allo studio delle macchine elettriche rotanti. Parte II: Teoria della trasformazione.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1935, pag. 230-243). **16 d**

Non appena un gruppo di equazioni viene impostato in modo sistematico con l'ausilio delle poliadiche, l'equazione tensoriale risultante richiama immediatamente a tre concetti che sono la base fondamentale dell'analisi matematica e fisica moderna; e cioè i concetti di *trasformazione*, *invarianza* e *gruppo*, che permettono di usare la stessa equazione e lo stesso ragionamento per molti differenti fenomeni, semplificando i metodi di studio di vari problemi d'ingegneria, i quali vengono a ridursi così a pochi tipi normali.

In questa parte l'A. sviluppa la teoria della trasformazione, arrivando a formule semplici per la trasformazione dei tensori.

L'A. sviluppa poi un esempio di trasformazione in coordinate simmetriche di un sistema di tre circuiti disuguali aventi induttanze mutue. È da notare che le linee della matrice di trasformazione corrispondono ai tre cosiddetti *operatori di sequenza* del metodo di trasformazione in componenti simmetriche, e cioè che, mentre il metodo usuale impiega tre matrici di trasformazione, il metodo tensoriale ne impiega una sola. *C. G. E.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

H. Wahlberg — **Alternatore trifase da 19000 kW comandato da motore Diesel.** (Asea, luglio 1935, pag. 62-68, con 6 fig.). **17 a**

Viene descritto l'alternatore installato nella centrale di Copenaghen accoppiato ad un motore Diesel a 2 tempi a doppio effetto, a 8 cilindri da 15 000 kW di potenza nominale e 16 300 kW di potenza massima continua, a 115 giri al minuto; il diametro dei cilindri è di 840 mm e la corsa di 1500 mm. Il motore non è provvisto di volano e il momento dinamico necessario per la regolazione è fornito dall'alternatore (270 000 kg m²); il grado di irregolarità è soltanto di 1/330. L'alternatore è proporzionato per potenza continua 19 000 kVA, a 115 giri al minuto, 50 per/sec, 6000-6600 V, fattore di potenza 0,8; l'eccitatrice direttamente accoppiata è da 168 kW a 220 V. L'alternatore è del tipo completamente chiuso; nella costruzione si è fatto uso di saldatura elettrica il più estesamente possibile e specialmente per la carcassa dello statore, per le piastre laterali e per la crociera del rotore. L'avvolgimento statorico è bobinato su 2 piani, uno diritto e l'altro incurvato verso l'esterno. Ogni conduttore è composto di un certo numero di elementi a doppio rivestimento di cotone impregnato; i diversi elementi costitutivi dei conduttori sono fra loro isolati in mica. Le bobine sono isolate dal ferro con micanite. Il mozzo e l'anello del rotore sono fusi; le braccia radiali hanno la forma di travi a doppio T costruite con lamiere saldate, con spessori da 60 a 20 mm. Le spire dell'avvolgimento induttore sono formate da nastri di rame e sono isolate fra loro con carta laccata e dal ferro con presspahn impregnato. La ventilazione avviene in circuito chiuso con una portata di oltre 27 m³ al secondo. Il diametro esterno è di 9,5 m e l'altezza massima sul suolo è di m 5,53. Il peso totale è di 187 tonnellate, di cui 88,5 per lo statore e 98,5 per il rotore senza l'albero; l'eccitatrice pesa 8,4 tonnellate. *Ri.*

Alternatore da 44000 kVA per la centrale di Beauharnois. (Engin., 27 luglio 1934, pag. 101-102, con 4 fig.). **17 a**

La centrale idro-elettrica di Beauharnois utilizza un salto di m 27, sfruttato fra i laghi S. Francis e S. Louis, ed è equipaggiata con un alternatore da 44.000 kVA a 13 kV, 25 per/sec, ad asse verticale, con poli salienti. La carcassa dello statore è a sezioni in lamiera, saldate elettricamente, con avvolgimento disposto a formare diversi circuiti in parallelo. Ad ogni fase corrispondono due avvolgimenti in parallelo e comportanti un trasformatore di corrente per l'alimentazione dei relais del sistema differenziale di protezione tanto dell'alternatore che della rete. Il rotore è costituito da una crociera a 10 bracci, formati pure da lamiera saldata, con un diametro di m 11: la velocità di rotazione è di 150 giri al 1'. Data la velocità gli avvolgimenti di eccitazione sono stati montati e pressati idraulicamente. Il carico verticale, dovuto al peso delle parti rotanti, ed alla reazione idraulica sulla ruota, è di 700 tonn ed è sostenuto da un supporto portante montato sotto il rotore, ciò che permette di smontare il rotore stesso lasciando invariate le altre parti. *E. R.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Abadie — **Gli elettrodi a lega nei tubi luminescenti.** (R. G. E., 18 maggio 1935, pag. 627-33). **19 d**

Dei tre tipi di elettrodi che trovano applicazione nei tubi a scarica luminosa: elettrodi a grande superficie, elettrodi a macchia catodica, ed elettrodi ad emissione termoionica, il primo ha fatto il suo tempo, il secondo ha l'inconveniente di richiedere correnti di una certa entità per funzionare; il terzo si deteriora rapidamente e assorbe una quantità notevole di energia. Gli inconvenienti degli elettrodi di quest'ultimo tipo si evitano ricorrendo al rivestimento con ossidi di metalli alcalini o alcalino terrosi della spirale. L'A. illustra la costituzione pratica di tali elettrodi che si definiscono « a lega » poichè sembra si stabilisca effettivamente una lega tra il metallo di sopporto, Ni, Fe, Mo, W, e l'ossido. Descritte le modalità tecnologiche di preparazione, sono espresse le condizioni elettriche di funzionamento e richiamate le principali applicazioni ai tubi a luminescenza ad alta tensione e sopratutto a quelli a bassa tensione al neon, con corrente alternata, che sono largamente diffusi negli impianti pubblicitari, alle lampade senza filamento, prive di inerzia e suscettibili di impiego per la modulazione in televisione. L'A. conclude auspicando uno studio approfondito delle leghe suindicate al fine di realizzare punti di emissione elettronica in regime di funzionamento a temperature vieppiù basse. *G. Cc.*

IMPIANTI.

J. D'Harcourt — **Interconnessioni e contratti di scambi di energia agli Stati Uniti.** (Bull. Soc. Franc., luglio 1935, pag. 649-692, con 10 fig.). **20 g**

L'A. considera una zona degli Stati Uniti, dall'Atlantico al Mississipi, la quale è servita da una rete elettrica a maglie continue che si estende su una superficie di più di due milioni di km². La zona in realtà può considerarsi divisa in due reti principali, ciascuna delle quali può a sua volta considerarsi suddivisa rispettivamente in due o in tre reti secondarie. La potenza di punta impiegata in ciascuna di queste cinque reti varia da 1.000.000 kW a 3.500.000 kW. L'A. descrive separatamente le cinque reti suddette, dando dettagliate notizie sulle Società che le eserciscono, sui legami elettrici e sulle convenzioni di esercizio, che sono state in proposito stabilite. In generale si può dire che sono stati realizzati gli accordi che facilitano le migliori economie di insieme; si è precisata la nozione di un prezzo « naturale » dell'energia, risultante dalle condizioni stesse dell'esercizio, in opposizione al prezzo « artificiale » risultante dalle condizioni a priori e imposto rigidamente. Su questa base è stata organizzata la vendita delle eccedenze termiche, il cui valore mercantile (che tiene conto soltanto del costo del carbone consumato) è stato fissato a un tasso intermedio fra il prezzo di convenienza del venditore e quello dell'utente. Il caso particolare delle eccedenze idrauliche è basato nello stesso modo, ritenendo soltanto che sia nullo il prezzo di convenienza del venditore; i fornitori di eccedenze idrauliche hanno quindi diritto ad una

rimunerazione eguale alla metà del prezzo di convenienza dell'energia termica sostituita. Sulla base di questi concetti fondamentali è stata sviluppata la politica finanziaria di collaborazione fra le Società elettriche americane. In proposito l'A. riporta una grande quantità di notizie e di dati. *Ri.*

Gruppo turbo-alternatore Ljungstroem da 50.000 kVA, installato nella centrale di Vaesteras (Svezia). (Engin., 6 e 20 luglio 1934, pag. 1-4 e 56-58, con 23 fig.). **20 f**

Si tratta di un gruppo marciante alla velocità di 1500 giri al 1': esso occupa uno spazio molto ristretto, corrispondente ad un gruppo normale di potenza metà. È munito di speciali alette di ventilazione, saldate sulle parti frontali del rotore. Vari dettagli sono riportati ed illustrati nell'articolo, in modo da mettere in evidenza le particolarità e caratteristiche costruttive del complesso. Il condensatore della turbina è a due corpi, congiunti dalla parte dell'arrivo del vapore, ma indipendenti per quanto riguarda il lato della circolazione dell'acqua di raffreddamento. Trattandosi di una turbina Ljungström gli alternatori sono due, disposti lateralmente alla turbina stessa, ed hanno ciascuno la potenza di 25.000 kVA a tensione di 6600 a 7000 V, con funzionamento in parallelo. *E. R.*

La centrale idro-elettrica di Sillre. (Engin., 20 luglio, 10 e 24 agosto 1934, con 7 pag. e 25 fig.). **20 i**

È installata in Svezia, ed è alimentata da 3 laghi della capacità totale di 39 milioni di m³. Questa centrale, in corso di costruzione, è prevista per ricevere 3 gruppi generatori della capacità di 8000, 6000 e 2500 kW, rispettivamente. Il gruppo da 6000 kW, già installato, è ad asse verticale e comporta anche una pompa per il servizio di accumulazione. La turbina è montata fra la pompa e l'alternatore, essa è del tipo Francis, può svilupare la potenza di 6000 kW, a 600 giri al minuto, col salto di m 180. La pompa è del tipo centrifugo e può smaltire 1,9 m³/sec con una prevalenza di m 227, oppure 2,8 m³/sec, con la prevalenza di m 182. Le opere idrauliche comprendono: una diga della lunghezza in cresta di metri 280, una galleria di presa, lunga m 2000, ed una condotta forzata, lunga m 930. *E. R.*

La centrale termica di Saint-Helier (Jersey). (Engin., 17 agosto 1934, pagina 179, con 1 fig.). **20 f**

Si tratta di una nuova centrale eseguita in sostituzione ed ampliamento della precedente. Essa è equipaggiata da 7 gruppi generatori, formati da motore Diesel ed alternatore, della potenza di 180 kW a 570 kW, in modo da realizzare una potenza totale installata di 2350 kW. A queste macchine va aggiunto un gruppo più potente da 950 kW, in corso di montaggio. La energia è prodotta a 50 per/sec, parte a 6600 V, parte a 415 V. Nella centrale è inoltre installato un raddrizzatore per poter disporre di energia a corrente continua richiesta dal macchinario del porto. *E. R.*

W. M. Anderson — **La nuova centrale termica di Dunston.** (Engin., 22 febbraio 1935, pag. 213). **20 f**

In quest'articolo viene brevemente descritta la centrale di Anderson, recentemente costruita presso New-Castle, per conto della North-Eastern Electric Supply Company. Essa dal lato costruttivo non presenta speciali caratteristiche di differenziazione rispetto ad installazioni analoghe, ma va menzionata per la sua notevole potenza installata, costituita da quattro turbo-alternatori da 50.000 kW ciascuno, che ricevono vapore generato da caldaie alimentate con combustibile polverizzato. *E. R.*

MATERIALI.

Installazione di purificazione dell'olio, alla sottostazione di Svindon. (Engin., 10 agosto 1934, pag. 155-156, con 2 fig.). **26 f**

La nota espone le caratteristiche dell'installazione impiantata alla sotto-stazione di Swindon ed i risultati concreti ottenuti. Con tale sistema, brevetto Hele Show, di costruzione della Stream Line Filter Company, si eliminano non soltanto le impurezze e l'umidità ma anche il carbone colloidale, formatisi negli olii isolanti e lubrificanti. Nel caso in esame l'installazione è proporzionata per trattare 1360 litri allora e l'olio depurato assume una rigidità dielettrica ancora notevolmente superiore al valore imposto dalle norme. La parte attiva delll'apparecchio funziona nel vuoto, e l'olio vi circola alla temperatura di 80° C. *E. R.*

J. Goldman, B. Wool — **L'invecchiamento dei materiali isolanti.** (Technical Physics of the USSR, Vol. I, N. 1, pag. 42-56, con 13 fig.). **26 f**

Come è noto, i materiali isolanti elettrici sottoposti all'azione di forti campi elettrici perdono gradatamente col tempo le loro proprietà dielettriche e spesso peggiorano le loro proprietà meccaniche. Viene posto in evidenza anzitutto che si tratta di 2 ordini di processi, rispettivamente di carattere chimico e termico o meccanico. Particolare importanza va data alle scariche che possono manifestarsi nelle piccole inclusioni gassose entro il materiale isolante. Le ricerche, eseguite col metodo fotografico, hanno dimostrato che in un isolante sottoposto ad un campo uniforme e avente piccolissime inclusioni gassose cominciano a manifestarsi tracce di scariche già con valori del gradiente appena superiori alla metà di quelli corrispondenti alla scarica disruptiva nell'aria. Gli AA. hanno poi studiato dettagliatamente gli effetti di queste scariche e dei prodotti a cui esse dànno luogo (ozono e ossidi nitrosi) sugli isolanti di natura organica. A tale scopo hanno sottoposto a trattamento con ozono, e simili prodotti, diversi materiali isolanti: carta per cavi, tessili impregnati, acetil-cellulosa. Nel complesso le ricerche hanno dimostrato che l'invecchiamento di questi materiali è essenzialmente dovuto ai fenomeni chimici che avvengono fra i materiali stessi e i prodotti che si formano in seguito alle scariche nelle inclusioni gassose. Si è riconosciuto che il processo di invecchiamento, una volta avviato, continua anche dopo che viene tolto il campo elettrico applicato, e che il deterioramento del materiale prosegue. I materiali più stabili rispetto all'azione dell'ozono e degli ossidi nitrosi si sono rivelati meno soggetti ai fenomeni di invecchiamento. La tensione critica di scarica nelle inclusioni gassose è assai prossima al valore per il quale comincia a manifestarsi l'aumento nell'angolo di perdita del dielettrico. Gli AA. deducono alcune raccomandazioni di ordine pratico. *Ri.*

P. Bastien — **I prodotti metallurgici ferrosi moderni.** (La Tech. Mod., 1° luglio 1935, pag. 430-438). **26 d**

L'articolo tratta diffusamente degli acciai e delle ghise nei riguardi delle loro applicazioni industriali. Per i primi considera: gli acciai resistenti alla corrosione, gli acciai per applicazioni a caldo; gli acciai per utensili, gli acciai per magneti. Per quanto riguarda gli acciai per magneti va notato che accanto alla lega avente 0,7 % di carbone e 6 % di tungsteno, impiegata per lunghi anni, sono sorti gli acciai al cobalto-tunsteno, e quelli al cobalto-molibdeno, e, recentemente, nel Giappone, si è realizzato un nuovo tipo: l'acciaio al nichel-alluminio, con 30 % di Ni e 12 % di Al. Dal punto di vista magnetico, quest'ultimo tipo è nettamente superiore a tutti gli altri per la sua costanza e durata della forza coercitiva fino a 600 °C. Nel campo delle ghise vengono del pari considerate le ghise ad alta resistenza meccanica, le ghise resistenti alla corrosione, le ghise refrattarie, le ghise ad elevata durezza. *E. R.*

MECCANICA.

A. Lambrette — **Pompe, compressori e loro applicazioni.** (La Tech. Mod., 15 maggio 1935, pag. 355-361, con 23 fig.). **27**

L'articolo mette in evidenza le caratteristiche di tali macchine, coi loro comandi elettrici, e le relative innovazioni. Così per le pompe rotative vengono lumeggiati i fondamenti di alcuni sistemi: Fareso, Northay, Polain, Sphaero, ed illustrate alcune particolarità costruttive. Un cenno viene fatto intorno ai turbo-compressori e vengono messe in evidenza le particolarità di alcuni tipi di tenuta. Per i compressori a pistone si accenna particolarmente a progressi effettuati nel tipo Ingersoll-Rand ed in qualche altro. Nel campo delle pompe centrifughe si accenna a costruzioni a 3600 giri al minuto di tipo centrifugo multicellulare ad un sol corpo, della portata di 4500 litri di olio caldo al minuto, con elevatissime prevalenze. Diversi importanti tipi sono costituiti da applicazioni per pozzi profondi, per escavazioni subacquee. Vasta è pure la gamma per le pompe a pistone, ecc., e vengono citate interessanti applicazioni con numerosi particolari. In tutti i casi i comandi assumono grande importanza e possono essere a mano, a distanza, automatici. Cenni sono pure riportati sui sistemi più semplici di adescamento delle pompe, caso per caso. *E. R.*

MISURE.

R. Jaanus — **Un nuovo metodo per la determinazione delle costanti magnetiche di piccoli campioni in campi alternati.** (Technical Physics of the USSR, Vol. I, N. 1, pag. 57-63, con 3 fig.). **28 b**

Come è noto, il metodo di Epstein per la determinazione delle perdite non si presta ad essere applicato su piccoli campioni, sia perchè i comuni wattmetri elettrodinamici non hanno sufficiente sensibilità, sia per gli errori che vengono introdotti dalle perdite di Foucault, sia per altre cause di errore che alterano i risultati. Viene proposto un nuovo tipo di apparecchio col quale si fa uso di un elettrometro a quadranti; la seconda causa di errore citata viene diminuita collegando l'apparecchio ad uno speciale trasformatore. La deviazione dalla curva sinusoidale dell'induzione nel campione è piccola ai bassi valori dell'induzione, ma cresce rapidamente coll'aumentare di essa; ne segue che il valore efficace della forza elettromotrice indotta nella bobina secondaria non può servire come misura del valore dell'induzione nel campione; per eliminare tale inconveniente è necessario prendere come misura del valore dell'induzione nel campione non il valore efficace, ma il valore medio della forza elettromotrice nella bobina secondaria. A tale scopo nell'apparecchio descritto si fa uso di uno speciale raddrizzatore a valvola con caratteristiche lineari; con tale dispo-

sitivo si può rilevare la curva di magnetizzazione dello stesso campione in un campo alternativo di frequenza eguale a quella usata per la determinazione delle perdite. L'A. descrive dettagliatamente la costruzione dell'apparecchio proposto e la tecnica delle misure che possono essere compiute opportunamente su campioni pesanti da 15 a 60 grammi. *Ri.*

W. Willms — **Misure dei rumori prodotti dalle macchine elettriche.** (E. T. Z., N. 2, del 10 gennaio 1935, pag. 25-28; N. 3, del 17 gennaio 1935, pag. 53-56, con 12 fig.). **28 f**

L'A. riassume i diversi punti di vista per l'esecuzione di misure dei rumori prodotti dalle macchine elettriche. Per tali misure viene proposto un metodo, nel quale si impiega un circuito di risonanza variabile con decremento di smorzamento costante. Tale circuito comprende una bobina d'induttanza, una resistenza e una capacità inserite in parallelo. Si possono in tal modo analizzare rumori con frequenze di vibrazione comprese tra 30 e 6500 per/sec. Bisogna distinguere poi nelle macchine elettriche i rumori meccanici dai rumori magnetici: i primi crescono colla velocità, mentre per studiare i secondi nei motori si frena la macchina e la si fa girare adagio. L'A. ha costruito diagrammi polari dell'intensità dei rumori d'un motore misurati alla distanza di un metro: molto influiscono su tali diagrammi le condizioni di risonanza del locale in cui il motore è installato. *Tt.*

M. Poittevin — **Generatore ad alta tensione per le prove degli isolamenti elettrici senza pericolo.** (Bull. Soc. Franc., luglio 1935, pag. 693-697, con 1 fig.). **28 d**

Se nelle prove di isolamento si fa uso di tensione a bassa frequenza gli alti valori della tensione impiegata costituiscono un pericolo per il personale; coll'impiego di correnti ad alta frequenza i pericoli di tal genere sono ridotti ma non soppressi, mentre diventano più delicati e difficili la misura e la regolazione della tensione. Per evitare tale inconveniente viene proposto un dispositivo per l'impiego di tensioni a bassa frequenza, ma con limitazione automatica dell'intensità di corrente a valori non pericolosi per l'organismo umano. L'apparecchio comprende un trasformatore a bassa tensione, il cui secondario alimenta il trasformatore ad alta tensione e il secondario di questo si inserisce sul circuito, di cui si vuol verificare l'isolamento. In questo circuito secondario viene inserito un relais elettromagnetico che aziona indirettamente gli organi di regolazione o di comando qualora nel circuito di utilizzazione si verifichi un difetto di isolamento. Ai morsetti del primario del trasformatore di alta tensione è derivato un reostato R che permette di regolare la tensione applicata al circuito in prova. La corrente di corto circuito è costante qualunque sia la tensione impiegata; infatti se si manifesta un difetto di isolamento e quindi una scintilla nel circuito di utilizzazione, l'impedenza apparente di tale circuito risulta sempre molto piccola rispetto a quella del reostato R. È quindi possibile fissare l'intensità della corrente di corto circuito al valor minimo necessario per far intervenire il relais. Un tipo speciale di tale apparecchio è stato costruito per la verifica dell'isolamento dei cavi durante la loro fabbricazione, ed ha dato risultati assai soddisfacenti; la corrente di corto circuito è risultata di 3 mA, mentre il relais interviene già per correnti di 2 mA e con un ritardo soltanto di 1/20 di secondo. *Ri.*

T. A. Rich — **Misuratore delle componenti simmetriche.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1935, pag. 222-225.) **28 b**

Nel caso di reti senza neutro, l'apparecchio usato per la misura della dissimetria delle tensioni consta di due fasometri a bobine incrociate, coi sistemi mobili opportunamente inseriti fra due fasi e le bobine fisse inserite ognuna fra una di queste fasi e la terza. In tal modo gli indici dei due fasometri, che sono disposti in modo da incrociarsi, formano con la congiungente dei due rispettivi centri di rotazione un triangolo corrispondente a quello delle tensioni, che risulta perciò equilatero nel caso di simmetria del sistema. Fissato il punto di intersezione dei due indici, in questo caso si potrà calcolare il luogo di punti corrispondenti a determinate dissimmetrie, tracciando le relative curve sulla scala. Analogo è l'apparecchio per la misura dello squilibrio delle correnti. Nel caso di sistemi con neutro occorre considerare la sequenza zero, tenendo conto che, sottraendo da ognuno dei vettori un terzo del vettore che chiude il vertice aperto del triangolo, ci si riduce nuovamente ad un sistema senza residuo, cioè con le sole sequenze diretta ed inversa. *C. G. E.*

F. de la C. Chard — **Apparecchio elettrico registratore degli allungamenti dei materiali.** (E. T. Z., N. 52 del 27 dicembre 1934, pag. 1276-1277, con 6 fig.). **28 f**

L'apparecchio permette di registrare allungamenti da 0,0025 a 1 mm ed è basato sulla variazione di due capacità in seguito ad allungamento subìto dai materiali da studiare. Un'asticina con due espansioni, affacciate ciascuna ad altre due espansioni, viene a formare due condensatori: col movimento longitudinale dell'asticina diminuisce la capacità di uno dei condensatori e aumenta quella dell'altro. La variazione di capacità è indicata da una valvola termoionica, di cui viene a variare la corrente anodica; mercè opportuno amplificatore si può poi azionare, in base a tale variazione, uno oscillografo registratore. L'apparecchio è stato studiato e provato dalla Scuola di Ingegneria di Bristol in Inghilterra e serve per la verifica delle frecce di costruzioni metalliche. *It.*

W. Rödiger — **Diminuzione dell'importazione di carburanti liquidi in Germania in seguito a modifica dei comandi dei motori a combustione interna.** (E. T. Z., N. 1, del 3 gennaio 1935, pag. 1-3). **30 d**

L'A. ha fatto degli studi allo scopo di trovare il modo di ridurre l'importazione di carburanti liquidi in Germania. Egli ha fatto delle prove per determinare se i motori a combustione interna esistenti possano essere fatti funzionare a combustibile solido polverizzato: in complesso è stato riscontrato che i motori Diesel possono essere fatti funzionare anche in questo modo, senza che diminuisca la potenza sviluppata e con un rendimento termico soddisfacente, pari al 25 ÷ 30 %. Naturalmente per preservare le pareti dei cilindri dal deterioramento dovuto ai residui solidi dei prodotti della combustione bisogna realizzare un sistema di lavaggio interno ad aria compressa. *Tt.*

Gondet e Beaudouin — **Un accelerografo piezoelettrico.** (R. G. E., 20 aprile 1935, pag. 499-509). **28 f**

Richiamate le condizioni fondamentali di funzionamento di un accelerometro e accertata la necessità di riportarsi alla misura dello spostamento o, più correttamente, della forza di spostamento, gli AA. intraprendono la discussione dell'apparecchio proposto che, meccanicamente, è del tipo a massa inerte immobilizzata applicata a un doppio disco di quarzo riposante su uno zoccolo collegato a sua volta all'organo da studiare mediante robuste molle a spirale. Per la registrazione, il quarzo è collegato elettricamente a una valvola termoionica dotata di una resistenza interna del circuito di griglia assai elevata. Le variazioni di tensione della griglia provocano variazioni della corrente di placca assai deboli (qualche decina di microampere); si rende quindi necessario un dispositivo amplificatore, possibilmente del tipo a corrente continua a due stadi. L'oscillografo connesso per le registrazioni è per lo più elettromagnetico. La sensibilità dell'apparecchio si può variare, sia agendo sul peso della massa inerte, sia shuntando capacitivamente il quarzo, sia infine variando il coefficiente d'amplificazione. Si possono così valutare accelerazioni di qualche cm/sec² sino a quelle di centinaia di metri al secondo per secondo.

L'apparecchio ha qualità direzionali ben definite e, dato il piccolo ingombro, è suscettibile di un'infinità di applicazioni: dalla registrazione di vibrazioni di edifici, a quella di organi di macchine e di veicoli in movimento. *G. Cc.*

RADIOTECNICA.

H. J. Nolte, J. E. Beggs e T. A. Elder — **Valvole metalliche per apparecchi radioriceventi e per applicazioni industriali.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1935, pag. 212-218). **34 b**

In queste nuove valvole G. E. Co. è impiegato un involucro di acciaio, che offre un'ottima tenuta al vuoto anche ad alte temperature. L'involucro si compone di un bulbo metallico cilindrico, sul quale vengono saldate le basi inferiore e superiore, pure metalliche, della valvola. La base inferiore porta dei passanti di ingresso per gli elettrodi, costituiti da una piccola bussola metallica nel cui interno, con l'interposizione di un blocchetto di vetro isolante, ha accesso il conduttore che fa capo all'elettrodo. Questo blocchetto di dimensioni ridottissime e di alta resistenza meccanica, è l'unica parte in vetro utilizzata nella costruzione. Per assicurare un eguale coefficiente di dilatazione nei punti in cui l'isolante in vetro fa contatto con le superfici metalliche, si è usata una speciale lega metallica denominata «Fernico», che presenta una curva di dilatazione praticamente coincidente con quella del vetro. La stessa base metallica, che porta i passanti, sostiene anche il tubetto metallico destinato all'evacuazione della valvola. Dopo effettuato il vuoto, tale condotto viene naturalmente asportato e i bordi del relativo foro vengono sigillati con uno speciale processo di saldatura. Caratteristico di queste valvole è anche il loro piccolo ingombro, in confronto delle normali valvole in vetro. *C. G. E.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

E. Hudec — **Deformazioni nella televisione con tubi di Braun e loro eliminazione.** (E. T. Z., N. 2, del 10 gennaio 1935, pag. 28-32, con 11 fig.). **38 f**

L'A. riferisce sui lavori eseguiti nel campo della televisione dall'Amministrazione postale germanica: le principali difficoltà riscontrate furono quelle di cui viene dato conto nell'articolo, e che si sono manifestate come deformazioni nella produzione delle immagini. Per eliminare questo inconveniente l'A. suggerisce di piegare a gomito il tubo di Braun in modo che, grazie ad un'accorta disposizione dello schermo, le deformazioni restino compensate. Si può inoltre aggiungere un paio di placche deviatrici. Per avere una luminosità uniforme dello schermo si può far deporre sul tubo uno strato fluorescente. *Tt.*

TRASFORMATORI.

Trasformatore a regolazione continua lato bassa tensione. (Revue B. B., N. 1-2, gennaio-febbraio 1935, pag. 17-19, con 2 fig.). **39 c**

Il trasformatore comporta gli avvolgimenti primario e secondario connessi come in un autotrasformatore, in collegamento differenziale. La tensione da regolare è applicata a tre dei morsetti della macchina e la tensione regolata è ricavata dagli altri tre. La regolazione è ottenuta grazie allo spostamento continuo di una presa di corrente lungo l'avvolgimento di regolazione di ciascuna fase avvolto a spirale. La parte attiva di ciascun trasformatore monofase di regolazione è costruita come un trasformatore corazzato. Il nucleo mediano è tagliato in mezzeria e presenta un traferro nel quale è collocato il conduttore radiale collegato alla presa di corrente mediante un cavo flessibile. Ciascuno dei due semi-nuclei così formati sostiene un avvolgimento; fra le spire dell'avvolgimento di regolazione sono montate le spire dell'avvolgimento di eccitazione. I due avvolgimenti di eccitazione di ciascuna fase sono in serie, mentre gli avvolgimenti di regolazione sono in parallelo.

La parte attiva completa, sospesa al coperchio, è immersa in un bagno d'olio contenuto in una cassa di lamiera ondulata. Lungo uno dei lati longitudinali del coperchio sono montati gli isolatori per la tensione regolata e lungo l'albero quelli della tensione non regolata. Sul coperchio è pure montato il dispositivo di comando automatico a motore. Il motore è alimentato direttamente dal trasformatore e trasmette il moto all'albero di comando attraverso un ingranaggio a vite senza fine ed un giunto a frizione. La coppia del motore è trasmessa da quest'albero a quello del trasformatore di regolazione con l'intermediario di una ruota dentata e di una catena Galle. Il sistema consente una regolazione graduale di assoluta precisione ed escludendo la formazione di scintille, garantisce la perfetta conservazione delle qualità dielettriche dell'olio. Esso è adatto per potenze passanti fino a 500 kVA, per tensioni fino a 550 V e per intervalli di regolazione fino a ± 8,5 %. *V. D. Ma.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Ledoux — **I contatti tra le reti ad alta e bassa tensione.** (R. G. E., 20 aprile 1935, pag. 511-19; 27 aprile, pag. 541-58 e 4 maggio, pag. 583-90). **40 d**

Varie sono le cause che possono indurre contatti accidentali tra le installazioni ad alta e a bassa tensione, prima su tutte il fulmine. L'A. in questa sua diffusa trattazione dà dapprima un'analisi di tali cause e della diversa importanza che esse assumono, accennando alle misure protettive che si possono adottare e alla loro efficienza. Quindi sviluppa uno studio analitico sistematico del comportamento delle reti in caso di contatto, nelle diverse condizioni che in pratica possono presentarsi: 1) le due reti entrambe con il neutro isolato; 2) entrambe con il neutro a terra; 3) l'una isolata e l'altra collegata a terra; e per ciascun caso ricerca come allo stabilirsi del contatto, varino il potenziale dell'impianto e le tensioni concatenate. I risultati teorici del calcolo sono ogni volta confrontati con i dati forniti dalla pratica.

La discussione si allarga successivamente ai vantaggi e agli inconvenienti della messa a terra del neutro, studiando particolarmente il caso della messa a terra del neutro dell'impianto a bassa mediante scaricatori o derivatori a carattere protettivo. L'azione dei parafulmini o limitatori di tensione, si manifesta secondo l'A. in modo ridotto allorquando si stabilisce un contatto. La protezione contro gli incidenti conseguenti ai contatti può essere ottenuta efficacemente proteggendo in modo completo entrambe le reti contro le fulminazioni; mettendo a terra il neutro (o quanto meno una fase) della rete a bassa in più punti; mettendo simultaneamente a terra il neutro dell'impianto ad alta. *G. Cc.*

Reimann — **La linea di trasporto dell'energia per il tronco Halle-Köethen-Magdeburgo.** (El. Bahnen, N. 1, gennaio 1935, pag. 12-18, con 20 fig.). **40 b**

La linea è doppia e collega la centrale di Muldenstein con la sottostazione di Koethen, attraversando il tronco Bitterfeld-Magdeburgo già servito da una vecchia linea. All'incrocio delle due linee è stato costruito un posto di sezionamento. La costruzione del tronco di linea Muldenstein — posto di sezionamento ha richiesto il superamento di gravi difficoltà derivanti dalla natura del terreno acquitrinoso e dalle emanazioni degli impianti chimici numerosissimi nella contrada. La scelta delle fondazioni, dei conduttori, della fune di guardia, degli isolatori, dei morsetti, ecc., è stata fatta tenendo presente l'esperienza delle altre linee di trasporto d'energia esistenti per uso industriale. La possibilità di impiegare conduttori in alluminio e fune in acciaio è stata in particolare assolutamente esclusa. Per il secondo tronco invece le anzidette difficoltà non entrarono in considerazione. Le fondazioni sono normali; i conduttori sono in alluminio-acciaio e sono fissati alle mensole attraverso isolatori a cappa e morsetti antivibranti. Sono notevoli gli altri dettagli della linea, ampiamente illustrati. *V. D. Ma.*

H. Gruenewald — **Calcolo di corti circuiti permanenti trifasi in reti alimentate da più centrali, con riguardo al carico precedente il corto circuito.** (E. T. Z., N. 2, del 10 gennaio 1935, pag. 33-38, con 9 fig.). **40 d**

L'A. indica un metodo di calcolo di corti circuiti permanenti trifasi in reti alimentate da più centrali in parallelo: in questo metodo si tiene conto anche dei carichi, che esistevano nella rete precedentemente al corto circuito, considerandoli come impedenze inserite nei punti in cui i carichi sono attaccati, in modo da poter determinare le correnti di corto circuito con maggior precisione. Viene poi anche accenato ad un metodo più rapido di calcolo, nel quale si fanno certe semplificazioni. Tenendo conto anche del metodo raccomandato dal V D E, di cui è stato fatto cenno nel-l'*E. T. Z.* del 1931 pag. 1524, metodo che non tiene conto del carico esistente nella rete al momento del circuito, l'A. fa un confronto dei tre metodi ricordati per un esempio di calcolo della corrente di corto circuito in una rete alimentata da due centrali. I due metodi proposti dall'A. danno risultati molto vicini, che differiscono solo dell'1 %, mentre il metodo del V D E dà un risultato del 20 % superiore. *Tt.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Il battello Diesel-elettrico " Genève ". (Revue B. B., N. 1-2, gennaio-febbraio 1935, pag. 13, con 3 fig.). **41 h**

Il battello-salone, che disimpegna il servizio di navigazione sul lago di Ginevra, è stato di recente modificato con la sostitzione del macchinario di propulsione a vapore con un equipaggiamento Diesel-elettrico. Il nuovo impianto comprende due motori Diesel a quattro tempi da 390 kW a 400 giri/min, la cui potenza è trasmessa elettricamente all'albero di propulsione. Un treno d'ingranaggi serve da intermediario fra quest'ultimo e due motori a corrente continua da 340 kW a 525 giri/min. Tutte le manovre sono effettuate dal capitano direttamente dal ponte del battello, senza che si manifesti il pericolo di sovraccarico esagerato per i motori Diesel e per le macchine elettriche. Questo risultato è conseguito grazie all'impiego di un regolatore rapido come limitatore di corrente. *V. D. Ma.*

L'equipaggiamento di propulsione della nave posa-mine " Olav Tryggvason ". (Revue B. B., N. 1-2, gennaio-febbraio 1935, pag. 13-15, con 2 figure). **41 h**

La nave è munita di un comando di propulsione combinato: Diesel-elettrico e con turbine a vapore e treni di ingranaggi. Per la marcia normale, soltanto il comando Diesel-elettrico è in azione. I due comandi sono per contro simultanei in regime di grande velocità; in questo caso, la manovra è limitata al lato turbine, mentre il comando Diesel-elettrico funziona automaticamente a pieno carico a tutte le velocità. L'impiego di un regolatore rapido Brown Boveri consente pertanto una sicura e completa utilizzazione della potenza dei motori Diesel e consente inoltre l'azionamento delle eliche a bassa velocità. I due motori Diesel hanno ciascuno una potenza continuativa di 615 kW a 530 giri/min; i due motori elettrici di propulsione hanno una potenza di 520 kW a ± 190 giri/min. *V. D. Ma.*

W. Wechmann — **L'estensione della trazione elettrica nella rete ferroviaria della Reichsbahn nell'anno 1934. I progressi dell'elettrificazione.** (El. Bahnen, N. 2, febbraio 1935, pag. 33-34). **41 a**

La rete elettrificata della Reichsbahn è aumentata di 177 km durante il 1934 raggiungendo la lunghezza di 2070 km, pari al 3,9 % della lunghezza dell'intera rete. L'aumento durante il 1934 è dovuto in primo luogo all'elettrificazione del tronco Halle-Koethen-Magdeburgo (87 km) che completa la linea Lipsia-Magdeburgo via Halle. Viene in seconda linea la diramazione Plochingen-Tubinga (49 km) della Stoccarda-Monaco. La terza linea elettrificata per servizio viaggiatori è il tronco Monaco-Dachau (18 km) che costituisce la prima tappa nell'elettrificazione dell'intera linea Monaco-Ingolstadt-Treuchtlingen. Completano la rete elettrificata nel 1934 tre tronchi per servizio merci che fanno capo alle stazioni di Monaco (6 km), Stoccarda (8 km), Lipsia (9 km).

All'inizio del 1935, erano in corso di elettrificazione altri 230 km, così ripartiti: Augusta-Norimberga e tronco per servizio merci Reichelsdorf-Norimberga (144 km); Hoellentalbahn da Friburgo a Neustadt e diramazione Titisee-Seebrugg (56 km); Schoenebeck-Bad Salzelmen (3 km). È stata decisa l'elettrificazione, entro breve tempo, dell'intera linea Berlino-Monaco. *V. D. Ma.*

L. Van Der Hurst — **I treni Diesel-elettrici delle Ferrovie Olandesi.** (Trac. Elect., N. 1-2, gennaio-febbraio 1935, pag. 7-13, con 3 fig.). **41 e**

Le Ferrovie Olandesi hanno messo in servizio, il 15 maggio 1934, 40 treni Diesel-elettrici composto ciascuno di tre pezzi che appoggiano sopra quattro carrelli. L'automotrice, posta nel mezzo del treno, appoggia alle estremità sopra due carrelli a tre assi; sugli stessi carrelli e su altri due carrelli a due assi appoggiano le rimorchiate, una di seconda e l'altra di terza classe. Le tre vetture sono intercomunicanti e costituiscono un treno lungo 62,100 m fra le testate estreme delle casse delle rimorchiate. Il treno, capace di 192 posti, pesa 92 tonn. in ordine di marcia, ossia 480 kg per viaggia-

tore. Il gruppo elettrogeno è sistemato in una cabina della motrice e comprende due Diesel elasticamente accoppiati con la dinamo principale da 240 kW, che porta a sbalzo l'eccitatrice da 20 kW. Il complesso elettrogeno è tale da consentire la regolazione di velocità del treno facendo variare il numero di giri del Diesel e la tensione ai morsetti della dinamo in modo da trasmettere ai differenti regimi dei motori di trazione la potenza che essi sono in grado di utilizzare nelle migliori condizioni di rendimento. Il motore Diesel viene lanciato dalla dinamo alimentata da una batteria di 90 elementi al ferro-nichel. La batteria, caricata dalla eccitatrice, alimenta normalmente: un gruppetto motore-dinamo che fornisce la corrente ausiliaria per l'illuminazione ed i circuiti di regolazione; due motocompressori per il freno; quattro moto-ventilatori per il raffreddamento dei radiatori; due moto-pompe per la circolazione d'acqua nei motori; due moto-ventilatori per gli scompartimenti viaggiatori.

La condotta del treno viene effettuata dalle cabine di manovra situate a ciascuna estremità del treno. *V. D. Ma.*

Le più recenti applicazioni dell'elettricità alla marina in Francia. (Rev. Electr. Mec., maggio-giugno 1935, pag. 41-56, con 17 fig.). **41 h**

Prima del varo del grande piroscafo Normandia la Francia possedeva soltanto altre 2 navi a propulsione turboelettrica, della potenza ciascuna di 1800 kW. Molto più sviluppate sono le applicazioni della propulsione Diesel-elettrica, riservata in generale a navi per servizi speciali. Vengono in proposito ricordate una draga equipaggiata con 2 gruppi Diesel-dinamo da 940 kW, un battello pompa con 2 gruppi generatori da 370 kW, parecchi battelli fari, battelli sperimentali, ecc. Una draga di recente costruzione comporta un gruppo principale con un Diesel da 640 kW e 2 dinamo da 275 kW; ciascuna di queste può alimentare a tensione variabile intorno a 220 V uno dei 2 motori di propulsione oppure il motore di comando della catena a tazze, oppure a corrente costante l'insieme degli altri dispositivi elettrici di manovra della draga. Per i servizi ausiliari di bordo si usa in generale la corrente continua a 220 V o a 110 V; si pensa tuttavia che la adozione della corrente alternata, mediante turboalternatori a 3000 giri al minuto e motori asincroni in corto circuito, potrebbe essere in qualche caso vantaggiosa; una applicazione parziale ne è stata tentata sul piroscafo President Doumer. Numerosi esempi di costruzioni eseguite sono citati, fra i quali le 6 turbodinamo da 2200 kW del piroscafo Normandia. Numerosi dettagli sono dati circa i tipi speciali di motori e di apparecchiatura per il servizio di bordo; fra l'altro sono citati i tipi di motori sommergibili a tenuta stagna, quelli ad alta velocità (fino a 6400 giri al minuto) per i comandi di soffianti, ecc. Sono anche descritti particolari dispositivi per i servizi elettrici da ponte: timonerie, argani, ecc. *Ri.*

W. STURM — **La sottostazione di Koethen della ferrovia Halle-Magdeburgo.** (El. Bahnen, N. 1, gennaio 1935, pag. 25-29, con 10 fig.). **41 b**

L'impianto converte la corrente monofase a 60 kV 16 ²/₃ Hz in monofase a 15 kV per l'alimentazione del tronco Halle-Magdeburgo, di recente elettrificato dalla Reichsbahn. La trasformazione della corrente è affidata a due trasformatori, in olio ed a raffreddamento naturale, all'aperto, ciascuno di 6000 kVA e capace di erogare fino a 12.000 kVA per mezz'ora. Due ventilatori permettono di rendere più attivo il raffreddamento. All'infuori dei trasformatori, tutto l'altro equipaggiamento è installato entro un fabbricato suddiviso in tre parti: nelle due parti estreme è montata l'apparecchiatura a 60 ed a 15 kV; e nella parte intermedia il quadro di manovra. Oltre ai coltelli separatori ed ai riduttori di misura, la parte a 60 kV comprende quattro interruttori bipolari in olio comandati a distanza; due sezionano le linee in arrivo che fanno capo ad un doppio gioco di sbarre e due altri sezionano le diramazioni che vanno ai trasformatori. Poichè una delle fasi secondarie dei trasformatori è collegata direttamente al binario, gli interruttori della parte a 15 kV sono unipolari. Due di essi sono montati immediatamente a valle dei trasformatori; cinque altri sezionano le linee partenti e ne consentono lo smistamento sul doppio giuoco di sbarre; l'ottavo interruttore protegge i due trasformatori da 100 kVA 15.000/220 V per i servizi ausiliari. Per l'alimentazione dei comandi elettrici degli interruttori a 60 kV e dei dispositivi di segnalazione, è disponibile una batteria da 81 Ah la quale, funzionando in tampone con un raddrizzatore ad ampolla da 10 A, fornisce corrente continua a 220 V. Il quadro di manovra comporta sei pannelli, di cui tre, muniti di schema luminoso, servono al controllo della parte ad alta tensione (60 e 15 kV); gli altri tre controllano i trasformatori ausiliari, la batteria, il raddrizzatore. *V. D. Ma.*

A. DEBRAY — **Il cambiamento di frequenza negli impianti elettrici delle Ferrovie dello Stato nei sobborghi di Parigi.** (Trac. Elect., N. 1-2, gennaio-febbraio 1935, pag. 2-6, con 1 fig.). **41 b**

Fino al 1930, gli impianti della rete ferroviaria dell'Etat in Francia erano alimentati a 25 Hz, da due centrali termiche. Allo scopo di rendere possibile il collegamento dei due impianti in parallelo con le altre centrali termiche ed idrauliche venne decisa la loro trasformazione per la frequenza di 50 Hz. La trasformazione venne condotta gradualmente, sostituendo dapprima le commutatrici con mutatori in alcune sottostazioni di trazione e sostituendo dopo le commutatrici delle altre sottostazioni con quelle provenienti dalle prime ed opportunamente modificate. Di pari passo procedeva la trasformazione delle cabine con trasformatori, gruppi convertitori e batteria che alimentavano gli impianti luce e forza nella Stazione di St. Lazare. Al tempo stesso, anche gli impianti di Batignolles, alimentati con una rete a corrente continua a tre fili 2 × 250 V, venivano completamente rimodernati con la sostituzione dei gruppi convertitori rotanti mediante mutatori ad ampolla ed un gruppo statico divisore di tensione. La trasformazione degli impianti era completa al 1° settembre 1933. *V. D. Ma.*

W. WECHMANN — **L'estensione della trazione elettrica nella rete ferroviaria della Reichsbahn nell'anno 1934. Automotrici e locomotori.** (El. Bahnen, N. 2, febbraio 1935, pag. 34). **41 a**

Le motrici messe in servizio nel 1934 sono: 13 locomotori Bo-Bo per treni omnibus e merci; 9 locomotori 1 C 1 per treni diretti; 2 locomotori di manovra 1 C; 4 automotrici e 10 rimorchiate di comando. All'inizio del 1935 erano in costruzione: 26 locomotori Bo-Bo; 4 locomotori 1 Co 1; 2 locomotori Co-Co; 1 automotrice; 6 rimorchiate di comando ed i veicoli di nuova concezione; 17 locomotori 1 Do 1 da 3200 kW per il rimorchio di treni da 300 tonn a grande velocità (170 km/h); 2 locomotori di manovra 1 C; 39 automotrici monofasi e relative 48 rimorchiate di comando per la composizione di treni veloci a 120 km/h; 3 automotrici monofasi ad alta velocità (160 km/h); 2 automotrici-giardiniera per le linee turistiche; 4 automotrici con le relative 4 rimorchiate per la S. Bahn di Berlino; 4 locomotori monofasi a 50 Hz. Questi ultimi locomotori sono destinati alle linee del Baden in corso di elettrificazione con corrente monofase a frequenza industriale. Si tratta di 4 tipi diversi di veicoli, concepiti con criteri differenti. Per l'esercizio sulle linee non elettrificate, sono state messe in servizio parecchie automotrici Diesel-elettriche a 4 assi della potenza di 220 ÷ 300 kW; di questi è stato migliorato sensibilmente il comando a distanza il quale consente ora di controllare, da un'unica cabina di manovra, fino a 6 motori Diesel. Su linee secondarie sono state sperimentate automotrici Diesel da 150 ÷ 110 kW con trasmissione meccanica. A titolo sperimentale sono state pure impiegate su linee secondarie automotrici da 110 kW con motore Diesel e trasmissione a liquido. *V. D. Ma.*

G. BELLOWS — **Elettrificazione del Valico di Suram sulla linea Transcaucasica.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1935, pag. 219-221). **41 a**

Il tratto elettrificato a 3000 volt, c. c. ha una lunghezza di circa 64 km. L'energia è fornita da due centrali idroelettriche collegate da una linea primaria trifase a 100.000 volt, 50 per/sec, che alimenta tre sottostazioni distanziate 30 km circa l'una dall'altra. In queste la tensione, abbassata a 2300 volt, alimenta i gruppi motore sincrono-dinamo da 1500 kW, che sono stati costruiti in Italia dalla C. G. E. Gli interruttori ultrarapidi e gli scaricatori di tensione sono pure di costruzione italiana. La linea di contatto è del tipo a catenaria con pali a traliccio, con corda portante in bronzo e due fili di contatto sospesi con pendini alternati. Gli otto locomotori sono del tipo C + C, del peso, tutto aderente, di circa 125 tonn., secondo la scelta fatta dai tecnici dell'U.R.S.S. La velocità massima è di 65 km/ora. Il piano di elettrificazione prevede l'estensione verso Tiflis e più tardi l'elettrificazione completa da Baku a Batum. *C. G. E.*

J. H. SPRAWSON — **Esperienze e conclusioni sull'esercizio della ferrovia elettrica del Sud Africa fra Città del Capo e Simonstown.** (J. I. E. E. Londra, maggio 1935, LXXVI, 461, pag. 579-593, con 7 fig.). **41 e**

La linea copre una distanza di 36 km dei quali 30 sono a doppio binario; le stazioni intermedie sono 26, i passeggeri trasportati giornalmente sono 74.000 con 19 treni composti di 4, 6 od 8 vetture. Nelle ore di punta i treni si seguono ad intervalli di 2 ¹/₂ minuti mentre nelle ore di minor traffico l'intervallo è di 10 minuti, alla domenica è di 20 minuti. La linea è servita con corrente continua a 1500 volt, il consumo di energia in un mese supera i 2,5 milioni di kWh. A seconda del numero di vetture ogni treno ha 1 oppure 2 motrici; l'accelerazione è in media di 0,9 km/ora per secondo ed il rallentamento durante la frenatura è di 2,4 km/ora per secondo; la massima velocità è di 47 km/ora. Le condizioni climatiche molto sfavorevoli della zona, la vicinanza del mare e l'esistenza di venti molto forti con velocità di oltre 100 km/ora che spesso trasportano sabbia fine dalle regioni circostanti, hanno consigliato la scelta di materiale mobile particolarmente robusto; l'A. si diffonde in modo particolare sulla descrizione dei dettagli costruttivi di esso. Il consumo dei collettori è stato di 0,15 mm dopo 160.000 km di percorso; i fusibili per 1000 e per 65 ampere, che in un primo impianto erano stati montati sulle vetture, sono stati in seguito sostituiti con interruttori automatici. I pignoni degli ingranaggi sono stati sostituiti dopo 160.000 km di percorso; il consumo dei denti del pignone è risultato di 0,55 mm, mentre per le ruote dentate è stato di 0,12 mm. Molte preoccupazioni ha dato la ricerca del grasso destinato alla lubrificazione dei sopporti. *I. L.*

CRONACA TECNICA

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

3 c **Un regolatore di tensione** per impianti industriali è descritto in *Power*, marzo 1935, pag. 136. Il dispositivo si presta anche a mantenere una opportuna suddivisione del carico fra diverse macchine che lavorano in parallelo. La tensione viene mantenuta costante entro limiti di meno dell'uno per cento. Il dispositivo può essere applicato a una qualunque combinazione di generatori connessi ad un sistema di sbarre. Le sue applicazioni sono specialmente opportune nel caso di piccoli impianti industriali che alimentino un certo numero di macchine operatrici. *Ri.*

APPLICAZIONI VARIE.

6 b **Un nuovo dispositivo per scandagli sonori** a bordo di navi è descritto in *The Elec.*, 4 gennaio 1935, pag. 3. L'apparechio è atto a dare una registrazione continua della profondità dell'acqua fino ad uno spessore massimo di circa m 70 con una approssimazione di circa m 30; esso può essere installato a bordo di una motobarca che viaggi a tutta velocità. Come sorgente di onde ultrasonore si è adottato un dispositivo a magnetostrizione. Le onde generate dal trasmettitore sono dirette verticalmente in basso nell'acqua e vengono riflesse dal fondo fino al ricevitore, pure del tipo a magnetostrizione, il quale trasforma le variazioni di pressione in correnti alternate che vengono opportunamente amplificate e utilizzate per la registrazione, che viene effettuata con dispositivi di tipo chimico. *Ri.*

6 c **Due nuove applicazioni industriali dei tubi elettronici** sono illustrate in *Power*, maggio 1935, pag. 156. La prima è un nuovo sistema di trasmissione a corrente continua con corrente costante; in tale sistema l'energia può fluire in un senso o nell'altro a volontà dell'operatore; non viene trasmessa energia reattiva; un corto circuito sulla linea produce una riduzione del flusso di corrente nel circuito stesso; il sistema fa uso di tubi phanatron o tyratron. La seconda applicazione riguarda un nuovo tipo di motore elettrico, che ha le caratteristiche di un motore serie a corrente continua, ma funziona a corrente alternata ed è provveduto di un commutatore fisso; è servito da tubi elettronici che hanno la funzione di commutazione ed anche quella di regolazione di velocità evitando le perdite di energia in reostati. Il motore si presta ad una regolazione assai fine e precisa della velocità. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 f R. Toussaint parla in *Lux* del marzo 1935 delle **applicazioni della cella fotoelettrica in colorimetria**, e precisamente dell'impiego del fotocolorimetro per l'analisi delle materie coloranti e della solidità dei colori. In quest'ultimo caso il fotocolorimetro è accoppiato ad uno speciale apparecchio, recentemente ideato, che permette anche la misura dell'agente degradante. *G. Co.*

19 d **I progressi realizzati nelle lampade a scarica luminescente** durante il 1934 sono illustrati in *The Elec.* 25 gennaio 1935, pag. 98. Dopo la lampada a vapore di mercurio da 400 watt, si è costruito il tipo da 250 watt e si sono diffuse le lampade al sodio per illuminazione pubblica. Si sono raggiunti rendimenti che arrivano a 31 lumen per watt nelle lampade al sodio da 100 watt e 33 lumen per watt in quelle a mercurio da 400 watt. Si è cercato di modificare lo spettro luminoso delle lampade a mercurio, introducendo vapore di cadmio che aumenta le radiazioni rosse, ma diminuisce del 30 per cento il rendimento generale della lampada. Si è studiato la disposizione orizzontale delle lampade a mercurio, il che richiede però l'intervento di un opportuno campo magnetico per combattere la tendenza della colonna luminosa a inflettersi. L'impiego di queste lampade è ancora limitato quasi esclusivamente alla illuminazione pubblica. *Ri.*

19 b In *J. G. Light* del marzo 1935 (pagg. 69-79, con 8 figure). L. G. Applebee parla diffusamente della **tecnica dell'illuminazione del palcoscenico** (cenni storici, pratica attuale inglese e confronto di questa con quella americana e del continente, ciclorama e sue limitazioni, ombre ed effetti plastici, regolatori della luce, ecc.) e, in particolare, descrive le innovazioni del palcoscenico del Covent Garden di Londra. *G. Co.*

19 b Nelle *Tr. Ill. Eng. S.* del febbraio 1935, J. Buchter e A. L. Powell, dopo aver riassunto i principali requisiti dell'illuminazione dei teatri d'opera, descrivono dettagliatamente **il nuovo impianto d'illuminazione del Metropolitan Opera House di New York**, con particolare riferimento al sistema di comando adottato. *G. Co.*

19 f In *Lux* dell'aprile 1935 è descritto un nuovo strumento di misura fotometrico di grande precisione, il **luxmetro Waguet**, che, oltre la misura delle illuminazioni comprese fra 0,1 e 200 000 lux, può essere adattato per le misure dello splendore (fra 0,005 e 50 000 candele/m²) e dell'intensità luminosa (a partire da 0,0001 candela). *G. Co.*

19 b Per **la determinazione** del cosidetto **fattore di luce diurna** (che, come è noto, è definito dal rapporto fra l'illuminazione creata in un determinato punto di un locale da una finestra che si suppone di splendore costante e l'illuminazione che è prodotta nel medesimo punto da tutto l'emisfero celeste supposto dello stesso splendore della finestra) sono stati escogitati diversi metodi fra i quali quello di Daniljuk è descritto da Cohu in *Lux* dell'aprile 1935. *G. Co.*

19 v Recenti statistiche francesi vengono a corroborare i risultati delle numerose altre già fatte per determinare l'**influenza delle condizioni d'illuminazione artificiale sulla frequenza degli infortuni della strada.** In *Lux* dell'aprile 1935 si riferisce infatti che a Nanterre si ebbero 142 di tali infortuni durante le ore notturne del periodo 1 settembre 1932-1 settembre 1933 e che essi si ridussero a 92 nel corrispondente periodo dell'anno successivo, in cui si era provveduto a trasformare completamente l'impianto d'illuminazione delle strade di transito della città. Risultati non meno significativi si ebbero sulla strada Parigi-Versailles dove, dopo ultimato il nuovo impianto d'illuminazione con lampade a vapori di sodio e lampade ad incandescenza, il numero degli infortuni della strada decrebbe nella proporzione da 4 a 1. *G. Co.*

19 f **Un apparecchio «indicatore di economia» per il controllo della buona utilizzazione delle lampade a incandescenza** è descritto in *Bull. Soc. Franc.*, aprile 1935, pag. 413. L'apparecchio è costituito da un voltmetro che porta, oltre alla scala normale, altre due scale: una graduata in centesimi di flusso luminoso e l'altra in centesimi del costo normale di illuminazione, prendendo per base un certo prezzo del kWh e un certo costo di acquisto della lampada. Se la tensione applicata alla lampada corrisponde a quella normale, l'indice dell'apparecchio indica 100 sulle due scale: se la tensione è diversa si può subito constatare per lettura diretta sulle due scale la ripercussione di tale differenza di tensione sul flusso luminoso e sulla spesa per illuminazione. *Ri.*

IMPIANTI.

20 i **Ampliamento della centrale di Shannon in Irlanda.** — Dal n. 45 dell'8 novembre 1934 dell'*E.T.Z.* si rileva che si è in questi tempi proceduto ad installare un quarto gruppo da 25.000 kVA nella centrale di Shannon in Irlanda, fornito da una casa costruttrice germanica. I precedenti tre gruppi erano da 30.000 kVA ciascuno. Anche dal lato costruttivo il quarto alternatore si differenzia dai tre precedenti: lo statore è tutto saldato e diviso in due parti: il rotore è pure diviso in due parti: l'albero è cavo per il passaggio della condotta dell'olio sotto pressione per il servomotore destinato allo spostamento delle palette della turbina. Il peso complessivo della macchina è di 310 t. L'eccitazione è effettuata per mezzo di una macchina Ossanna che consente un'ampia regolazione fra 35 e 440 volt con manovra molto semplice. *Tt.*

MISURE.

28 c Il comportamento di uno **spinterometro a sfere** è stato analizzato, secondo quanto è detto in *The El. J.* (marzo 1935, pag. 120-123 con 9 figure), con impulsi elettrici aventi un fronte d'onda variabile da 0,1 a 2 microsecondi ed un valore massimo da qualche kV fino a 2000 kV. Le sfere usate avevano i diametri seguenti: 6,25 - 25 - 200 cm. Il controllo della tensione ed il rilievo della forma dell'impulso sono stati eseguiti con un oscillografo a raggi catodici opportunamente schermato. La tensione di scarica a parità di distanza delle sfere tende ad aumentare col diminuire della durata della fronte d'onda al disotto di 1 microsecondo; per durate maggiori la tensione di scarica può considerarsi costante quando si sia tenuto conto della densità dell'aria e dell'umidità relativa. *I. L.*

28 v **Un dispositivo micrometrico fotoelettrico** per la verifica del diametro di fili sottili è descritto in *The Elec.*, 4 gennaio 1935, pag. 7. L'apparecchio permette la verifica continua di fili di qualunque lunghezza con diametri compresi fra 0,02 e 0,5 mm. L'ombra allargata del filo viene proiettata sulla superficie sensibile di una cellula fotoelettrica per una lunghezza costante cosicchè l'area dell'ombra è proporzionale al diametro; la corrente fotoelettrica principale della cellula è compensata, cosicchè quando l'ombra è proiettata sulla cellula, si ottiene al galvanometro una indicazione proporzionale al diametro del filo. Tutte le precauzioni sono prese per eliminare le cause di errore. Si possono mettere in evidenza variazioni del diametro di 0,001 mm. *Ri.*

MOTORI PRIMI.

30 d **Notizie sugli sviluppi degli impianti termici con motori Diesel nel 1934** sono contenute in *Power*, gennaio 1935, pag. 10. L'industria dei Diesel ha presentato un largo sviluppo che contrasta

coll'arresto della costruzione degli altri impianti termici. Si può calcolare che nel 1934 siano stati installati motori Diesel per una potenza totale di circa 550.000 kW, di cui circa 90.000 kW per uso marino, circa 220.000 kW per servizi di trazione e il resto per impianti fissi. Viene anche fatto cenno dei progressi tecnici realizzati sia con l'uso di metalli leggeri, sia nei riguardi dei dispostivi ausiliari. Si nota la tendenza verso maggiori velocità sia negli stantuffi, pei quali si è arrivati a 400 mm al minuto, sia nelle velocità di rotazione, che anche per unità di oltre 4000 kW superano i 250 giri al minuto; e in qualche caso arrivano a 800 giri al minuto. *Ri.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

40 a · Sistemi di **elettrificazione di ferrovie in Russia.** Finora in Russia le elettrificazioni ferroviarie furono eseguite col sistema a corrente continua 1500 o 3000 volt. Dal n. 44 del 1° novembre 1934 dell'*E.T.Z.* si apprende che verrà elettrificato con carattere di esperimento il tronco Mosca-Sawelowo, della lunghezza di 129 km, col sistema monofase 20 kV, 50 per/sec. L'elettrificazione sarà ultimata per il 1936. *Tt.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 a Dal n. 43 dell'*E.T.Z.* del 25 ottobre 1934 si rileva che è in progetto la costruzione della **prima ferrovia elettrica in Turchia**; essa dovrebbe collegare le miniere di carbone di Filyos col nuovo porto di Eregli sul Mar Nero su di una lunghezza di km 71 di binario semplice. Non è ancora deciso se verrà adottato il sistema monofase 15.000 volt o corrente continua 3000 volt. L'alimentazione verrebbe effettuata da una centrale a vapore da costruire nella località stessa ove esistono le miniere di carbone. *Tt.*

41 b Una **sottostazione di conversione** con raddrizzatore a vapore di mercurio della potenza di 1000 kW è descritta in *The El. J.* (aprile 1935, pagg. 136-138 con 5 figure). Essa è equipaggiata con un trasformatore trifase da 33 kV con tutta l'apparecchiatura annessa (interruttore in olio, separatori, riduttori e scaricatori) montati all'esterno. Il raddrizzatore a vapore di mercurio, dodecafase per 1200 volt di c. c. coi quadri relativi di comando, è invece montato nell'interno della cabina. Il raddrizzatore ha un diametro di 1,30 m ed un'altezza di 1 m, è montato su 4 ruote per facilitare le operazioni di carico e scarico e porta tutti gli apparecchi accessori per il controllo ed il mantenimento del vuoto. Il raffreddamento è affidato ad un radiatore montato all'esterno della cabina nel quale circola l'acqua proveniente dal cassone del raddrizzatore. La lunghezza complessiva del carro è di 14 m e la larghezza di 3,05; il sistema di molleggiamento è uguale a quello di una vettura Pulmann. La sottostazione è destinata all'isola di Cuba dove esiste una ferrovia elettrica di collegamento fra Havana, Matanzas e Cabrera. *I. L.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI GENOVA

Nell'ultima conferenza del ciclo, delle **« Esperienze sulle onde hertziane »**, tenuta il 27 giugno nell'Istituto di Fisica da Lui diretto, il Prof. **Occhialini** ha cominciato col presentare diverse propagazioni per onde prese nel campo della meccanica, per arrivare alla definizione di onda come propagazione di una perturbazione in un mezzo elastico.

Poi ha esposto la teoria di Maxwell introducendo l'ipotesi della forza magnetica indotta come duale della forza elettrica indotta scoperta da Faraday, e spiegando l'impossibilità di riconoscerla con un esperimento diretto.

Le equazioni delle due forze indotte presentate nella loro forma più semplice mostrano che il campo magnetico indotto dal moto di una forza elettrica a sua volta indotta dal moto di una forza magnetica non è uguale a questa forza inducente a meno che la velocità di questa forza non sia uguale alla velocità della luce, nel qual caso il campo magnetico e il campo elettrico si sostengono a vicenda e non hanno bisogno di aiuti esterni.

Si ha così una perturbazione che si propaga spontaneamente e cioè un'onda elettromagnetica, la cui velocità la indica identica alle onde luminose.

La realizzazione delle onde maxwelliane con mezzi puramente elettromagnetici è illustrata con proiezioni degli apparecchi di Hertz e con la ripetizione delle esperienze di Hertz, con le quali fu dimostrata l'emissione da parte di un oscillatore di qualche cosa che si rivela a distanza con i fenomeni di risonanza, si riflette, è assorbito da schermi metallici e non da schermi isolanti, dà luogo ai fenomeni di interferenza e a quelli di polarizzazione.

La scoperta di Marconi ed il successivo sviluppo della radiotelegrafia con le onde persistenti, la modulazione di queste onde mediante frequenze acustiche e la loro ricezione, l'utilità delle onde corte, furono esposte nell'ultima parte della conferenza ed illustrate con ben riuscite esperienze.

Alla fine di questa quarta conferenza che chiude il ciclo delle esposizioni sulle oscillazioni elettriche, i numerosi soci ed amatori che gremivano l'aula maggiore dell'Istituto di Fisica, tributarono il più sentito ed affettuoso plauso al Prof. Occhialini, la cui attività di così alto valore in favore della Sezione ha suscitato tanto interesse e tanta simpatia.

* *

SEZIONE DI MILANO

La sera di venerdì 10 maggio 1935 il Dott. **Ignazio Mottola** ha tenuto la sua comunicazione su: **« Materiali ceramici a minima perdita nelle radiocomunicazioni »**.

Presiedeva l'Ing. Comm. Gasparoni.

L'Oratore ha fatto una chiara elencazione e descrizione dei materiali speciali a perdite bassissime usati oggidì nelle costruzioni radio e ne ha illustrato le principali proprietà.

La chiara ed interessante conferenza è stata illustrata praticamente con l'esposizione di numerosi campioni di tali materiali già lavorati che hanno attirato l'attenzione ed il vivo interesse dei Soci.

L'Oratore è stato calorosamente applaudito.

Il Comm. Gasparoni lo ha vivamente ringraziato a nome di tutti gli intervenuti.

*

La sera di venerdì 17 maggio 1935 il Socio Dott. Ing. Cav. Uff. **Carlo Leidi**, ha tenuto una applauditissima comunicazione sui: **« Raddrizzatori a vapore di mercurio »**.

L'Oratore fa un po' la storia dei primi tentativi di raddrizzare la corrente alternata; mostra poi il meccanismo del raddrizzamento stesso aiutandosi anche con un'esperienza elementare. Ricorda le importanti applicazioni attuali del raddrizzatore ed i valori delle correnti e delle tensioni massime raggiunte. Esamina poi le caratteristiche di costruzione e di regolazione dei raddrizzatori costruiti dalle più importanti Case costruttrici (Compagnia Generale di Elettricità, Brown Boveri, Oerlikon, Siemens, A. E. G.), ne mette a confronto i pregi e i difetti, esamina e descrive dettagliatamente i principali apparecchi accessori del raddrizzatore, dando così una idea chiara e completa della costruzione, del funzionamento, dell'esercizio e delle applicazioni di questa importante macchina elettrica che sta allargando sempre più il campo delle sue applicazioni.

La conferenza detta dall'Oratore con parola chiara, persuasiva, vivace ha tenuto incatenata l'attenzione del foltissimo uditorio intervenuto, per oltre un'ora e mezza ed è stata alla sua fine calorosamente applaudita.

Il Presidente si associa volentieri e cordialmente al nutrito applauso dei Soci e ringrazia vivamente l'Oratore per la brillante e interessante conferenza.

*

La sera di venerdì 24 maggio il Comandante Dott. Ing. **Ugo Ruelle**, Socio della Sezione di Livorno, ha tenuto nella Sede sociale di via S. Paolo l'annunciata conferenza **« Sul problema dei disturbi alle radioaudizioni »**.

Presiedeva l'Ing. Comm. L. Gasparoni.

L'Oratore esordisce dicendo che la necessità di dare soddisfazione alle legittime richieste dei radioascoltatori impone una accurato esame dal lato tecnico della questione, allo scopo di determinare i fondamenti razionali per una regolamentazione giuridica.

È tecnicamente possibile agire in due sensi:

A) Limitando la sensibilità ai disturbi dell'apparecchio ricevitore, mediante schermature, filtri di entrata, scelta della ubicazione, scelta del tipo di antenna, e simili.

B) Riducendo l'intensità delle correnti perturbatrici dovute agli impianti ed alle apparechiature elettriche di uso comune, mediante applicazione di sistemi smorzatori ed assorbitori delle oscillazioni ad alta frequenza, prodotte dai macchinari e convogliate dalle reti.

Agendo secondo *A*) gli oneri gravano sul disturbato.

Agendo secondo *B*) essi vengono invece sopportati dal disturbatore.

Compito del tecnico è di fornire al legislatore le basi per una equa ripartizione di tali oneri.

A tale scopo il Comitato Speciale Internazionale per le Perturbazioni Radiofoniche (C.I.S.P.R.) creato sotto gli auspici della Commissione Elettrotecnica Internazionale (C.E.I.) sta effettuando ricerche intese a determinare il valore massimo della forza elettromotrice di alta frequenza, che può essere tollerato ai morsetti di un apparecchio disturbatore.

Si ammette che il valor minimo della differenza di livello fra segnale utile e perturbazione, all'uscita del ricevitore, non debba discendere al di sotto di 40 decibel, per una ricezione regolarmente buona. Fissata tale cifra, il massimo valore tollerabile per la forza elettromotrice disturbatrice risulta determinato:

a) dal valore del campo radioelettrico dovuto alla portante della emissione da ricevere, e dalla percentuale di modulazione della stessa;

b) dall'altezza efficace dell'antenna ricevente;

c) dall'indebolimento che la pertubazione subisce nel passare dal punto ove essa ha origine, all'antenna del ricevitore.

Gli elementi di cui sopra sono, naturalmente, variabili da caso a caso. Il C.I.S.P.R. ha perciò intrapreso ricerche a carattere statistico, per determinare un valor medio probabile per ciascuno di essi.

Parallelamente sono in corso misure, intese a determinare il valore normale della f.e.m. perturbatrice nei vari tipi di apparecchi elettrici di uso più comune, e la diminuzione ch'essa f.e.m. subisce dopo l'adozione di un complesso attenuatore (condensatori, oppure condensatori a induttanze, opportunamente disposti) semplice e poco costoso.

Si ritiene che, entro l'anno in corso, risultati conclusivi possano essere forniti alla C.E.I., la quale potrà così diramare raccomandazioni ai vari Comitati Nazionali. La eventuale regolamentazione potrà allora poggiare sopra una base sufficientemente oggettiva. È da augurarsi che tale regolamentazione tenda ad una condizione di equilibrio, nella quale, all'obbligo di non provocare disturbi eccessivamente forti, corrisponda quello di contenere entro limiti ragionevoli la sensibilità del complesso ricevente nei confronti delle perturbazioni.

La chiara esposizione dell'Oratore fatta con garbo e con brio è stata seguita attentamente da tutto il numeroso uditorio intervenuto ed alla fine calorosamente applaudita.

L'Ing. Gasparoni si unisce all'applauso dei Soci e ringrazia vivamente il Comandante Ruelle per la sua brillante conferenza.

*

La sera di venerdì 14 giugno u. s. il Socio Dott. Ing. **Lorenzo Vittorio Forzani** ha tenuto l'annunciata comunicazione su: **« Gli impianti idroelettrici del Gruppo Magra della Società Acciaierie e Ferriere Lombarde Falck ».**

L'Oratore riallacciandosi alla sua precedente conferenza sugli impianti della Valtellina, ha cominciato col descrivere con dovizia di particolari la linea elettrica di collegamento fra tali impianti ed i nuovi impianti sul fiume Magra.

La linea costruita per la tensione di esercizio di 75 kV a due terne su di una palificazione, è prevista per essere trasformata a 130 kV ad una sola terna.

Alla linea stessa si innesta in località Tavazzano, presso Lodi una nuova conduttura proveniente dagli impianti della Valtellina, prevista per la tensione di esercizio a 220 kV a quattro fili, attualmente funzionante a 75 kV.

Una assai interessante documentazione cinematografica ha completato ed illustrato la descrizione del Conferenziere; particolare interesse ha destato la cinematografia delle prove di brusco scarico dei conduttori fatte su lunga campata sperimentale appositamente montata, attraverso un vallone, per lo studio della campata di attraversamento del fiume Po, della lunghezza di 1050 metri, e realizzata con amarro del conduttore anzichè sulle torri d'attraversamento, su sostegni adiacenti di altezza limitata. Sulle torri di attraversamento il conduttore appoggia su opposite carrucole.

L'Oratore è poi passato a descrivere minutamente la centrale di Pontremoli degli impianti sul Magra.

Questa centrale, che serve alla produzione di energia elettrica ed alla conversione da 42 a 16,7 per/sec per una fornitura alle Ferrovie dello Stato, è molto interessante per le particolari caratteristiche del macchinario installato.

Questa permette infatti lo scambio di energia fra la rete a 42 e la rete a 16,7 per/sec, sia a potenza costante indipendentemente dalla reale frequenza delle due reti sia a potenza variabile in funzione della frequenza della rete ferroviaria, e ciò con un particolare accoppiamento di macchine che il Conferenziere ha chiaramente spiegato e illustrato servendosi anche di appositi schemi semplificati.

La centrale contiene ora n. 3 gruppi convertitori della potenza resa dalla parte della frequenza ferroviaria di 7500 kVA e di kW 5500 dalla parte della frequenza industriale.

Ciascun gruppo può essere sezionato in modo da costituire due gruppi idroelettrici turbina alternatore, con turbina da 5500 kW.

Attualmente due gruppi sono muniti di turbine che sono così in numero di quattro per una potenza complessiva di 22 000 kW.

La chiara ed interessante conferenza, seguita con attenzione dal numeroso uditorio intervenuto è stata alla fine calorosamente applaudita.

Il Dott. Ing. Castelli che, in assenza del Presidente, aveva assunto la Presidenza della riunione, si congratula vivamente con l'Oratore e lo ringrazia a nome di tutti i colleghi intervenuti.

SEZIONE DI TORINO

Assemblea Generale Ordinaria dei Soci tenuta nella Sede Sociale alle ore 21,15 del 25 marzo 1935-XIII.

Ordine del Giorno:

1º) Comunicazioni della Presidenza
2º) Bilancio consuntivo 1934 e preventivo 1935
3º) Varie ed eventuali.

La riunione è aperta alle ore 21,15: sono presenti numerosi soci.

Il Presidente Prof. Dalla Verde dà notizie dell'andamento della Sezione: i soci sono leggermente diminuiti di numero rispetto allo scorso anno, ma la diminuzione è inferiore alle previsioni prudenziali fatte, il che fa bene sperare per l'avvenire.

Per il 1935 si prevede che i soci saranno circa 460, di cui 34 collettivi e 6 vitalizi.

Alla iniziativa dei Soci sostenitori, la Sezione di Torino ha risposto in modo soddisfacente, con 9 collettivi e 16 individuali.

Il Presidente dà poi notizia della costituzione del Comitato per le Comunicazioni, decisa nell'ultima assemblea del 19 dicembre 1934; parla del programma di conferenze pei prossimi mesi, alcune delle quali saranno in comune con il Seminario di Fisica e Matematica della R. Università, e della Riunione annuale dell'A.E.I. che avrà luogo in settembre a Santa Margherita, sul tema « Misure ».

Pure in settembre o in ottobre vi sarà a Torino un Congresso Nazionale degli Ingegneri Italiani in occasione della commemorazione di Galileo Ferraris (di cui ricorre quest'anno il centenario della nascita) che sarà tenuta da S. E. Giancarlo Vallauri. A questa manifestazione l'A.E.I. prenderà parte mediante un raduno straordinario dei soci che costituirà quasi la chiusura della nostra Riunione Annuale.

Il Presidente parla infine dei nuovi acquisti della biblioteca sezionale e infine raccomanda a tutti i soci di esaminare gli schemi di norme C.E.I. sui cavi in carta e sulle linee aeree che sono stati recentemente distribuiti, e di comunicare alla segreteria le proprie eventuali osservazioni.

Si passa poi alla seconda parte dell'ordine del giorno e dopo brevi spiegazioni date dal Presidente e dal Cassiere Ing. Ortona e la relazione dei Revisori dei Conti, l'Assemblea approva all'unanimità il bilancio consuntivo 1934, che si chiude con un avanzo accantonato per gli esercizi futuri, nonchè il bilancio preventivo 1935 (allegato).

Quindi il Prof. **Elvio Soleri** svolge la sua comunicazione su **I nuovi cavi per la telefonia a grande distanza.**

Prendendo lo spunto dalla recente notizia delle morte del Pupin, cui la telefonia a grande distanza ha dovuto i suoi primi impulsi, il conferenziere intrattiene brillantemente e con la sua ben nota competenza l'uditorio sui più recenti progressi in questo campo, intesi a migliorare sempre più il servizio sia tecnicamente che economicamente. Le nuove tendenze che hanno portato ai nuovi tipi di cavi sono: aumento del valore della frequenza di arresto; aumento della velocità di propagazione delle correnti telefoniche; diminuzione del costo dei cavi.

L'oratore passa in rivista i mezzi con i quali sono stati realizzate queste tendenze e si sofferma, in ultimo, sui tipi di cavo tubolari, che dovrebbero permettere comunicazioni multiple con correnti vettrici a frequenze elevate.

Il Prof. Soleri venne alla fine calorosamente applaudito e complimentato dagli intervenuti.

BILANCIO CONSUNTIVO – ANNO 1934

ENTRATE		Consuntivo L.	C.	Preventivo L.	C.
Contributi Soci:					
Individuali effettivi 292 Residenti (preventivo 290)		24.810	25	24.650	—
» 130 non » (» 135)		9.815	—	10.125	—
» 8 Esteri (» 7)		1.040	—	910	—
N. 34 Soci Collettivi (» 34)		10.199	—	10.200	—
» 10 » Studenti (» 10)		450	—	450	—
» 6 » Vitalizi (» 6)		200	—	200	—
» 1 Socio benemerito della Sezione		500	—		
Per acconto quota di 1 Socio Collettivo		100	—	—	—
» » » 1 Socio Residente		32	50	—	—
» 8 quote 1933 Soic Residenti		680	—		
» 5 » » » non Residenti		375	—	245	—
» 1 quota » Socio Estero		130	—		
		48.331	75	46.780	—
Interessi attivi:					
Su Titoli di Stato	L. 3.936,—				
» Deposito Banca Commerciale	» 145,75				
» » Opera Pia S. Paolo	» 41,90				
» » Ufficio Postale	» 254,10	4.377	75	4.434	—
Partite di giro:					
Per pubblicazioni varie conto Sede Centrale	L. 815,—				
» quote anticipate Soci vari	» 4.180,—	4.995	—		
Varie		408	30	36	—
Totali		58.112	80	51.250	—

USCITE

Contributi alla Sede Centrale:					
Per N. 292 Soci Residenti	a L. 50,—	14.600	—	14.5A0	—
» » 130 » non Residenti	a » 50,—	6.500	—	6.750	—
» » 8 » Esteri	a » 95,—	760	—	665	—
» » 35 » Collettivi	a » 150,—	5.250	—	5.100	—
» » 10 » Studenti	a » 40,—	400	—	400	—
» » 24 » Individuali morosi	a » 25,—	600	—	475	—
» » 1 » Estero moroso	a » 47,50	47	50		
» » 2 mezze quote Soci defunti		25	—	—	—
» » 13 quote 1933 Soci individuali ricuperate		325	—	75	—
» » 1 quota 1933 Socio estero ricuperata		47	50		
		28.555	—	27.965	—
Affitto, luce, riscaldamento, telefono e manutenz. locali Sede (1)		8.701	55	8.900	—
Biblioteca e periodici		1.344	—	1.500	—
Amministr.: personale, tasse, posta, bolli, stampati e cancelleria (2)		8.084	45	8.650	—
Conferenze, gite, ecc.		1.376	25	2.500	—
Accantonamento per esercizi futuri, inter. antic. Consolidato 5%		1.476	—	1.476	—
Impreviste e varie		137	45	259	—
Partite di giro:					
Per pubblicazioni varie per conto Sede centrale	L. 815,—				
» quote anticipate Soci vari	» 4.180,—	4.995	—		
		54.669	70	51.250	—
Avanzo esercizio 1934		3.443	10		
Totali		58.112	80	51.250	—

(1) Affitto	5.366,50	(2) Personale	5.184,—
Luce	201,80	Posta e bolli	1.261,—
Riscaldamento	814,—	Tasse	398,55
Telefono	1.119,25	Stampati	1.225,—
Manutenzione locali Sede	1.200,—	Cancelleria	15,90
	8.701,55		8.084,45

SITUAZIONE PATRIMONIALE AL 31 DICEMBRE 1934-XIII

Attivo

Contanti in cassa		L. 3.193,55
Deposito presso Banca Commerciale	L. 13.179,05	
» » Opera Pia S. Paolo	» 2.761,10	
» » Ufficio Postale	» 15.160,45	» 31.100,60
Spese anticipate (abbonamento Riviste pel 1935)		» 312,35
Redimibile 3,50% p. nominali L. 49.200 a L. 81,85%é		» 40.270,20
		L. 74.876,70

PASSIVO

Patrimonio al 31 Dicembre 1933-XII		L. 60.982,60
Debito verso Sese centrale a saldo contributi 1934	L. 4.685,—	
» » eserc. futuri p. quote antic. di cui L. 110 del 1933	» 4.290,—	
» » eserc. futuri p. inter. riscossi anticipatamente	» 1.476,—	» 10.451,—
		L. 71,433,60
Avanzo esercizio 1934		» 3.443,10
		L. 74.876,70

BILANCIO PREVENTIVO PER IL 1935

ENTRATE

Contributi Soci:				
Individuali effettivi — Residenti	N. 285 a L. 85	L. 24.225,—	
Individuali effettivi — non Residenti	» 120 a » 75	» 9.000,—	
Individuali effettivi — Esteri	» 8 a » 130	» 1.040,—	
Collettivi	» 34 a » 300	» 10.200,—	
Studenti	» 8 a » 45	» 360,—	
Vitalizi Residenti	» 5 a » 35	» 175,—	
» non Residenti	» 1 a » 25	» 25,—	
Soci sostenitori collettivi	» 9 a » 500	» 4.500,—	
» » individuali	» 16 a » 100	» 1.600,—	
Esazione quote arretrate		» 855,—	L. 51.980,—
Interessi attivi:			
Su Titoli dello Stato anno 1935		L. 1.722,—	
» Titoli dello Stato (da esercizio 1934)		» 738,—	
» depositi presso Banche ed Ufficio postale		» 410,—	» 2.870,—
Impreviste e varie			» 450,—
Totale			L. 55.300,—

USCITE

Contributi alla Sede Centrale:			
Per N. 285 Soci Residenti	a L. 50	L. 14.250,—	
» » 120 » non Residenti	a » 50	» 6.000,—	
» » 8 » Esteri	a » 95	» 760,—	
» » 34 » Collettivi	a » 150	» 5.100,—	
» » 8 » Studenti	a » 40	» 320,—	
» » 9 » Sostenitori collettivi	a L. 400	» 3.600,—	
» » 16 » Sostenitori individuali	a » 80	» 1.280,—	
» » 20 » Individuali morosi	a » 25	» 500,—	
» quote 1934 ricuperate		» 242,50	L. 32.052,50
Affitto, Luce, Riscaldamento, Telefono, Manutenzione locali Sede			» 8.700,—
Biblioteca e periodici			» 2.700,—
Amministr.: Personale, Tasse, Posta, Bolli, Stampati e Cancelleria			» 8.200,—
Conferenze, Gite, ecc.			» 1.500,—
Spese straordinarie, impreviste e varie			» 2.147,50
			L. 55.300,—

*

La sera del 22 maggio 1935-XIII, nell'Aula dell'Istituto di Fisica della R. Università di Torino, il Prof. **Enrico Persico** parlò davanti ad un numeroso pubblico delle **Statistiche di Fermi e di Bose Einstein.**

L'argomento, della più grande attualità nel campo della fisica moderna, ha trovato nel conferenziere un espositore della massima chiarezza e precisione.

La conferenza rappresentò pertanto una vera messa a punto della questione e meritò gli applausi nutriti che la accolsero alla fine.

*

Il giorno 12 giugno 1935-XIII in un'aula della R. Università di Torino, sotto gli auspici della Sezione locale dell'A.E.I. e del Seminario di Fisica e di Matematica, il Prof. **Bonaparte Colombo** intrattenne numerosi soci su « **Questioni fondamentali di Fotogrammetria** ».

L'esposizione verteva sopratutto sul lato teorico della fotogrammetria, intesa come applicazione di geometria; il Colombo seppe veramente interessare l'uditorio spiegando in modo chiaro e contemporaneamente preciso le tappe successive mediante le quali qusta scienza giovanissima è diventata un ausilio importantissimo alla topografia — dandole contributi preziosi — mediante i rilievi dagli areoplani.

Il conferenziere fu alla fine molto complimentato dagli intervenuti.

*

La sera del 13 giugno 1935-XIII l'Ing. **Carlo Leidi,** della Azienda Elettrica Municipale di Milano, presentato dal presidente Ing. Dalla Verde, parlò davanti ad un pubblico numeroso sul tema: « **I raddrizzatori a vapori di mercurio** ».

Premessi alcuni brevi cenni chiarificatori del meccanismo dei raddrizzatori, l'oratore passò alla descrizione degli ultimi tipi, *ad anodi multipli*, spiegandone le proprietà con numerose proiezioni e con qualche esperienza su apparecchi dimostrativi appositamente costruiti e di notevole efficacia. Tutte le particolarità costruttive e di esercizio di questi moderni apparecchi, con riguardo speciale alle applicazioni fattene dalla A.E.M. di Milano e dalle Ferrovie dello Stato Italiano, vennero illustrate dal conferenziere, che ne è un apostolo competente ed appassionato.

Gli intervenuti applaudirono calorosamente l'Ing. Leidi, che brillantemente chiuse la serie di riunioni della sezione invernale-primaverile.

PERSONALIA

In seguito alla riduzione stabilita nei limiti di età, l'Ing. **Ettore Morelli,** Professore di Costruzioni Elettrotecniche nel R. Istituto Superiore di Ingegneria di Torino, ha lasciato l'insegnamento.

A Lui, che abbandona la scuola a cui ha dedicato oltre 35 anni di preziosa attività, va in questa occasione un cordiale pensiero di plauso da parte di tutti i consoci dell'A. E. I. che certo sinceramente si uniscono alle onoranze che gli sono state rese dai colleghi di insegnamento.

NECROLOGIO

Il giorno 1º novembre 1935 decedeva a Bergamo lo

Ing. GIUSEPPE GAVAZZI

da molti anni socio della Sezione di Milano.

Laureatosi ingegnere civile a Milano nel 1897 esercitò la libera professione compiendo importanti lavori anche nel campo degli impianti idroelettrici e fu spesso chiamato a delicati incarichi peritali e arbitrali.

Alla desolata famiglia mandiamo le condoglianze sincere di tutta l'A. E. I.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).

21 Novembre - ore 21,15. — RIMINI Prof. Ing. Cesare: « Resistenze negative ».

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

20 Dicembre - ore 21,15. — LAURO Prof. Ing. Gustavo: « La trazione con turbine a vapore nel quadro del problema dei carburanti nazionali ».

SEZIONE DI NAPOLI (Via Tarsia, 39).

19 Novembre - ore 21,15. — DE QUERQUIS Dott. Ing. Mario: « Il metodo delle componenti simmetriche nella tecnica delle protezioni e della regolazione ».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile*.

Ind. Graf. It. STUCCHI - Milano.

VOL. XXII (XXXIX degli Atti) 10 Dicembre 1935 - ANNO XIV N. 23

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA
POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

SOMMARIO

Il Consiglio Generale dell'A. E. I.

Pubblichiamo oggi il verbale della riunione del Consiglio Generale tenuta a Santa Margherita in occasione della XL Riunione annuale. Richiamiamo fra l'altro l'attenzione dei lettori sulla modifica, modesta ma non priva di importanza, portata al Regolamento, e su quanto è detto circa la iniziativa dei....

soci sostenitori.

Tenute presenti le difficili condizioni economiche generali, è lecito constatare con compiacimento come l'iniziativa abbia costituito un reale successo ed abbia ottenuto una larga accoglienza fra i soci. Si è potuto così evitare finora ogni mortificazione dell'attività sociale e questo deve essere motivo di legittima soddisfazione per tutti i colleghi.

Ma è necessario che questo appoggio tangibile dei soci più affezionati o che hanno maggiori possibilità personali, non venga meno all'A. E. I. anche nel nuovo anno che non si annuncia certo meno difficile di quello precedente.

Alcuni dei soci sostenitori hanno voluto fin dal corrente anno essere considerati senz'altro come benemeriti ed hanno versato subito le quattro annualità supplementari. A tutti gli altri rivolgiamo qui l'invito perchè rinnovino anche pel prossimo anno il loro generoso contributo per l'A. E. I.

Il numero dei soci sostenitori non deve diminuire, noi siamo anzi convinti che esso può e deve aumentare. Basta scorrere gli elenchi a suo tempo pubblicati per rilevare come manchino ancora molti nomi anche di soci autorevoli e attivi. Esperienze anche recenti ci hanno dimostrato come in molti casi si tratti di vere e proprie dimenticanze o addirittura di completa ignoranza della nuova iniziativa. Una efficace opera di propaganda può riuscire in proposito assai opportuna. È questo un metodo pratico per giovare all'A. E. I. e lo segnaliamo a tutti i soci di buona volontà.

La Conferenza internazionale delle grandi reti.

In altra parte del giornale i lettori troveranno un ampio resoconto tecnico dei lavori svolti nella riunione tenuta nello scorso mese di giugno a proposito della quale abbiamo già altra volta pubblicato una cronaca sommaria.

Echi del Congresso di Santa Margherita.

Per diverse ragioni, indipendenti dal buon volere della Redazione, non è stato possibile stampare e distribuire a tempo utile parecchie Memorie destinate alla XL Riunione Annuale.

Un certo numero di tali Memorie riguardava argomenti di vasta portata e che potevano interessare larghe schiere di tecnici. È sembrato quindi opportuno non sottrarre tali contributi all'attenzione dei soci e si è pensato allora di pubblicarne il testo sul giornale come per gli ordinari contributi che pervengono alla Redazione, fermo restando la loro inclusione nel volume dei Rendiconti in corso di preparazione.

Una di tali Memorie è quella che oggi pubblichiamo dell'Ing. M. DE STEFANIS sui metodi stroboscopici di misura.

Si tratta come è ben noto di un procedimento estremamente interessante per lo studio di organi in movimento periodico e che ha trovato larga applicazione a proposito delle macchine elettriche. Il potere studiare organi in movimento rotativo, anche assai veloce, quasi come se fossero fermi o dotati di moto reso a volontà più lento, semplifica enormemente i problemi di carattere sperimentale e permette spesso di rendersi conto di certi aspetti di essi con una evidenza ed una efficacia diretta che forse non è raggiungibile con alcun altro metodo.

L'adozione di tubi a scarica luminescente e di valvole ioniche nei circuiti per l'illuminazione intermittente ha permesso di perfezionare in alto grado questi dispositivi. Lo stroboscopio è divenuto così oramai un apparecchio di maneggio relativamente facile e di larghissimo campo di applicazione. Non è difficile preconizzare che il suo impiego andrà sempre più diffondendosi.

Trasformatori e corti circuiti.

La rapida diffusione assunta dai trasformatori a più di due avvolgimenti ha avuto per naturale conseguenza un più attento studio delle loro proprietà e del loro comportamento, alquanto più complesso di quello dei trasformatori di tipo usuale. Su alcuni punti la loro teoria non è ancora stabilita in modo esauriente mentre per parecchi problemi della pratica sono ancora desiderate soluzioni più soddisfacenti o semplificazioni di metodi.

Così può dirsi ad esempio della questione delle correnti di corto circuito la cui trattazione si presenta alquanto laboriosa. Un contributo è portato oggi dall'Ing. DELLA SALDA il quale illustra il caso di un corto circuito completo su un trasformatore a quattro avvolgimenti, mettendo in evidenza una interessante proprietà atta ad una notevole semplificazione in sede sperimentale.

LA REDAZIONE.

MISURE STROBOSCOPICHE

M. DE STEFANIS

Si spiegano i metodi di osservazione stroboscopica. Si descrivono alcuni stroboscopi di uso generale ed altri specialmente indicati per rilievi su macchine elettriche rotanti, a corrente alternata. Si accenna ad alcune misure effettuabili con gli stroboscopi.

Il metodo stroboscopico.

L'esame sperimentale di elementi meccanici animati da movimenti periodici, anche rapidissimi, è possibile grazie un artificio noto sotto il nome di METODO STROBOSCOPICO.

Questo artificio permette di fermare, o di rallentare a piacimento, in maniera apparente s'intende, il movimento in istudio, cosicchè tutte le particolarità ne possono venire facilmente osservate ed analizzate. Si possono così scoprire tutte le irregolarità e le perturbazioni che accompagnano il moto, come vibrazioni, saltellamenti, deformazioni, fenomeni di cavitazione, ecc., anzi è appunto nella ricerca di questi disturbi che il metodo stroboscopico trova la sua principale applicazione.

Nella generalità dei casi, l'artificio consiste nell'osservare il fenomeno periodico in maniera intermittente. Le varie osservazioni si succedono ad intervalli regolari e durano un istante brevissimo, tanto da ritenere inapprezzabile durante esse, lo spostamento dell'oggetto; il tempo che intercorre tra due osservazioni è uguale o molto prossimo al periodo.

Esiste tuttavia un metodo che permette l'esame continuo dell'oggetto in moto; esso sfrutta una proprietà di prismi ottici a riflessione totale, quella di ribaltare le immagini; il metodo è però applicabile solo ai moti rotatori.

Prendiamo in considerazione il metodo della osservazione intermittente ed immaginiamo di voler studiare per es., il meccanismo di trasmissione a camme quale potrebbe essere il comando di una valvola di motore a scoppio.

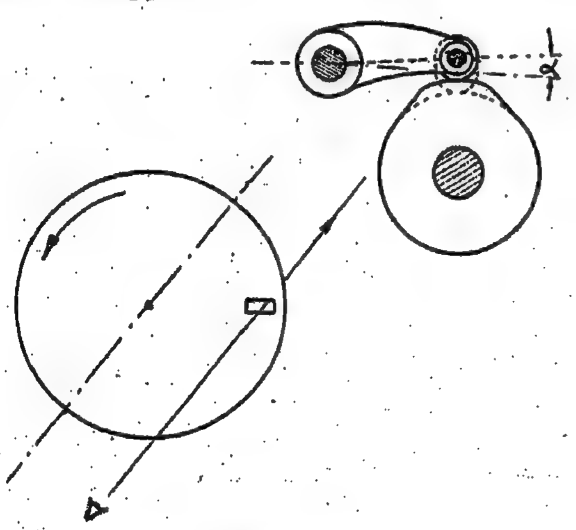


Fig. 1.

La posizione angolare $\alpha = \alpha(t)$, del braccio oscillante, riferita alla sua posizione di riposo, (fig. 1) è una funzione periodica del tempo t. Se T è il periodo, si ha, qualunque sia valore di t:

$$\alpha(t) = \alpha(t + T) = \alpha(t + 2T) = \ldots \text{ ecc.} \qquad (1)$$

Si osservi il movimento del braccio oscillante, attraverso un disco girante munito di una fenditura in prossimità del bordo. Indichiamo con T_1 il periodo di rotazione del disco (periodo di osservazione). Nei successivi passaggi della fenditura davanti all'occhio l'osservatore vede il braccio negli istanti:

$$t_0 \; ; \; t_0 + T_1 \; ; \; t_0 + 2T_1 \; ; \; \ldots \text{ ecc.}$$

Se $T_1 = T$ allora, essendo per la (1):

$$\alpha(t_0) = \alpha(t_0 + T_1) = \alpha(t_0 + 2T_1) = \ldots \text{ ecc.}$$

l'osservatore vede il braccio sempre nella stessa posizione $\alpha(t_0)$, quindi ha l'impressione che esso sia fermo e, se T_1 è minore di circa 1/15 di secondo, a causa della persistenza delle immagini sulla retina, il braccio è visto con continuità.

Facciamo ora T_1 alquanto maggiore di T; posto:

$$T_1 = T + \varepsilon \qquad (2)$$

potremo scrivere:

$$\alpha(t_0 + T_1) = \alpha(t_0 + T + \varepsilon) = \alpha(t_0 + \varepsilon)$$

$$\alpha(t_0 + 2T_1) = \alpha(t_0 + 2T + 2\varepsilon) = \alpha(t_0 + 2\varepsilon)$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

quindi tutto appare come se si osservasse il movimento negli istanti: t_0 ; $t_0 + \varepsilon$; $t_0 + 2\varepsilon$; .... ecc., ma l'intervallo tra le successive osservazioni non è ε bensì T_1.

Il braccio, osservato attraverso il disco stroboscopico, ha compiuto tutto intero il suo periodo dopo un certo numero n di osservazioni, per il quale risulta $\alpha(t_0 + n\varepsilon) = \alpha(t_0)$; deve quindi essere: $n\varepsilon = T$.

Siccome l'intervallo tra le osservazioni successive è T_1, il tempo impiegato per descrivere un ciclo apparente (ossia il periodo del moto apparente) è $T_0 = n T_1$ cioè ancora:

$$T_0 = \frac{T}{\varepsilon} T_1 = \frac{T}{T_1 - T} T_1.$$

Sostituendo, in questa espressione, ai periodi T, T_1, T_0, l'inverso delle rispettive frequenze ν, ν_1, ν_0, si trova la relazione:

$$\nu_0 = \nu - \nu_1 \qquad (3)$$

che ci esprime essere la frequenza del moto rallentato pari alla differenza tra la frequenza del moto reale e quella di osservazione.

Per esaminare il caso di T_1 minore di T basta porre $T_1 = T - \varepsilon$; si trova che le posizioni osservate corrispondono ai tempi t_0 ; $t_0 - \varepsilon$; $t_0 - 2\varepsilon$; .... ecc., quindi il movimento apparente è invertito rispetto a quello reale. Si noti poi, che, essendo $\nu_1 > \nu$, risulta [dalla (3)] per ν_0 un valore negativo, possiamo perciò affermare che il segno di ν_0 stabilisce il senso del moto apparente.

Si potrebbero effettuare osservazioni anche con valori di T_1 uguali (o prossimi) a multipli o sottomultipli di T, ma ciò non conviene.

Se per es.: $T_1 = 2T$, si vedono le posizioni:

$$\alpha(t_0) \; ; \; \alpha(t_0 + 2T) \; ; \; \alpha(t_0 + 4T) \; ; \; \ldots \text{ ecc.},$$

mentre non si osservano più le posizioni:

$$\alpha(t_0 + T) \; ; \; \alpha(t_0 + 3T) \; ; \; \ldots \text{ ecc.};$$

questo porta ad avere una immagine meno luminosa dell'oggetto, inoltre, mentre per $T_1 = T$, la frequenza al di sopra della quale si vede l'oggetto con continuità è circa di 15 hertz; per $T_1 = 2T$ essa è portata a 30 hertz. Facendo invece $T_1 = T/2$ alle posizioni:

$$\alpha(t_0) \; ; \; \alpha(t_0 + T) \; ; \; \alpha(t_0 + 2T); \; \ldots \text{ ecc.},$$

si aggiungono le

$$\alpha\left(t_0 + \frac{T}{2}\right) \; ; \; \alpha\left(t_0 + 3\frac{T}{2}\right) \; ; \; \ldots \text{ ecc.},$$

quindi si vedono due immagini dell'oggetto, una nella posizione $\alpha(t_0)$, l'altra nella posizione $\alpha(t_0 + T/2)$.

Vediamo ora il secondo metodo di esame, quello che utilizzando un prisma a riflessione totale permette la osservazione continua di moti rotatori.

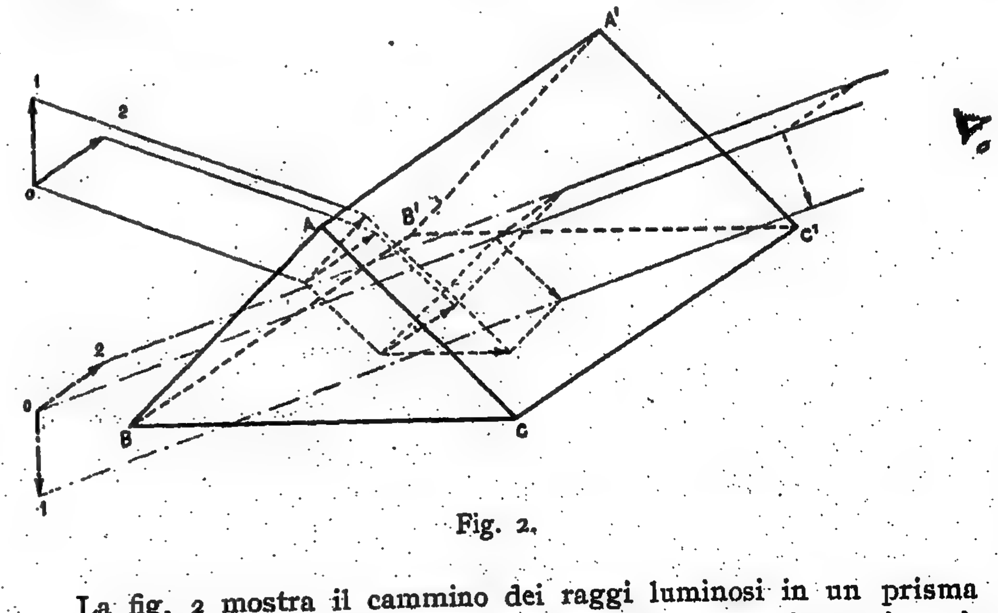


Fig. 2.

La fig. 2 mostra il cammino dei raggi luminosi in un prisma a riflessione totale, nella disposizione atta a dare un'immagine ribaltata dell'oggetto. I raggi provenienti dall'oggetto, costituito dalle due freccie tra loro perpendicolari 0,1 e 0,2, si rifrangono una prima volta sulla faccia $A\,A'\,B'\,B$, subiscono una riflessione totale sulla base $B\,C\,C'\,B'$ ed emergono dal prisma dopo una seconda rifrazione sulla faccia $A\,A'\,C'\,C$. L'osservatore posto in O, che vedrebbe,

senza il prisma, la freccia 0,2 diretta verso destra e 0,1 verso l'alto, vede, attraverso il prisma, 0,2 ancora a destra ma 0,1 diretta in basso.

Immaginiamo che la freccia 0,1 dell'oggetto, ruoti, rispetto all'osservatore, di 90° nel senso orario, fino a sovrapporsi cioè alla 0,2; nell'immagine la sovrapposizione di 0,1 a 0,2 avverrà mediante rotazione nel senso antiorario. Il ribaltamento dell'immagine ha perciò come conseguenza l'inversione della rotazione ed è appunto su questa proprietà che si basa il metodo di osservazione continua.

Il prisma che si usa in questi stroboscopi è isoscele, con l'angolo rifrangente di 90°. Esso deve essere disposto con la base parallela all'asse di rotazione dell'organo in esame e con gli spigoli normali a quest'asse. La fig. 3, in cui il triangolo $A\,B\,C$ è una se-

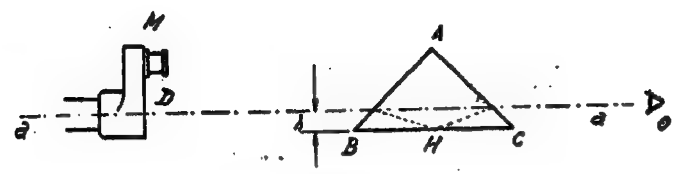


Fig. 3.

zione retta del prisma, mostra questa disposizione nell'ipotesi che si voglia osservare la manovella M ruotante attorno all'asse a, a. È necesssario poi, ancora, che il raggio luminoso proveniente da D e procedente lungo a, a, coincida, all'uscita del prisma, ancora con a, a. Questo avviene se, dopo la prima rifrazione sulla faccia $A\,B$, il raggio cade nel punto di mezzo H di $B\,C$; di conseguenza la distanza della base del prisma dall'asse a, a è ben determinata. Questa condizione è dovuta alla necessità, richiesta dal metodo, di far ruotare il prisma attorno all'asse di rotazione della manovella, senza che si sposti l'immagine del punto D (1).

Se ω è la velocità angolare della manovella si faccia ruotare il prisma (attorno ad a, a) nello stesso senso della manovella e con velocità $\omega/2$. La velocità relativa della manovella rispetto al prisma, risulta $\omega/2$, quindi, l'immagine, che ruota rispetto al prisma in senso opposto con velocità $\omega/2$, appare ferma all'osservatore O.

Gli stroboscopi.

Gli stroboscopi costituiti da dispositivi essenzialmente meccanici, come ad esempio lo stroboscopio a disco rotante di cui si è già detto dianzi, hanno perso d'importanza, sostituiti quasi completamente dagli stroboscopi elettrici.

Gli stroboscopi elettrici constano di circuiti più o meno complessi atti a produrre scariche luminose periodiche attraverso tubi a gas rarefatto; sono più maneggevoli e di uso più comodo degli stroboscopi meccanici e permettono di vedere, con contorno assai netto, oggetti moventesi a velocità notevolissime grazie la brevissima durata delle scariche elettriche valutabile a pochi microsecondi.



Fig. 4.

Lo stroboscopio a prisma non è diffuso a causa del limitato campo di applicazione, che, già di per sè circoscritto ai moti rotatori, viene ancor più ristretto dal fatto che gli organi rotanti, sovente, non sono completamente visibili da un osservatore che guardi da un punto dell'asse di rotazione.

Degli stroboscopi meccanici, quello a disco rotante trova ancora utile applicazione come strumento atto a misurare la frequenza dei fenomeni periodici e particolarmente come contagiri. In questa applicazione si presenta assai vantaggioso permettendo di effettuare misure su organi non accessibili agli ordinari contagiri e su piccoli meccanismi senza produrre frenamenti. Esso viene costruito con dimensioni molto ridotte. Il disco è racchiuso in una custodia cilindrica (fig. 4) ed è posto in rotazione da un motorino a molla racchiuso nella stessa custodia. La velocità del motorino è regolabile ed è mantenuta costante da un regolatore a forza centrifuga. Il numero di giri del disco è dato dalla posizione, su una scala graduata, di un indice collegato agli organi per la regolazione di velocità.

Lo schema più semplice, di stroboscopio elettrico, è riprodotto in fig. 5. R è un rocchetto di Ruhmkorff, sul secondario del quale è connesso un tubo di Geissler T. La scarica, attraverso il tubo,

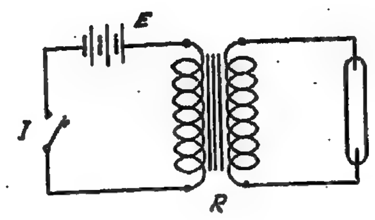


Fig. 5.

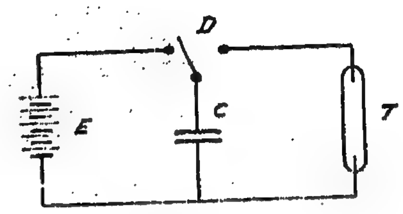


Fig. 6.

avviene solo all'apertura dell'interruttore I, il quale si apre ad intervalli regolari, sincronizzati col moto in istudio. I risultati che si possono ottenere sono già notevoli, tuttavia l'illuminazione, piuttosto scarsa, non permette di esaminare pezzi di una certa estensione. D'altra parte, la corrente primaria, sempre alquanto forzata per avere scariche un po' intense, provoca un sensibile scintillamento tra i contatti dell'interruttore che, oltre a logorare presto i contatti stessi, rende impreciso l'istante di inizio della scarica e la durata di essa.

Di funzionamento assai più soddisfacente è il circuito di fig. 6, nel quale il commutatore D provvede a caricare il condensatore C per mezzo della batteria E ed a scaricarlo attraverso il tubo a luminescenza T. Con questa disposizione risulta meglio definito l'istante della scarica, ma non è ancora possibile avere una illuminazione piuttosto intensa. La fig. 7 è di uno stroboscopio funzionante

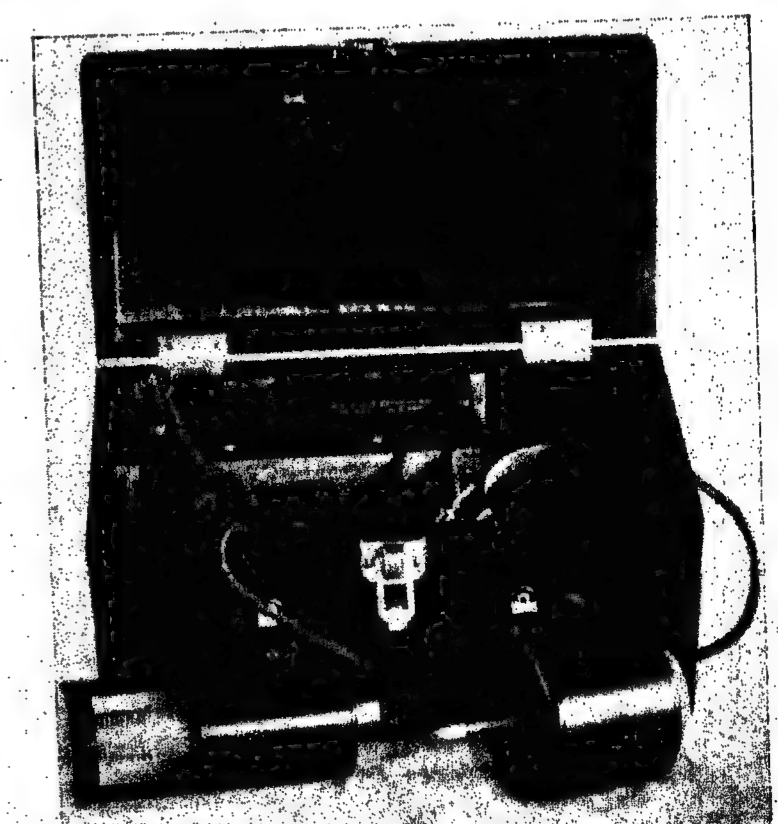


Fig. 7. — Stroboscopio costruito dalla Ditta Allocchio, Bacchini e C.

secondo il principio ora spiegato: L è il tubo a luminescenza, protetto da uno schermo, che ha pure funzione di diffusore della luce, munito di impugnatura. C è il commutatore avente l'ufficio di inserire il condensatore nel circuito di carica o della lampada. Esso è del tipo rotante e si può applicare alle macchine a guisa di contagiri per mezzo di una punta a piramide; la fig. 8 ne indica chiaramente la costruzione. Il gruppo di spazzole è girevole, a mano, attorno all'asse di rotazione del tamburo che porta i contatti per cui è possibile variare a piacimento la fase del lampo luminoso. La batteria è sostituita da una capacità mantenuta carica da un raddrizzatore a tubo elettronico alimentato dalla rete stradale e racchiuso nella cassetta che serve per il trasporto dell'apparecchio.

Al fine di poter effettuare delle misure è necessario avere delle immagini perfettamente nette e rigorosamente stabili unitamente

---

(1) La distanza h della base del prisma, dall'asse di rotazione è data da:

$$h = \frac{a}{4}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{2\,n^2 - 1}}\right) \qquad (4)$$

in cui a è la lunghezza di $B\,C$, n l'indice di rifrazione del vetro del prisma, relativo al colore di luce con la quale si opera. Se la luce non è monocromatica la (4) potrà essere soddisfatta per un solo colore, tuttavia, finchè si può ritenere acromatico il prisma, è possibile dare ad h un valore intermedio a quelli che corrispondono alla massima ed alla minima lunghezza d'onda della luce impiegata, ottenendo immagini nette e stabili. Per i prismi correntemente usati il cromatismo è accettabile per dimensioni di $B\,C$ non superiori a circa 10 cm.

ad una notevole potenza luminosa. Per ottenere questo intento, negli stroboscopi odierni, il circuito di sincronizzazione è stato nettamente separato da quello d'illuminazione. Questo secondo è comandato dal primo, che determina l'istante dell'illuminazione, senza essere attraversato dalla corrente d'illuminazione. Inoltre, per assicurarsi che l'illuminazione avvenga nell'istante rigorosamente esatto, si è rinunciato a provocarla mediante l'interruzione di una corrente. In fig. 9 è riportato lo schema di un moderno stroboscopio. Il sincronizzatore è costituito da un interruttore rotante I mosso da un motore a velocità regolabile. Ad ogni contatto, un condensatore di limitata capacità, si scarica attraverso il primario a poche spire di un trasformatore ad alta frequenza (senza ferro) il cui secondario è posto in derivazione al tubo illuminatore N contenente neon rarefatto. La tensione elevata che si produce agli estremi del tubo provoca una scarica assai debole, data la piccola capacità del condensatore, la quale provoca immediatamente l'innesco di una scarica assai energica alimentata dal circuito illuminatore. Questo è costituito da una grossa batteria di condensatori C, dal tubo al neon, e dallo spinterometro S, in serie al tubo. La batteria di condensatori è caricata da un trasformatore elevatore di tensione T, connesso alla rete stradale, sul secondario del quale è il raddrizzatore di corrente R. Lo spinterometro è regolato in modo che la scarica non si produca se il tubo non è innescato, ma che si effettui invece quando l'innesco è dato dal sincronizzatore.

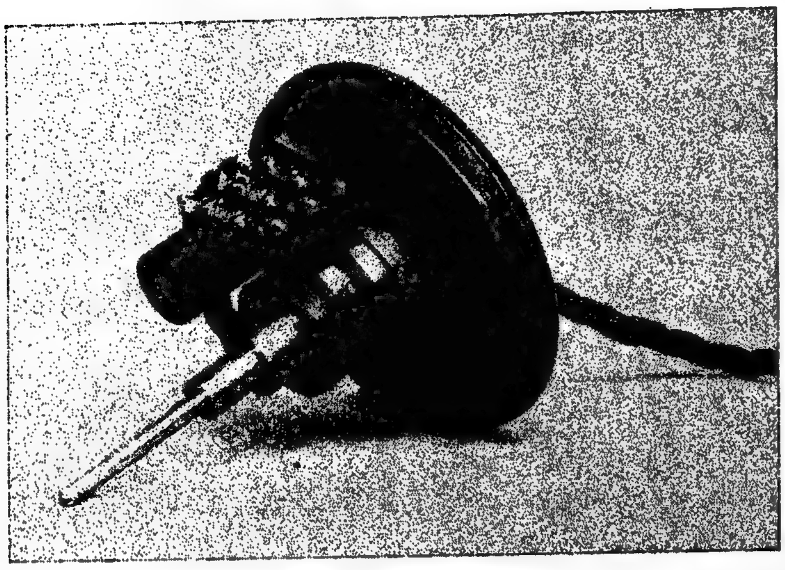


Fig. 8.

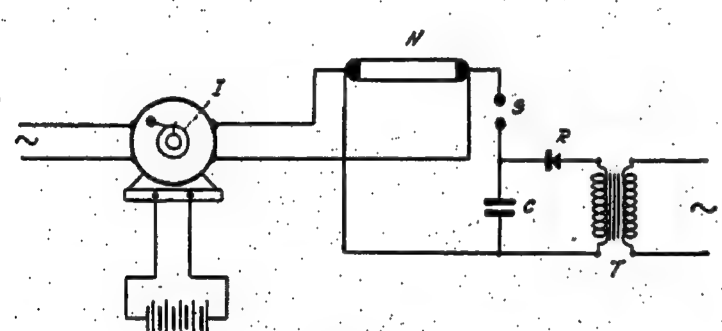


Fig. 9.

La scarica avviene attraverso un circuito d'induttanza limitatissima, perciò è di durata estremamente breve, dell'ordine di milionesimi di secondo; difatti su un disco girante con velocità periferica di 100 m/s sono visibili ancora distinti due tratti distanti qualche decimo di millimetro, incisi in prossimità del bordo.

Il contatto rotante I, che determina la frequenza dei lampi luminosi, può essere comandato da un motore elettrico apposito (comando indipendente) oppure direttamente dalla macchina che si studia, (comando diretto) nel qual caso è possibile, ruotando a mano la spazzola del contatto di sincronizzazione, variare la fase di osservazione.

In fig. 10 è lo schema di un altro stroboscopio, pure di costruzione moderna, nel quale la sincronizzazione della scarica luminosa avviene in maniera alquanto singolare. Il circuito di illuminazione è costituito semplicemente dal tubo T a vapori di mercurio e dalla capacità C_1. Il condensatore C_2, di grande capacità, mediante il trasformatore elevatore di tensione T_1, connesso alla rete stradale, ed il raddrizzatore S, viene mantenuto ben carico e provvede a sua volta a caricare C_1 attraverso la resistenza R e la induttanza L. I valori degli elementi L, R e C_1 sono tali che il circuito oscillante da essi formato, è in condizioni prossime allo smorzamento critico.

Il circuito di sincronizzazione consta di una piccola capacità C_3, di un trasformatore elevatore di tensione T_2, per alta frequenza, e di un dispositivo, che indichiamo semplicemente con l'interruttore I (³), il quale permette la scarica di C_3 attraverso il primario del trasformatore.

La tensione che si sviluppa al secondario in virtù della scarica di C_3 viene applicata tra il catodo del tubo T ed una fascetta

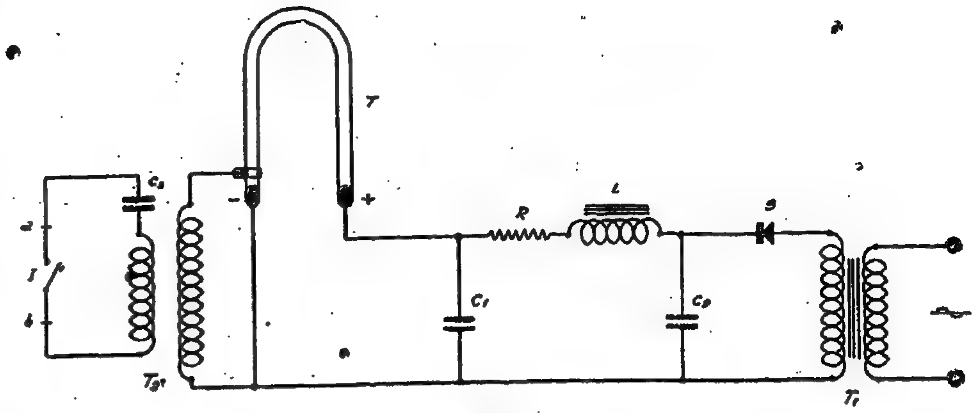


Fig. 10.

metallica stretta attorno al tubo (esternamente) in prossimità del catodo. In conseguenza dell'energico campo elettrico che si stabilisce tra il catodo e la fascia metallica, si ha, in prossimità di questi elettrodi, una forte ionizzazione del vapore di mercurio; gli ioni ed in particolare gli elettroni formatisi, accelerati dal campo elettrico agente tra l'anodo ed il catodo dovuto al condensatore C_1, carico, ionizzano, a loro volta, per urto, altre molecole, per cui in un attimo si innesca un arco che scarica C_1. Il condensatore C_2 grazie all'induttanza L e la resistenza R non può alimentare l'arco perchè, data la breve durata di questo, non v'è tempo per lo stabilirsi di una corrente apprezzabile attraverso L R. L'arco, date le caratteristiche del circuito nel quale avviene, si spegne immediatamente, appena scarico C_1, interrompendo il circuito, e C_1 si carica nuovamente attraverso L, R durante il tempo, relativamente lungo, intercorrente tra due scarice successive. Il circuito che provvede a caricare la capacità C_3 non è indicato nello schema, ma è derivato ancora dalla capacità C_2.

Anche in questo stroboscopio si possono avere indifferentemente i due comandi: diretto ed indipendente ed è pure possibile variare la fase di osservazione. La fig. 11 mostra l'apparecchio ora descritto.

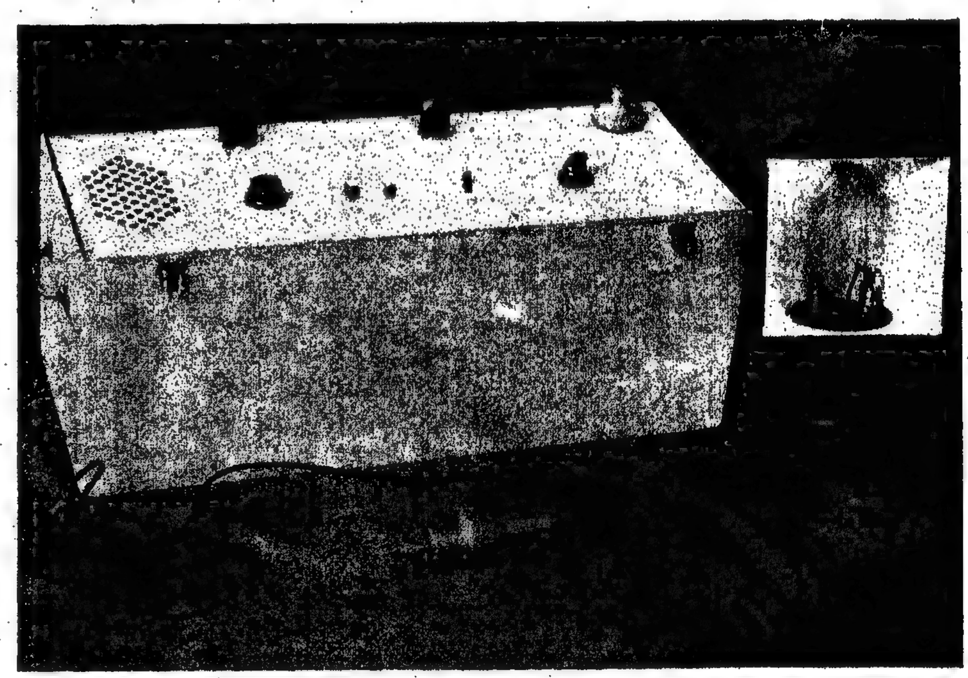


Fig. 11. — Stroboscopio costruito dalla Ditta Allocchio, Bacchini e C.

Gli stroboscopi di cui si è detto finora sono di uso affatto generale; se ne costruiscono però anche di quelli adatti solo per determinati scopi e per i quali alla limitazione d'impiego si contrappone una notevole semplicità del complesso ed un costo ridotto.

Diamo ancora un cenno di due apparecchi permettenti solo osservazioni su macchine elettriche sincrone e che sono indicati specialmente per studiare come varia la posizione dell'induttore rispetto al campo rotante al variare delle condizioni di funzionamento.

(³) Il circuito in realtà è costituito da un complesso comprendente un triodo a vapori di mercurio (il cui spazio interno tra catodo ed anodo si deve pensare sostituito ad I) il quale ha ufficio di relè comandato dal contatto di sincronizzazione. Questa complicazione permette di rendere assai preciso l'istante della scarica.

Il primo consta di una lampada al neon L (fig. 12) alimentata, per mezzo del trasformatore T, dalla rete cui è connessa la macchina. Il nucleo magnetico del trasformatore è costruito come indica la fig. 13. Lateralmente alla colonna P, su cui è avvolto il primario, è disposto lo shunt magnetico M; in D, per un tratto notevolmente lungo rispetto ai traferri lasciati tra lo shunt e la colonna P, si ha una forte riduzione della sezione del ferro. Con questa disposizione il flusso primario si suddivide in due parti; una passante per lo shunt magnetico, cioè lungo un circuito che, per la presenza dei traferri, presenta riluttanza quasi costante, l'altra concatenantesi col secondario avvolto sulla colonna S, e perciò percorrente un circuito la cui riluttanza è grande o piccola secondo che il flusso satura o no il ferro in D. Con opportune dimensioni delle varie parti del circuito magnetico si ottiene che, mentre il flusso primario varia con legge sinusoidale, la forma d'onda del flusso concatenato col secondario si approssimi ad un rettangolo, di conseguenza, negli istanti in cui il flusso secondario cambia di segno, cioè due volte al periodo, si induce, nell'avvolgimento secondario, un guizzo di tensione il quale può venire ancora esaltato disponendo in parallelo al secondario una capacità di valore appropriato. Questi guizzi di tensione producono nella lampada degli sprazzi luminosi di breve durata e di fase nettamente definita rispetto alla tensione primaria. Supposto di esaminare una macchina con induttore rotante, a quattro poli, l'induttore sarà illuminato da un lampo ad ogni quarto di giro, cosicchè, per ogni giro, si hanno quattro immagini, ma queste, data la simmetria dell'induttore, sono perfettamente sovrapposte, perciò l'induttore apparirà fermo.

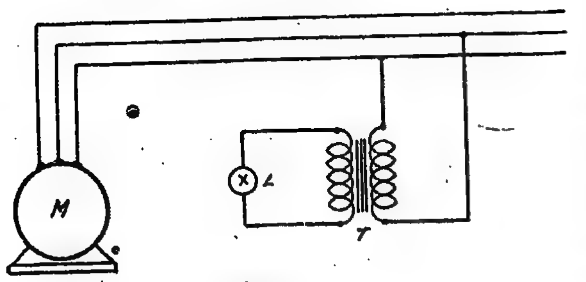


Fig. 12.

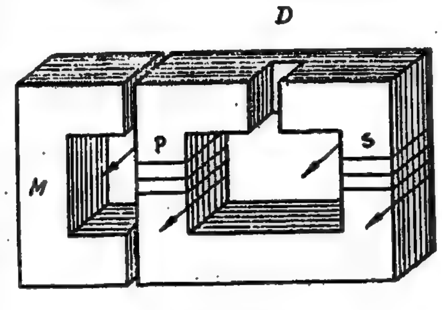


Fig. 13.

L'altro apparecchio utilizza come sorgente luminosa un triodo a vapore di mercurio (Thyratron) a caratteristica positiva ([3]). Il circuito consiste di due parti principali (fig. 14). La prima comprende i secondari del trasformatore di alimentazione che erogano la tensione di placca e di filamento, la resistenza limitatrice di corrente R_1, la capacità C_1 ed il tubo a vapori di mercurio. L'altra parte, prevista per dare alla griglia una tensione di fase opportuna, comprende il terzo secondario, la capacità C_2, la resistenza regolabile R_3 e la resistenza limitatrice di corrente R_2.

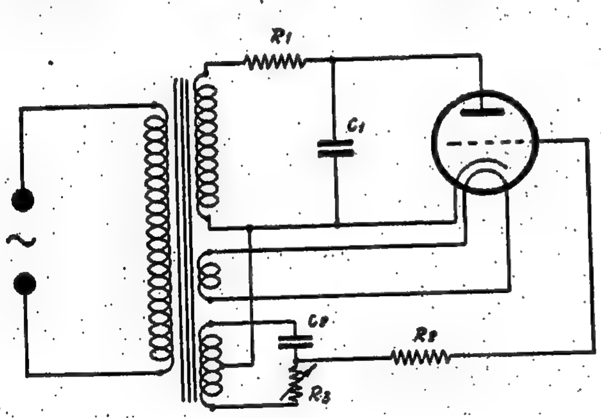


Fig. 14.

La scarica attraverso il tubo avviene solo quando la placca è portata a potenziale positivo e la griglia raggiunge o supera il potenziale critico. Ad ogni alternanza il condensatore C_1 (che ha l'ufficio di alimentare la scarica nel tubo) si carica attraverso R_1, però solo una volta al periodo l'armatura connessa alla placca si carica positivamente; sarà perciò possibile ottenere un lampo solo al periodo. Regolando R_3 si varia la fase della tensione di griglia in modo che il potenziale critico, raggiunto per valori crescenti, si presenti in prossimità del massimo di tensione di placca. La scarica del condensatore è pressochè istantanea stante la bassa resistenza del circuito, quindi la corrente risulta elevata e la illuminazione di durata breve e di forte intensità. La tensione di alimentazione non può dare una corrente apprezzabile, attraverso il tubo, durante la fase di scarica, grazie la resistenza R_1 che può essere di valore sufficientemente alto pur permettendo che la carica di C_1 si effettui in poco meno di un quarto di periodo.

Le misure stroboscopiche.

Le applicazioni dello stroboscopio sono innumerevoli e si estendono ai campi più disparati. La semplice osservazione stroboscopica può rendere servigi utilissimi poichè anche dal solo esame qualitativo dei fenomeni si possono trarre insegnamenti preziosi, ma la possibilità di eseguire delle misure, che non sarebbero effettuabili per altra via, dà una importanza veramente notevole al metodo stroboscopico.

La misura della frequenza di fenomeni periodici è forse una delle applicazioni più correnti; essa si effettua semplicemente immobilizzando il movimento con lo stroboscopio, del quale è nota la frequenza dei lampi. Si può così misurare lo scorrimento di un motore a campo rotante; la velocità di rotazione della gabbia di un cuscinetto a sfere od a rulli; immobilizzando successivamente due ruote di una frizione se ne può determinare lo scorrimento relativo, ecc.

Mediante il comando dipendente del sincronizzatore è possibile rilevare le leggi del movimento di vari organi di una macchina, notando le posizioni successive di essi su scale graduate predisposte, in corrispondenza a diverse posizioni angolari del sincronizzatore. In un motore a scoppio per es., si possono rilevare i diagrammi del movimento delle valvole e delle singole spire delle loro molle, alla velocità per la quale entrano in risonanza.

La misura delle deformazioni di pezzi in movimento è assai interessante e talvolta richiede delle disposizioni speciali. Ad es. per la misura della torsione di alberi alquanto lunghi, si suole usare un sistema di specchi costituente una specie di doppio periscopio che permette di vedere, simultaneamente, due tratti di riferimento tracciati su dei tamburi fissati alle estremità dell'albero.

La misura delle deformazioni risulta molto agevole mediante la fotografia delle immagini stroboscopiche e si consegue sovrapponendo, sulla medesima lastra, due fotografie nella posizione rigorosamente determinata dal sincronizzatore, una presa con la macchina a regime ridottissimo, l'altra con la macchina a pieno regime.

Naturalmente prima di procedere nelle misure è sempre necessario rendersi esatto conto di ciò che si vede con lo stroboscopio, poichè un esame un po' superficiale può indurre facilmente in errore. Immaginiamo di osservare un roteggio costituito da due ruote dentate con numeri di denti primi tra loro. Regolando la frequenza delle scariche luminose in modo da vedere immobile una ruota, l'altra appare con la corona dentata ferma mentre il mozzo gira magari a tutta andatura. La cosa può sorprendere, ma appunto per questo richiama l'attenzione dell'osservatore che si spiega il fenomeno prima di procedere oltre. Talvolta però le cose avvengono in maniera... subdola. Due puleggie di ugual diametro, riunite da una cinghia, possono essere facilmente immobilizzate allo stroboscopio, ma la cinghia sembra, generalmente, scorrere sulle fascie delle puleggie. Questa parvenza, che potrebbe essere interpretata come slittamento, è dovuta al fatto che la lunghezza della cinghia non è un multiplo dello sviluppo periferico delle puleggie. Volendo misurare lo slittamento vero e proprio, sarà necessario, mediante segni di riferimento, suddividere la cinghia in parti uguali e di lunghezza sottomultipla dello sviluppo della puleggia. Lo slittamento è allora caratterizzato dal movimento apparente dei segni di riferimento.

Questi esempi si potrebbero moltiplicare, ma sono già bastevoli per mostrare la necessità in questo campo, come in tutti i metodi di osservazione, di una interpretazione ragionata dei fenomeni.

([3]) Si dice che un Thyratron è a caratteristica positiva o negativa secondo che il potenziale critico della griglia (potenziale per cui è permessa la scarica tra anodo e catodo) è positivo o negativo rispetto al catodo.

CORRENTI DI CORTO CIRCUITO IN TRASFORMATORI A PIÙ AVVOLGIMENTI

C. DELLA SALDA

Viene studiato il caso di un corto circuito generale in un trasformatore a quattro avvolgimenti determinando in via analitica le relazioni fra le correnti in corto circuito e mettendo in evidenza una particolare proprietà di esse che può essere utilizzata a scopo di controllo in sede di collaudo.

Per i trasformatori del tipo a più avvolgimenti disposti in colonne concentriche può verificarsi un'interessante proprietà di ordine pratico, riguardante le correnti di corto circuito permanente ed utilizzabile a scopo di controllo in sede di collaudo.

Non risultando che essa sia stata messa in rilievo da altri, si è creduto opportuno farlo in questo scritto [1].

Si chiarirà l'argomento con considerazioni analitiche e si riporteranno dati sperimentali.

Correnti di corto circuito generale in trasformatori a quattro avvolgimenti.

Si indichi con 1 il primario di un trasformatore a quattro avvolgimenti, e siano 2, 3, 4 i secondari, senza attribuire, per altro, ai numeri stessi un significato con riguardo alle posizioni occupate dagli avvolgimenti di un nucleo sul medesimo. Più avanti si preciserà per quali di queste posizioni relative si verifica la proprietà in discorso.

Per maggiore semplicità di trattazione, si supporrà che gli avvolgimenti del trasformatore posseggano uno stesso numero di spire. Avvolgimenti diversi si potrebbero sempre ridurre al numero di spire del primario, e le correnti primarie di corto circuito calcolate per il trasformatore modificato varrebbero anche per quello originario.

Si userà il carattere grassetto per le grandezze vettoriali, il carattere normale per le grandezze scalari.

Gli avvolgimenti secondari 2, 3, 4 siano messi contemporaneamente in corto circuito, e siano $\mathbf{V}_1$ la tensione per fase applicata al primario ed $\mathbf{I}_1$, $\mathbf{I}_2$, $\mathbf{I}_3$, $\mathbf{I}_4$ le correnti corrispondenti nei quattro avvolgimenti.

Si fissi una medesima direzione nei circuiti 1, 2, 3, 4 (a spirale destrorsa oppure sinistrorsa rispetto ai nuclei di ferro) per i valori positivi della tensione applicata, delle correnti e delle f.e.m. indotte negli avvolgimenti.

Le equazioni che governano il funzionamento di corto circuito generale del trasformatore saranno le seguenti, simili a relazioni stabilite da altri autori nello studio del calcolo delle variazioni di tensione col carico in trasformatori a tre o quattro avvolgimenti:

$$\mathbf{V}_1 = R_1 \mathbf{I}_1 + j X_{g1} \mathbf{I}_1 + j X_{m12} \mathbf{I}_2 + j X_{m13} \mathbf{I}_3 + j X_{m14} \mathbf{I}_4, \quad \dots (1)$$

$$-j X_{m21} \mathbf{I}_1 - j X_{m23} \mathbf{I}_3 - j X_{m24} \mathbf{I}_4 - j X_{g2} \mathbf{I}_2 = R_2 \mathbf{I}_2, \quad \dots (2)$$

$$-j X_{m31} \mathbf{I}_1 - j X_{m32} \mathbf{I}_2 - j X_{m34} \mathbf{I}_4 - j X_{g3} \mathbf{I}_3 = R_3 \mathbf{I}_3, \quad \dots (3)$$

$$-j X_{m41} \mathbf{I}_1 - j X_{m42} \mathbf{I}_2 - j X_{m43} \mathbf{I}_3 - j X_{g4} \mathbf{I}_4 = R_4 \mathbf{I}_4. \quad \dots (4)$$

In queste formule, sempre con riferimento ad una fase del trasformatore, si chiamano: R_1, R_2, R_3, R_4 le resistenze effettive; $X_{g1}=\omega L_1$, $X_{g2}=\omega L_2$, $X_{g3}=\omega L_3$, $X_{g4}=\omega L_4$ le reattanze di a.i. globale; $X_{m12}=\omega M_{12}$, $X_{m13}=\omega M_{13}$, $X_{m14}=\omega M_{14}$, $X_{m21}=\omega M_{21}$, $X_{m31}=\omega M_{31}$, $X_{m41}=\omega M_{41}$, $X_{m23}=\omega M_{23}$, $X_{m24}=\omega M_{24}$, $X_{m32}=\omega M_{32}$, $X_{m42}=\omega M_{42}$, $X_{m34}=\omega M_{34}$, $X_{m43}=\omega M_{43}$ le reattanze di m.i. del circuito 2 rispetto al circuito 1, del circuito 3 rispetto al circuito 1, ecc.

Si intendono con L_1, L_2, L_3, L_4 i coefficienti di a.i. globali dei circuiti 1, 2, 3, 4 e con M_{12}, M_{13}, M_{14}, M_{21}, M_{31}, M_{41}, M_{23}, M_{24}, M_{32}, M_{42}, M_{34}, M_{43} i coefficienti di m.i. dei circuiti 2 verso 1, 3 verso 1, ecc.; ed $\omega = 2\pi f$ significa la pulsazione corrispondente alla frequenza f.

Come generalmente viene fatto, si supporrà che, malgrado le differenze di permeabilità e riluttanza dei vari circuiti magnetici, sia soddisfatta la condizione di eguaglianza dei coefficienti di m.i. reciproci; vale a dire: $X_{m12} = X_{m21}$, $X_{m13} = X_{m31}$, e via dicendo.

Si indichi con

$$\mathbf{I}_0 = \mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 + \mathbf{I}_3 + \mathbf{I}_4 \quad \dots (5)$$

la somma geometrica delle correnti dei circuiti del trasformatore; si può pensare che ad essa corrisponda, in linea di analisi, un certo flusso sinusoidale concatenato con tutte le spire avvolte sopra un nucleo e sviluppantesi quasi esclusivamente entro il ferro del medesimo.

Applicando le formule (1), (2) e (5), con riferimento pertanto, circa le tensioni e f.e.m., alla coppia di avvolgimenti 1-2, si ottiene per le correnti di corto circuito generale del trasformatore sotto la tensione applicata $\mathbf{V}_1$, la relazione:

$$\mathbf{V}_1 = R_1 \mathbf{I}_1 + j (X_{g1} - X_{m21}) \mathbf{I}_0 - (R_1 + R_2) \mathbf{I}_2 + j (X_{m12} - X_{g2} + X_{m21} - X_{g1}) \mathbf{I}_2 - (R_1 + R_3) \mathbf{I}_3 + j (X_{m13} - X_{m23} - X_{g1} + X_{m21}) \mathbf{I}_3 - (R_1 + R_4) \mathbf{I}_4 + j (X_{m14} - X_{m24} - X_{g1} + X_{m21}) \mathbf{I}_4 \quad \dots (6)$$

Si chiamino $X_{1(2)} = X_{g1} - X_{m21}$, ed $X_{2(1)} = X_{g2} - X_{m12}$ le reattanze di dispersione del circuito 1 rispetto al circuito 2 e di questo rispetto a quello, sempre per trasformatore in corto circuito.

Se si trascura la corrente $\mathbf{I}_0$ — come lecito in genere, ed ancor più in questa particolare condizione di funzionamento — dalla (6) si ottiene:

$$\mathbf{V}_1 = -(R_1 + R_2) \mathbf{I}_2 - j (X_{1(2)} + X_{2(1)}) \mathbf{I}_2 - R_1 \mathbf{I}_3 - j (X_{1(2)} + X_{m23} - X_{m13}) \mathbf{I}_3 - R_1 \mathbf{I}_4 - j (X_{1(2)} - X_{m24} - X_{m14}) \mathbf{I}_4 \quad \dots (7)$$

Si chiamino poi $X_{1(3)} = X_{g1} - X_{m31}$, ed $X_{3(1)} = X_{g3} - X_{m13}$ le reattanze di dispersione del circuito 1 rispetto al circuito 3 e viceversa. Permutando tra loro nella formula (7) gli indici 3 e 2, ne consegue una seconda formula circa la tensione $\mathbf{V}_1$, ma con riferimento alla coppia di avvolgimenti 1-3:

$$\mathbf{V}_1 = -(R_1 + R_3) \mathbf{I}_3 - j (X_{1(3)} + X_{3(1)}) \mathbf{I}_3 - R_1 \mathbf{I}_2 - j (X_{1(3)} + X_{m32} - X_{m12}) \mathbf{I}_2 - R_1 \mathbf{I}_4 - j (X_{1(3)} + X_{m34} - X_{m14}) \mathbf{I}_4 \quad \dots (8)$$

Infine definendo, con riguardo ai circuiti 1 e 4, le reattanze $X_{1(4)} = X_{g1} - X_{m41}$ ed $X_{4(1)} = X_{g4} - X_{m14}$, analoghe alle precedenti, se si permutano nella (7) gli indici 4 e 2, si ottiene una terza formula circa la tensione $\mathbf{V}_1$, con riferimento alla coppia di avvolgimento 1-4:

$$\mathbf{V}_1 = -(R_1 + R_4) \mathbf{I}_4 - j (X_{1(4)} + X_{4(1)}) \mathbf{I}_4 - R_1 \mathbf{I}_2 - j (X_{1(4)} + X_{m42} - X_{m12}) \mathbf{I}_2 - R_1 \mathbf{I}_3 - j (X_{1(4)} - X_{m43} - X_{m13}) \mathbf{I}_3 \quad \dots (9)$$

Le relazioni (7), (8), (9) formano un sistema di equazioni di primo grado fra tre grandezze complesse incognite $\mathbf{I}_2$, $\mathbf{I}_3$, $\mathbf{I}_4$, comportanti parametri pure complessi, quali sono $R_1 + R_2 + j (X_{1(2)} + X_{2(1)})$, $R_1 + j (X_{1(3)} + X_{m32} - X_{m12})$, ecc.

Se i parametri sono noti, applicando il metodo di calcolo dei determinanti si potranno dedurre le correnti secondarie $\mathbf{I}_2$, $\mathbf{I}_3$, $\mathbf{I}_4$. Dopo di che, mediante la (5), dove $\mathbf{I}_0 = 0$, si ricaverà la corrente primaria $\mathbf{I}_1$ somma geometrica capovolta delle secondarie.

Per semplificare il problema in parola giova trarre profitto di una relazione generale che caratterizza un sistema di tre avvolgimenti, *a, b, c,* costituenti cadauno una fase di trasformatore. Tale relazione, comunque siano gli avvolgimenti disposti rispetto al nucleo corrispondente, si può scrivere:

$$\frac{X_{ab} - X_{bc} + X_{ca}}{2} = X_{a(b)} + X_{mbc} - X_{mac}, \quad (10)$$

dove: X_{ab}, X_{bc}, X_{ca} significano le reattanze di corto circuito binario rispettivamente delle coppie di avvolgimenti *a-b, b-c, c-a*; $X_{a(b)}$ indica la reattanza di dispersione dell'avvolgimento *a* rispetto a quello *b*; X_{mbc} ed X_{mac} sono le reattanze di m.i. del circuito *b* rispetto a quello *c* e di *a* rispetto a *c*.

La relazione (10) si terrà per dimostrata, considerando quanto trovasi già pubblicato sull'argomento dei trasformatori a più avvolgimenti [2].

Tornando alle equazioni (7), (8), (9), si sostituiscano in esse le reattanze di corto circuito binario X_{12}, X_{13}, X_{14} alle somme di reattanze di dispersione, $X_{1(2)} + X_{2(1)}$, $X_{1(3)} + X_{3(1)}$, $X_{1(4)} + X_{4(1)}$, e

[1] Non sarebbe un fuori luogo prendere in considerazione anche le correnti di corto circuito in motori ad induzione del tipo a gabbia multipla — i quali costituiscono, in definitiva, un caso particolare di trasformatore corazzato a più avvolgimenti, con primario esterno — onde stabilire, se ed entro quali limiti, la proprietà goduta dai trasformatori valga anche per i motori ad induzione. Alcuni dati di prova e di calcolo di cui dispone lo scrivente farebbero propendere per una risposta affermativa a questa domanda, sia pure accettando un maggior margine di errore.

[2] Vedasi, ad es., articolo di F. Correggiari su *L'Elettrotecnica* 25 luglio 1932; dal confronto delle formule (7) e (9) ivi riportate, nella seconda delle quali figurano impedenze di corto circuito binario di un trasformatore a quattro avvolgimenti, è facilmente derivabile la suesposta formula (10) come caso particolare.

si applichi la (10), il primo membro della quale, per concisione, si scriverà $X_{ab(c)}$. Ne derivano, per il trasformatore in discorso, le relazioni:

$$\mathbf{V}_1 = -(R_1+R_2+j\,X_{12})\,\mathbf{I}_2 - (R_1+j\,X_{12(3)})\,\mathbf{I}_3 - (R_1+j\,X_{12(4)})\,\mathbf{I}_4\,, \quad \ldots\ (11)$$

$$\mathbf{V}_1 = -(R_1+j\,X_{13(2)})\,\mathbf{I}_2 - (R_1+R_3+j\,X_{13})\,\mathbf{I}_3 - (R_1+j\,X_{13(4)})\,\mathbf{I}_4\,, \quad (12)$$

$$\mathbf{V}_1 = -(R_1+j\,X_{14(2)})\,\mathbf{I}_2 - (R_1+j\,X_{14(3)})\,\mathbf{I}_3 - (R_1+R_4+j\,X_{14})\,\mathbf{I}_4 \quad \ldots\ (13)$$

Per il caso in cui siano trascurabili le resistenze, come generalmente si verifica in trasformatori di potenza non piccola, le correnti nei tre secondari risultano:

$$\mathbf{I}_2 = \frac{\begin{vmatrix} \mathbf{V}_1 & j\,X_{12(3)} & j\,X_{12(4)} \\ \mathbf{V}_1 & j\,X_{13} & j\,X_{13(4)} \\ \mathbf{V}_1 & j\,X_{14(3)} & j\,X_{14} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} j\,X_{12} & j\,X_{12(3)} & j\,X_{12(4)} \\ j\,X_{13(2)} & j\,X_{13} & j\,X_{13(4)} \\ j\,X_{14(2)} & j\,X_{14(3)} & j\,X_{14} \end{vmatrix}} \ldots (14) \qquad \mathbf{I}_3 = \frac{\begin{vmatrix} j\,X_{12} & \mathbf{V}_1 & j\,X_{12(1)} \\ j\,X_{13(2)} & \mathbf{V}_1 & j\,X_{13(4)} \\ j\,X_{14(2)} & \mathbf{V}_1 & j\,X_{14} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} j\,X_{12} & j\,X_{12(3)} & j\,X_{12(4)} \\ j\,X_{13(2)} & j\,X_{13} & j\,X_{13(4)} \\ j\,X_{14(2)} & j\,X_{14(3)} & j\,X_{14} \end{vmatrix}} \ldots (15)$$

$$\mathbf{I}_4 = \frac{\begin{vmatrix} j\,X_{12} & j\,X_{12(3)} & \mathbf{V}_1 \\ j\,X_{13(2)} & j\,X_{13} & \mathbf{V}_1 \\ j\,X_{14(2)} & j\,X_{14(3)} & \mathbf{V}_1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} j\,X_{12} & j\,X_{12(3)} & j\,X_{12(4)} \\ j\,X_{13(2)} & j\,X_{13} & j\,X_{13(4)} \\ j\,X_{14(2)} & j\,X_{14(3)} & j\,X_{14} \end{vmatrix}} \quad \ldots\ (16)$$

La corrente primaria $\mathbf{I}_1$ conseguirà facilmente dalla somma delle secondarie.

Corrente primaria di corto circuito generale in trasformatori a quattro avvolgimenti con primario esterno od interno (non intermedio).

La proprietà che si vuole mettere in rilievo nella presente Nota si verifica se i circuiti primario 1 e secondari 2-3-4 si seguono nell'ordine 1-2-3-4 passando dall'esterno successivamente verso l'interno o viceversa.

Si trascurino le resistenze rispetto alle reattanze, ed inoltre si accettino per vere le seguenti eguaglianze:

$$X_{13} \cong X_{12} + X_{23} \quad , \quad X_{14} \cong X_{12} + X_{24} \quad , \quad X_{24} \cong X_{23} + X_{34}\,.$$

Queste valgono, secondo lo scrivente, con errori di circa il 5% in più od in meno. A conferma di ciò si potrebbero portare esempi pratici sperimentali che si trovano in diverse pubblicazioni (3).

Ammesse le dette ipotesi semplificative, si ricava:

$$X_{12(3)} \cong X_{12}\ ;\ X_{12(4)} \cong X_{12}\ ;\ X_{13(2)} \cong X_{12}\ ;\ X_{13(4)} \cong X_{13};$$
$$X_{14(2)} \cong X_{12}\ ;\ X_{14(3)} \cong X_{13}\,.$$

Sostituendo le grandezze $X_{12(3)}$, $X_{12(4)}$, ecc., nelle equazioni (14), (15), (16), in modo che in queste appaiano solo reattanze binarie di corto circuito, e sviluppando, ne consegue:

$$\mathbf{I}_2 \cong \frac{\mathbf{V}_1}{j\,X_{12}}\ ;\ \mathbf{I}_3 \cong \mathbf{I}_4 = 0\ ;\ \mathbf{I}_1 \cong -\mathbf{I}_2\,,$$

cioè la corrente $\mathbf{I}_2$ coincide con quella che si avrebbe a trasformatore in corto circuito binario 1-2, restando inerti i circuiti 3 e 4; ed altrettanto accade circa la corrente $\mathbf{I}_1$.

Vale pertanto nel caso ora considerato la seguente proprietà caratteristica: *La corrente* $\mathbf{I}_1$ *di corto circuito generale* 1-2-3-4 *assorbita dal trasformatore a quattro avvolgimenti nel suo primario* 1 *eguaglia la corrente di corto circuito a coppia* 1-2 *sola funzionante nel trasformatore, e le correnti negli avvolgimenti* 3 *e* 4 *sono nulle.* Quanto affermato circa le correnti di corto circuito vale ovviamente anche per le impedenze corrispondenti.

Nel corto circuito generale il secondario 2 si comporta, in definitiva, da schermo magnetico nei confronti degli altri secondari 3 e 4, e le f.e.m. indotte in ognuno dei circuiti 3 e 4 hanno risultante nulla.

Volendo estendere l'indagine sulle correnti di corto circuito a trasformatori di piccola potenza, nei quali le resistenze non sono trascurabili rispetto alle reattanze, sarebbe necessario un esame più complesso che non si ritiene sia il caso qui di svolgere. Ad ogni modo, le prove di verifica della proprietà suddetta che verranno riportate più avanti sono state eseguite sopra un piccolo trasformatore. Tale verifica indurrebbe a concludere che, anche se l'ordine di grandezza delle resistenze è circa eguale a quello delle reattanze, la proprietà non cessa di essere soddisfatta, almeno per quanto riguarda i valori delle correnti. L'intervento delle resistenze determinerebbe differenze solo nel valore del cos φ.

Corrente primaria di corto circuito generale in trasformatori a tre avvolgimenti con primario non intermedio.

Risultati analoghi a quelli di cui in precedenza si ottengono considerando un trasformatore a tre avvolgimenti. Ora il sistema da risolvere comprenderà due equazioni lineari a due incognite complesse.

Limitandosi ancora al caso più importante dal punto di vista pratico, si ponga: $R_1 = R_2 = R_3 = 0$. Le correnti risultano:

$$\mathbf{I}_2 = \frac{\begin{vmatrix} \mathbf{V}_1 & j\,X_{12(3)} \\ \mathbf{V}_1 & j\,X_{13} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} j\,X_{12} & j\,X_{12(3)} \\ j\,X_{13(2)} & j\,X_{13} \end{vmatrix}} \ldots (17) \qquad \mathbf{I}_3 = \frac{\begin{vmatrix} j\,X_{12} & \mathbf{V}_1 \\ j\,X_{13(2)} & \mathbf{V}_1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} j\,X_{12} & j\,X_{12(3)} \\ j\,X_{13(2)} & j\,X_{13} \end{vmatrix}} \ldots (18)$$

Susseguendosi gli avvolgimenti nell'ordine 1-2-3 dall'esterno verso l'interno o viceversa, sarà $X_{12(3)} \cong X_{12}$, $X_{13(2)} \cong X_{12}$. Sostituendo e sviluppando, si ottiene:

$$\mathbf{I}_2 \cong \frac{\mathbf{V}_1}{j\,X_{12}}\ ,\ \mathbf{I}_3 \cong 0 \quad , \quad \mathbf{I}_1 \cong -\mathbf{I}_2\ ;$$

quindi la proprietà caratteristica delle correnti di corto circuito sussiste anche per il trasformatore a tre avvolgimenti.

Verifica sperimentale su un trasformatore a tre o quattro avvolgimenti.

I seguenti dati si riferiscono ad un trasformatore monofase costruito per la potenza di 2,5 kVA in ognuno dei suoi quattro avvolgimenti concentrici, che si seguono nell'ordine 1-2-3-4 passando successivamente dall'esterno all'interno (4).

Tabella I. — *Prove di corto circuito, a 42 ∼ e 15° C. circa. Primario 1 esterno.*

Avvolgim. in c.c.	2	2 e 3	2 e 4	2, 3 e 4	3	3 e 4
Impedenza Ω	1,74	1,70	1,75	1,72	1,36	1,32
Cos φ	0,68	0,60	0,65	0,60	0,69	0,403
Resistenza Ω	1,16	1,02	1,13	1,03	0,94	0,83
Reattanza Ω	1,28	1,36	1,32	1,38	1,—	1,02

Tabella II. — *Prove di corto circuito, a 42 ∼ e 15° C. circa. Primario 2, oppure 3 o 4.*

Avvolg. prim.	2		3		4			
Avvolg. in c.c.	3	3 e 4	2	2 e 1	3	3 e 2	3 e 1	3 e 2 e 1
Impedenza Ω	1,36	1,32	1,34	1,32	1,09	1,07	1,08	1,09
Cos φ	0,69	0,63	0.68	0,63	0,67	0,60	0,64	0,595
Resistenza Ω	0,94	0,83	0,91	0,83	0,75	0,64	0,412	0,65
Reattanza Ω	1,—	1,02	0,98	1,02	0,82	0,85	1,—	1,087

Dalle tabelle I e II si vede che lo scarto presentato dall'impedenza di corto circuito generale sul trasformatore a tre o quattro avvolgimenti rispetto alle impedenze di corto circuito binario sulle corrispondenti coppie 1-2, 1-3, 2-3, 3-2, 4-3, non supera il 3%; e ciò malgrado che le condizioni specifiche del trasformatore sperimentato si scostino sensibilmente da quelle di cui al caso analizzato.

(3) Ad es.: Nei *Rendiconti della Riunione A.E.I.* 1931, a pag. 294, vedasi: una Memoria di C. Palestrino nella quale sono dati per diversi tipi di trasformatore le tensioni di corto circuito binario (in %) relative a varie coppie di avvolgimenti, valori ai quali saranno evidentemente proporzionali le corrispondenti reattanze di corto circuito.

(4) Si tratta di prove fatte eseguire nel Laboratorio del R. Politecnico di Milano dal Chiar. Prof. G. Rebora, che lo scrivente ha interessato per poter controllare sperimentalmente la proprietà di cui alla presente Nota, ed al quale porge qui vivi ringraziamenti. Il trasformatore è lo stesso che ha servito all'Egr. Prof. F. Correggiari per il suo lavoro addietro citato.

Come addietro già accennato, la proprietà caratterizzante le correnti di corto circuito risulta così confermata sperimentalmente per un caso più complicato di quello prescelto per la dimostrazione teorica.

Sembrando opportune, in appoggio alle precedenti, altre prove su trasformatori di tipo industriale per potenze di altro ordine di grandezza, si riportano i seguenti dati, desunti, direttamente od indirettamente, da pubblicazioni (⁶).

Trasformatore - Cabina Cislago S.I.P. - Costruttore Comp. Gen. El.

Monofase: 20000 kVA primario (1 esterno), 25000 kVA secondario (2 intermedio), 15000 kVA terziario (3 interno).

Impedenza di c.c. generale 1-2-3	= 14,9%	sulla base
Impedenza di c.c. binario 1-2	= 15,15%	25000 kVA

Trasformatore - Soc. Valdarno - Costruttore E. Marelli & C.

Trifase 2000 kVA: primario 1 intermedio, secondario 2 esterno, terziario 3 interno.

Impedenza di c.c. generale 2 (alim.)-1-3	= 6,85%	
Impedenza di c.c. binario 2-1	= 6,63%	sulla base
Impedenza di c.c. generale 3 (alim.)-1-2	= 9,95%	2000 kVA
Impedenza di c.c. binario 3-1	= 9,58%	

Pertanto l'errore che si commetterebbe assumendo per questi trasformatori quali correnti di corto circuito generale le correnti di corto circuito binario, o, viceversa, queste in luogo di quelle, sarebbe al massimo eguale a circa il 3,8%.

Bibbiano, agosto 1935-XIII.

CONFERENZA INTERNAZIONALE DELLE GRANDI RETI (PARIGI - GIUGNO 1935)

Abbiamo pubblicato a suo tempo (vedi L'Elettrotecnica *del 10 agosto 1935, pag. 549) una cronaca della Sessione.*

Crediamo ora di far cosa grata ai nostri lettori riproducendo qui di seguito i Rapporti Generali delle 3 Sezioni che riassumono molto bene il contenuto tecnico della Sessione, traducendoli dal testo originale compilato dei Sigg. Ed. Roth, Ch. Duval, H. Parodi.

PRIMA SEZIONE

La prima sezione ha compiuto un lavoro veramente notevole; per convincersene si ricordino soltanto alcune cifre.

Nel 1933 la prima sezione ha discusso 40 rapporti; nel 1935 il numero dei rapporti salì a 63 pur tenendo conto che alcuni argomenti che nel 1933 erano di competenza della prima sezione sono stati discussi, quest'anno, in altre sezioni.

Nel 1933 vennero presentati 9 rapporti concernenti gli alternatori e la marcia in parallelo; quest'anno tale numero sale a 18. Analogamente per gli olii e gli interruttori il numero di rapporti passa da 3 e 7 nel 1933 a 9 e 11 nel 1935. Invece nelle misure il numero dei rapporti è rimasto costante (5), per gli isolanti 5 nel 1933 e 4 nel 1935, e infine per i trasformatori 6 nel 1933 e 7 nel 1935.

Numerose questioni sono state trattate e sarebbe difficile di farne scaturire una caratteristica unica. Però se lo si volesse fare ad ogni costo si potrebbe dire che i rapporti presentati, senza costituire sempre delle novità sensazionali, documentano i grandi progressi di dettaglio compiuti in questi ultimi anni. E, in definitiva, dobbiamo proprio contare su questi progressi lenti ma sicuri e irresistibili, più ancora che su quelle invenzioni comunque belle e ardite ma che non hanno ancora subìto il necessario adattamento alle condizioni pratiche ed economiche del momento.

Passiamo rapidamente ad esaminare il lavoro compiuto.

Alternatori e trasformatori. — Gli alternatori sono oggetto di due memorie; l'una studia il loro sviluppo e le condizioni di servizio; l'altra la determinazione dell'accelerazione negativa di un generatore sincrono a comando idraulico. Due altri rapporti si occupano dell'azione dell'ozono negli isolanti delle macchine e della misura della temperatura in servizio. La discussione ha semplicemente sfiorato il problema dell'isolamento flessibile e della libera dilatazione delle testate degli avvolgimenti e si è concentrata sulla determinazione, in servizio, della temperatura degli avvolgimenti, e, per estensione, sui mezzi per assicurare un controllo continuo del funzionamento delle macchine e dei trasformatori.

Questa discussione, ha superato in ampiezza tutte le successive. Sembra dunque acquisito l'estremo interesse destato da un tale argomento.

Ai trasformatori sono consacrate cinque memorie. Quattro di queste studiano le scariche atmosferiche (fulmini); senza eccezione gli autori sono concordi nel ritenere che non vi sia protezione possibile contro le scariche dirette, tutti i mezzi di protezione essendo previsti per scariche indirette ed onde transitorie. La discussione, che tocca anche i meriti rispettivi di trasformatori in aria e nell'olio, sembra mostrare che si può ottenere una buona protezione esterna, con un filo di terra od una griglia metallica a terra coprente per un raggio assai grande la sottostazione, e, naturalmente con una accurata costruzione dei trasformatori.

Interruttori. — La discussione sugli interruttori non ha raggiunto l'ampiezza che aveva avuto nella sessione precedente. Undici rapporti sono stati presentati. Essi sono stati così ripartiti:

a) Studio delle *condizioni esterne* di funzionamento e in particolare dell'andamento della tensione di ritorno.

Si trovano in questi rapporti i risultati di esperienze fatte in servizio e metodi di analisi matematica del fenomeno.

b) Studio delle *condizioni interne* di funzionamento. — Vengono esaminate la rigidità del dielettrico (olio e aria compressa), la deionizzazione con getto di gas freddo e la degradazione dell'energia dell'arco per mezzo di resistenze inserite convenientemente.

c) Esame di pratiche realizzazioni.

Dalla discussione traspare che il problema è assai più complesso di quanto non si pensasse in principio.

L'assemblea ha assunto un'attitudine di grande saggezza e prudenza: ci si è resi conto che il fenomeno dapprima ritenuto semplice e suscettibile di prescrizioni rigorose, non si lascia facilmente schematizzare.

Basti ricordare che due anni or sono non si teneva conto dello smorzamento e si cercava di unificare a qualunque costo la frequenza di prova (ciò sembra adesso eccessivo), si ammetteva l'esistenza di una sola frequenza propria mentre ve ne sono parecchie, e così via.

Ciò dimostra che siamo ancora lontani da una normalizzazione definitiva e che occorre esaminare con ogni prudenza le proposte di regole precise.

Nella discussione si sono anche sfiorate questioni di ordine pratico quali la normalizzazione delle prove, la possibilità di valutare la sollecitazione dell'interruttore attraverso misure a bassa tensione. Infine l'arco e i fenomeni interni hanno dato luogo a interessanti osservazioni.

Marcia in parallelo. — Il problema della marcia in parallelo ha dato luogo, come sempre, a una interessante discussione, che mostra ancora una volta l'utilità della Conferenza e delle informazioni che essa ci permette di raccogliere periodicamente. Quattordici rapporti si occupano quest'anno della questione e dei problemi ad essa connessi.

La stabilità è esaminata da alcuni di questi rapporti sia dal punto di vista matematico (calcolo del limite di stabilità) e da quello dei procedimenti da adottare per migliorarla. Su questo argomento che fino ad oggi è stato discusso solo teoricamente, possediamo adesso una notevole esperienza pratica.

È stata anche studiata la marcia asincrona mettendo in evidenza la possibilità di riprendere spontaneamente il sincronismo se si tratti di centrali lontane e di macchine a poli salienti.

Sono stati molto consigliati gli smorzatori e le gabbie di scoiattolo complete, ma si è anche fatta notare la necessità di dispositivi di sicurezza sensibili alla rottura del sincronismo e aprenti il circuito quando il difetto duri troppo a lungo.

Altri rapporti studiano la regolazione della frequenza e della tensione, gli apparecchi relativi (regolatori meccanici, frequenziometri puramente elettrici), il principio stesso della regolazione e, in particolare, la regolazione combinata (frequenza e potenza) a mano o automatica.

La discussione riprende tali questioni facendo notare, fra l'altro, che la regolazione combinata è un mascherato ritorno alla vecchia concezione della regolazione a caratteristica statica. Si è esaminata l'evoluzione della regolazione e le sue probabilità future.

Olii isolanti. — Nove sono stati i rapporti presentati, comprendenti:

a) studi di laboratorio;

(⁶) Vedansi il lavoro già citato di C. Palestrino e quello di B. Cerretelli pubblicato su *L'Elettrotecnica* 15 ottobre 1930.

b) studi « in vivo »;
c) discussione sulla rigenerazione degli olii.

La Conferenza ha potuto utilizzare i recenti lavori del C.E.I. Ricordiamo l'alterazione rapida degli olii esposti all'aria, la precipitazione dell'olio vecchio per effetto dell'olio nuovo, la preparazione degli olii per le misure di rigidità e il loro comportamento nell'intorno della tensione limite, infine l'esistenza di una temperatura critica da non sorpassare.

Le esperienze « in vivo » sembrano dimostrare che si può seguire assai comodamente, alterando artificialmente l'olio, il suo invecchiamento.

Infine la rigenerazione è studiata sotto tutti i punti di vista (tecnici ed economici).

La discussione ha rivelato, ancora una volta, il contrasto fra coloro che vogliono caratterizzare un olio partendo dalla misura delle perdite dielettriche o della rigidità, e coloro che ritengono l'invecchiamento un fenomeno di pura ossidazione. Si è sostenuto che non vi fosse alcuna relazione tra le perdite dielettriche e la qualità degli olii, ma si è pure messo in evidenza che l'ossidazione non è il solo fenomeno importante.

Fra le due tendenze un accordo non è stato possibile. L'assemblea ha emesso il voto che si giunga a definire un procedimento industriale per valutare l'ossidabilità di un olio.

Segnaliamo le prove effettuate per sostituire gli olii minerali con prodotti meglio definiti chimicamente. Questi olii sintetici presentano grandi vantaggi, sono incombustibili, molto fluidi e più pesanti dell'acqua.

Infine l'assemblea ha preso conoscenza dei risultati molto soddisfacenti ottenuti da quelle Società che rigenerano direttamente i propri olii.

Isolanti diversi dall'olio. — La discussione su questo argomento è stata meno importante di quella precedente. Quattro rapporti sono stati presentati, con speciale riferimento al comportamento degli isolanti sotto alta tensione, all'influenza della temperatura, all'azione dell'ozono, alle miscele isolanti per teste di cavi.

Dopo aver deferito al Gruppo Cavi la questione relativa al gradiente massimo ammissibile nei cavi (possibilità di ammettere un gradiente maggiore nei cavi a c. c. che non in quelli a c. a.) viene ricordato il progresso raggiunto dalla micanite all'asfalto. Infine si segnala l'opportunità di caratterizzare una massa isolante non solo colla tensione di perforazione, ma anche colle altre sue proprietà chimiche o fisiche.

Misure ed istrumenti di misura. — Uno dei rapporti di questo Gruppo tratta della determinazione delle perdite dielettriche, un altro della misura dell'energia apparente, un terzo dei progressi nei dispositivi di prova ad alta tensione, un quarto di perfezionamenti al voltmetro di cresta Haefely e l'ultimo dei riduttori di tensione a circuito magnetico aperto.

La crescente importanza dei raddrizzatori di corrente è stata messa in evidenza molto chiaramente nella discussione; si sono sopratutto meglio precisati alcuni dettagli, quali: precisione delle misure, necessità di costruire stazioni di prova di grande potenza, difetti dei riduttori a nucleo magnetico aperto, opportunità della tariffìcazione dell'energia reattiva. Su quest'ultimo argomento è stato accennato anche alla possibilità di misurare, in vista della tariffìcazione, non già la potenza apparente o quella reattiva, ma la potenza deformante.

Apparechiatura. — È stato presentato un solo rapporto sulla evoluzione dell'apparecchiatura corazzata dopo il 1925, rapporto che non ha dato luogo a discussione. Ricordiamo però che altri rapporti contenenti descrizioni di macchine e di apparecchi sono stati assegnati ad altri gruppi; pur non essendo oggetto di discussione, costituiscono una interessante documentazione.

Diversi. — Un rapporto descrive un laboratorio ad alta tensione e un altro riporta i risultati d'esercizio di un locomotore elettrico. Ricordiamo ancora uno studio sull'utilizzazione della energia del vento, un altro sulla rapida determinazione delle variazioni di tensione in una rete a corrente alternata. È stato anche discusso brevemente della regolamentazione delle prove a impulso (per quanto l'argomento rientri più spiccatamente fra i lavori della terza Sezione) con riferimento ad un rapporto sulle sovratensioni di origine atmosferica e ad un altro rapporto sulla protezione contro le sovratensioni.

Infine è stato discussa una memoria relativa al consumo di energia elettrica per la trazione e alla regolazione economica della velocità.

Su proposta di un membro della Conferenza l'assemblea ha deciso di studiare la possibilità di pubblicare memorie sulla Storia dell'Elettrotecnica. Di proposito ricordiamo in ultimo questo progetto per meglio metterlo in evidenza e per confermare il convincimento che nella storia dei progressi dell'elettrotecnica in questi ultimi quattrodici anni, l'enorme lavoro compiuto dalla Conferenza figurerà in primo piano.

SECONDA SEZIONE

Gruppo 22. - *Calcolo meccanico delle linee*. — M. Lavanchy riassume i rapporti N. 203 (Grévot), N. 216 (Alber), N. 228 (Carpentier e Benoit), N. 242 (Costes), N. 256 (Gellert) che esaminano il grado di approssimazione conseguibile coi diversi metodi di calcolo proposti da varî Autori, correlativamente all'approssimazione con cui si fanno i rilievi topografici ed il montaggio.

Alla discussione molto attiva ed interessante prendono parte i colleghi Alber, Dorra, Carpentier, Silva, Sulzberger, Straum, Jobin, West, Vuillermier, Grévot. Se ne può concludere che l'approssimazione delle formule semplificate può ritenersi sufficiente nella maggioranza dei casi, ma che per i casi speciali (grandi campate o dislivelli eccezionali) è bene controllare i risultati colle equazioni esatte che non conducono affatto a calcoli eccessivamente lunghi.

Il rapporto N. 254 (Sariban) si riferisce alle disposizioni prese dal Comitato Belga di Ricerche per studiare i coefficienti ammissibili per l'azione del vento sui sostegni e sui conduttori; si propone che la Conferenza centralizzi i risultati fino ad ora acquisiti nei diversi paesi su questo argomento.

Un conduttore « a fascio » per linee ad altissima tensione è descritto nel rapporto N. 249 (Markt e Mengele).

Gruppo 26. - *Sostegni per linee*. — M. Jobin riassume il rapporto N. 235 (Ramelot e Dussart) sulla trasformazione economica di linee da 50 kV a 70 kV e tre rapporti N. 240 (Bidault e Valensi), N. 251 (Szilas e Tevan), N. 257 (Székely) sull'attraversamento della Senna e del Danubio, con preziose informazioni nelle dimensioni dei sostegni e sulle loro fondazioni.

Il rapporto N. 239 (West) che descrive importanti deteriorazioni di sopporti in cemento armato, dà luogo a una viva discussione alla quale partecipano i Colleghi de Vinuesa, Sariban, Bermann, Silva, Nicolle, Ferrier. Ne risulterebbe che in Ispagna, Italia e Belgio un grande numero di sostegni costruiti da quindici anni hanno completamente soddisfatto; i più recenti processi di vibrazione e di centrifugazione permettono di produrre degli ottimi pali, ma ciò esige un'esecuzione molto accurata e sorvegliata; in questa materia come in tante altre il cattivo lavoro non può essere mai soddisfacente.

Gruppo 23. - *Conduttori aerei*. — I rapporti di questo Gruppo vengono riassunti da M. Gröbl. La memoria N. 229 (Lebouteux) ricorda il metodo Varney per la predeterminazione della freccia esatta che sarà assunta dal conduttore dopo l'applicazione della massima sollecitazione. Il riscaldamento reale del conduttore in servizio è esaminato nel rapporto N. 250 (Ravdonik), allo scopo di meglio precisare le prescrizioni oggi ancora così diverse nei varî paesi.

Nel rapporto N. 224 (Jobin) si cerca di determinare il metallo ottimo per una linea, in funzione del diametro dei conduttori, dei sovraccarichi previsti, del prezzo dei metalli, tenendo anche conto dei fenomeni accessori quali la corrosione e le vibrazioni.

Il rapporto N. 215 (Tuck) prende in esame l'azione del vento e cerca di precisare i coefficienti ammessi nelle prescrizioni.

Il rapporto N. 245 (Strand) descrive le prove di lunga durata effettuate sui conduttori in alluminio-acciaio sottoposti a sovraccarico e segnala le nuove prescrizioni norvegesi in materia.

Il rapporto N. 227 (Grezet) tratta di un dispositivo meccanico registratore delle sollecitazioni meccaniche dei conduttori.

Il rapporto N. 255 (Queunié) descrive un dilatometro differenziale che permette di determinare con una precisione di due centesimi il coefficiente di dilatazione dei conduttori.

Alla interessante discussione cui hanno dato luogo le questioni sopra ricordate partecipano gli autori dei citati rapporti e i Colleghi Hubert, Dassetto, Darrieus.

Gruppo 24. - *Vibrazioni dei conduttori*. — M. Gibrat presenta i rapporti di questo Gruppo: uno solo di questi studia la teoria del fenomeno, ma occorre far notare che la teoria classica dovrebbe essere riveduta giachè essa non sembra in accordo colle osservazioni pratiche.

I rapporti N. 205 (Gibrat), N. 214 (Ryle), N. 218 (Preiswerk) ricordano i principi teorici e descrivono le esperienze fatte con cinque tipi di apparecchi antivibranti e con un conduttore cavo egualmente antivibrante.

Il rapporto N. 204 (Margoulies) descrive gli speciali morsetti impiegati sulla rete della Linalux e le prove meticolose intraprese

sulle vibrazioni; il rapporto N. 220 (Zammit e Hostench) ci dà una statistica delle rotture dovute alle vibrazioni e indica il miglioramento ottenuto con modificazione dei morsetti.

Sulle questioni adesso ricordate si svolge una attiva discussione alla quale prendono parte i Colleghi Dassetto, Dorra, Gröbl, Gibrat, Leuch, Darrieus, Lebouteux.

Il Prof. List, Presidente del Comitato per il calcolo meccanico delle linee, espone quindi i lavori del Comitato stesso. In una seduta del Comitato tenutasi a Parigi il 3 luglio sono stati esaminati i diversi metodi di calcolo; si attira l'attenzione sulla possibilità di introdurre nei calcoli le variazioni del modulo di elasticità e del coefficiente di dilatazione dopo la prova e si domanda agli installatori di fare conoscere i risultati delle misure in materia. Il Comitato domanda pure che vengano precisate le costanti fisiche dei conduttori, il modulo di elasticità a 50 % del carico di rottura e il carico di rottura stesso. Viene proposto di studiare le precise condizioni di prova, il fissaggio delle estremità dei conduttori; si consigliano le formule per il calcolo del modulo di elasticità dei conduttori misti; si dispone per la raccolta dei dati concernenti la distanza dei conduttori.

Viene presentata una proposta per l'analogo studio dei sostegni. I lavori in merito saranno sviluppati in stretto accordo colla Commissione Elettrotecnica Internazionale e specialmente col Comitato Belga che centralizza gli studi relativi alle linee aeree.

Come conclusione l'Assemblea decide di domandare al Consiglio della Conferenza di creare due nuovi Comitati di Studio concernenti:

1°) le questioni relative alle linee, calcolo, sollecitazioni dovute al vento, temperatura di servizio;

2°) le questioni relative ai sostegni e alle loro fondazioni.

I Presidenti di questi Comitati saranno designati dal Consiglio.

Viene in seguito proiettato un film sulla fabricazione dei conduttori in alluminio e un altro sui lavori di costruzioni delle centrali di Brommat e di Sarrans della Societé des Forces Motrices de la Truyère.

GRUPPO 27. - *Isolatori*. — M. Van Cauwenberghe riassume i rapporti di questo Gruppo.

Il rapporto N. 219 (van Cauwenberghe e Bettendorf) precisa la influenza dell'umidità sullo spinterometro a sfere; i rapporti N. 225 (Bogdanovitch) e N. 226 (Machkilliesson) studiano il ritardo della scarica per mezzo di uno spinterometro tarato, descrivendo il metodo impiegato, le precauzioni da prendersi, e proponendo una interessante prova indiretta degli isolatori. Il Collega Davis fa notare quanto sia difficile valutare il ritardo all'innesco della scarica.

Col rapporto N. 260 (Drewnowski) vengono continuati gli studi sulla ripartizione del campo elettrico degli isolatori, con una raccolta completa dei metodi conosciuti e in particolare di quello di Szpor per lo studio del campo elettrico dovuto ad un'onda d'impulso.

Il rapporto N. 223 (John e Clark) ricorda un procedimento per il calcolo della resistenza superficiale degli isolatori.

Una interessante discussione è suscitata dal rapporto N. 233 (Cabanes) sui risultati statistici di esercizio (rete di 730 km di sviluppo, a 150 e 220 kV): vi prendono parte i Colleghi Beermann, Henriod, Raes, Rich, Sulzberger. Si constata che il filo di terra disposto superiormente costituisce un'efficace protezione purchè essi siano zincati convenientemente, di sezione sufficiente, tesati moderatamente, con morsetti bene studiati, evitando l'acciaio nelle zone di corrosione chimica.

Viene proposto al Consiglio di continuare l'inchiesta in materia sul Bollettino della Conferenza.

Lo stesso rapporto 233 solleva anche la questione del confronto fra isolatori a cappa-perno e quelli Hewlett, e la questione dell'efficacia protettiva degli anelli di guardia e delle corna. Una interessante discussione, cui partecipano i Colleghi Barray, Ryle, Van Cauwenberghe, mette in evidenza che gli isolatori Hewlett in servizio da quindici anni sulla rete sovramenzionata si sono comportati soddisfacentemente pure essendo attualmente preferiti gli isolatori cappa-perno. Per ciò che concerne gli anelli di guardia la loro efficacia è stata constatata; le corna disposte nella parte superiore della catena sembrano presentare dei vantaggi per la soffiatura dell'arco.

M. Van Cauwenberghe riassume i lavori del Comitato di studio degli Isolatori (Rapporto N. 253) e i Rapporti N. 232 (Koshuchow) sulle prove sotto pioggia e N. 234 (Kharizomenow) sull'invecchiamento degli isolatori; alla discussione partecipano i Colleghi Weicker e Kopeliovich mettendo in evidenza che nelle prove sotto pioggia l'impedenza del circuito generatore non è il solo elemento in gioco, ma tutte le dimensioni e la tecnica delle misure debbono essere bene studiate e precisate.

Nel rapporto 241 (Dennhardt) viene esposto un metodo di misura delle perturbazioni radiofoniche prodotte dagli effluvî lungo la superficie degli isolatori.

Gli isolatori passanti sono oggetto di un rapporto dovuto a M. Imhof.

I rapporti N. 261 e 263 (Doble) riguardano un interessante apparecchio impiegato in America per il controllo degli isolatori in servizio e per le prove periodiche; un esempio di analoghe prove effettuate su una rete tedesca è ricordata da Warrelmann.

Il rapporto N. 304 (Davis, Standring, Bowdler) espone assai diffusamente la tecnica delle prove ad impulso. Il trasporto d'energia a 275 kV da Boulder Dam a Los Angeles è descritto nel rapporto N. 323 (Kenneally).

Il rapporto N. 331 (Austin) fa vedere quale influenza abbia avuto l'industria radioelettrica sui progressi ultimamente realizzati dagli isolanti.

La discussione del rapporto Cabanes e le altre memorie presentate hanno posto in evidenza che il comportamento delle linee aeree è oggi molto soddisfacente; le diverse Sessioni della Conferenza hanno certamente contribuito a questo progresso; è desiderabile che siano raccolte per le prossime Sessioni statistiche sempre più complete e precise degli incidenti e interruzioni di servizio.

GRUPPO 21. - *Cavi*. — Il rapporto speciale (Bakker) che riassume i lavori di questo Gruppo è presentato da M. Van Staveren. Col rapporto N. 259 (Bakker) si propone che vengano messe allo studio le norme per i cavi per tensioni superiori a 66 kV; il Collega Kirch espone le condizioni che potrebbero servire di base per tali prescrizioni.

Nel rapporto N. 222 (Schneeberger) viene proposto di assumere come indice di qualità non già l'aumento dell'angolo di perdita ma le variazioni della capacità in funzione della tensione perchè più facile da misurare. In seguito alle osservazioni dei Colleghi Borel e Vogel, la questione è rinviata all'esame del Comitato dei Cavi.

I rapporti N. 221 (Borel), N. 247 (Dunsheath), N. 236 (Proos), N. 222 (Schneeberger) ricordano diversi tipi di cavi sotto pressione e danno luogo alle interessanti osservazioni dei Colleghi Vogel, Davey, Dunsheath sulle qualità e condizioni di impiego di questi cavi.

Il rapporto N. 202 (Tchiassny) ricorda alcuni risultati anormali nelle misure di perdite dielettriche.

Le scatole di giunzione ed i terminali sono oggetto del rapporto N. 209 (Scott e Webb), mentre in quello N. 243 (Mathis) viene esaminata la miscela isolante per tali accessori dei cavi. M. Mathis propone al Comitato di studiare la questione della temperatura raggiunta dai cavi nel suolo.

Il rapporto N. 206 (Gibrat) tratta delle correnti disperse e dà luogo ad interessante discussione (Klewe, Bourquin, Raes) che mette in rilievo l'importanza del metodo esposto e la grande importanza dei risultati pratici ottenuti. M. Gibrat ricorda che reti di cavi per una lunghezza già considerevole sono state verificate e che la sensibilità e precisione degli apparecchi sembra sufficiente ad un impiego corretto del metodo proposto.

Il riscaldamento dei cavi è oggetto dei seguenti rapporti: N. 217 (Wedmore): riscaldamento sotto l'azione del sole; N. 210 (Evrard): riscaldamento dei cavi nel suolo; N. 109 (Taüber Gretler): misura dei cavi in servizio con termometro a resistenza. Nella discussione M. Wedmore propone che il Comitato continui la sua inchiesta sul riscaldamento dei cavi mentre M. Fallou ritiene che le prove dovrebbero essere di lunga durata (almeno 80 h) e che lo studio del raffreddamento possa facilitare le misure.

Il comportamento degli isolanti è oggetto del rapporto N. 114 (Kirch), mentre in quello N. 237 (Neumann e Zaïtzeff) viene esaminato l'effetto pellicolare nei conduttori alluminio-acciaio a diversi strati concentrici: alcuni risultati sperimentali sull'argomento sono ricordati da M. Vogel.

M. Saget presenta una nota su di un generatore di corrente raddrizzata per la prova dei cavi.

Dalla discussione sembra scaturire che la prova ad impulso sembra doversi imporre per i cavi ad altissima tensione insieme alla misura delle perdite.

GRUPPO 25. - *Formazione di ghiaccio sui conduttori*. — I rapporti presentati sono riassunti da M. Wald che elenca i problemi allo studio nel modo seguente: utilità e sviluppo delle osservazioni meteorologiche; osservazioni sulla formazione del ghiaccio e teoria relativa; effetti meccanici ed elettrici del carico di ghiaccio; accorgimenti di protezione durante il periodo di formazione; accorgimenti e previsioni prima della costruzione.

Il rapporto N. 207 (Barray) dà cifre interessanti sui sovraccarichi effettivamente riscontrati mentre il rapporto N. 211 (Artini) dà i risultati di una inchiesta effettuata in Italia, classifica le di-

verse formazioni di ghiaccio, raggruppando assai felicemente le informazioni raccolte.

Il rapporto N. 201 (S.tà Sofina) espone i diversi mezzi da impiegare per proteggerci dagli incidenti provocati dal ghiaccio, mentre quello N. 208 (Margoulies) ricorda gli incidenti constatati su una linea della Linalux e i mezzi impiegati per evitarne la ripetizione. M. Brock ricorda anch'egli gli incidenti sopravvenuti su una linea a 20 kV nella valle del Danubio con relativa interessante statistica.

I rapporti N. 212 (Uyeno e Matsuoka), N. 213 (Miyahara) riferiscono sugli incidenti constatati su grandi linee a 154 kV in Giappone; i mezzi di protezione ivi adottati sono gli stessi di quelli impiegati in Europa.

Analogamente i rapporti N. 227 (Grezet) sulla linea del Gottardo, N. 230 (Darrieus) sulla linea del Sautet, N. 238 (Strand) sulle linee della Norvegia, danno preziose indicazioni sui diversi accorgimenti protettivi che possono impiegarsi, quali: aumento dei coefficienti di sicurezza nei punti pericolosi, adozione di linee elastiche, scrostamento del deposito di ghiaccio. In particolare M. Strand presenta apparecchi che hanno dato risultati pratici interessanti su linee ad alta tensione.

Alla discussione prendono parte i Colleghi Grezet, Gross, Darrieus, Passerini, Blanc, Wilczek, Jobin, Barray, Tokuda: sembra accertato che in tutti i paesi e ad altezze assai variabili il ghiaccio si produce per cause diverse, che si possono prevedere i punti pericolosi con osservazioni meteorologiche e geobotanniche, con lo studio delle statistiche delle Poste e Telegrafi; sarebbe desiderabile che tutte queste osservazioni e statistiche fossero raccolte nei diversi paesi in base ad un piano e ad un programma comune.

I rimedi possibili sono molteplici: cercare di evitare i luoghi pericolosi, rinforzare la costruzione, scrostare o riscaldare i conduttori.

Il rapporto N. 246 (Mathias) tratta egualmente dei rimedi che si sono applicati in Germania, mentre quello N. 231 (Wald) ricorda i mezzi necessari per effettuare prove e misure sulla questione.

GRUPPO 28. - *Diversi.* — I rapporti N. 233 (Cabanes), N. 252 (Koechlin), N. 264 (Budeanu) ci danno preziose indicazioni sulla protezione delle linee contro gli incidenti che minacciano la continuità del servizio.

TERZA SEZIONE

GRUPPO 31. - *Corrente continua* e sua utilizzazione per i trasporti di energia a grande distanza.

Lo studio delle difficoltà, d'altronde più teoriche che pratiche, dei trasporti a corrente alternata ha dato luogo ad una serie di ricerche per rendere possibile l'utilizzazione della corrente continua per i trasporti a grande distanza.

Queste ricerche si sono sviluppate in tre vie diverse corrispondenti a tre diversi sistemi per la trasformazione della corrente continua in alternata e viceversa:

1°) processo termoionico (raddrizzatori);
2°) processo meccanico (commutatori);
3°) processo elettromagnetico (montaggio in serie del tipo Thury).

I rapporti N. 335 (Schjolberg-Henriksen), N. 354 (Laurent), N. 339 (Kohler), N. 312 (Sitnikov), N. 308 (Erwin Marx), e una nota (Lambeuf) descrivono particolari modi di applicazione di questi sistemi. Nel rapporto N. 347 (Alm) viene ricordato il sistema Glesum e in quello N. 333 (Klewe) viene esaminata l'influenza perturbativa di queste linee a corrente continua sulle linee di telecomunicazione.

Dalla discussione traspare che non sembra prossima la costruzione di linee di trasporto a corrente continua, mentre invece sarà eliminata la linea più importante, di questo tipo, esistente in Francia.

GRUPPO 32. - *Messa a terra.* — M. Labouret fa osservare che si tende verso l'unificazione pratica dei metodi di collegamento fra neutro e terra. Le semplici reattanze limitatrici della corrente di corto circuito e le bobine di estinzione finiscono per dare gli stessi risultati non appena, in seguito ai cambiamenti nella configurazione della rete, i valori delle autoinduzioni fra neutro e terra non sono più quelli che consentono l'accordo esatto.

Il rapporto N. 233 (Cabanes) dà utili informazioni sul funzionamento di una rete francese, quello N. 301 (Bridoux) descrive la presa di terra di una grande sottostazione.

Le sovratensioni e i mezzi di evitarle sono oggetto del rapporto N. 306 (van Gastel e Muller Hillebrand).

GRUPPO 33. - *Organizzazione e calcolo delle reti.* — I rapporti presentati in questo Gruppo fanno vedere che lo sviluppo dei grandi trasporti prosegue ininterrotto e che, parallelamente alla sempre maggior distanza da superare ed alla massa sempre più ingente di energia da trasportare, cresce la tensione di esercizio. Ricordiamo infatti che la tensione di 275 kV è impiegata nelle linee da Boulder Dam a Los Angeles (Rapporti N. 323, Kenneally e N. 352, Scattergood); la tensione di 400 kV è prevista nel progetto di elettrificazione della Russia (Rapporto N. 348, Tchernycheff e Weitz).

I rapporti N. 351 (Chase), N. 302 (Genthial) mostrano egualmente come in tutti i paesi si tenda ad una concentrazione sistematica dei mezzi di produzione e di trasporto dell'energia.

Il rapporto N. 356 (Blondel) tratta di una semplificazione del calcolo delle reti per mezzo di un diagramma assai ingegnoso; quello N. 127 (Angelini) descrive un metodo rapido per il calcolo delle variazioni di tensione, quello N. 264 (Budeanu) tratta dei fenomeni deformanti nelle installazioni ad alta tensione.

Infine nel rapporto N. 320 (Chroustchoff) viene esteso alle reti regionali il metodo già noto per il calcolo delle reti urbane.

GRUPPO 34. - *Fulmini e parafulmini.* — La formazione del fulmine e la sua natura sono oggetto dei rapporti N. 311 (Dauzère), N. 318 (Stekolnikov). L'ipotesi feconda presentata da M. Dauzère per la determinazione dei luoghi colpiti dal fulmine riceve notevoli conferme nei rapporti N. 326 (Grünewald), N. 307 (Viel), N. 314 (Gibrat).

Nel rapporto N. 349 (Labouret) viene indicato come le previsioni meteorologiche potrebbero essere utilizzate, mentre in quello N. 315 (Lewis) si ricordano magistralmente gli effetti del fulmine sulle linee di trasporto.

I rapporti N. 317 (Zalesski), N. 316 (Ledoux), N. 343 (Opsal), N. 353 (Kopeliowitch e Fourmarier), N. 334 (Mac Eachron) descrivono diversi modi di protezione delle linee e degli apparecchi contro gli effetti del fulmine.

Infine nei rapporti N. 350 (Berger) e N. 310 (Blaha) vengono proposte le prescrizioni cui assoggettare gli scaricatori.

GRUPPO 35. - *Sovratensioni e protezioni.* — Fra le sovratensioni atmosferiche, e quelle dovute alla manovra di interruttori e agli inneschi di archi, le prime sono sicuramente le più importanti non solo per l'ampiezza d'onda ma anche per la ripidità del suo fronte. Le ricerche sistematiche effettuate in questi ultimi anni sulla questione sono molto numerose e importanti; esse concernono specialmente la esatta rappresentazione dei fenomeni e lo studio di scaricatori efficaci.

I rapporti Wedmore e Mathias danno una visione d'insieme suggestiva, quelli N. 304 (Davis, Standring, Bowdler, N. 303 (Barère) sviluppano alcuni aspetti dei fenomeni. I rapporti N. 306 (van Gastel), N. 121 (Karassew), N. 305 (Norris), N. 313 (Krachkovsky, N. 319 (Muller Hillebrand), N. 325 (Teszner), N. 332 (Kuhn), N. 336 (Archangelsky, Tretyak, Zalessky) studiano i dispositivi di protezione di ogni natura, fili di terra e contrappesi, isolamenti, sopporti, legno, ecc.

GRUPPO 36. - *Segnalizzazione, misure a distanza, comunicazioni fra centrali.* — Dai rapporti di questo Gruppo risaltano i progressi realizzati nello sviluppo dell'automatismo e dei comandi a distanza. Gli apparechi di telecomando e di telemisura completano felicemente quelli a comando automatico in modo da trasformare una intallazione elettrica in un organismo analogo in tutti i punti a un organismo vivente; le indicazioni degli apparecchi sensoriali provocano dei movimenti *riflessi* degli apparecchi automatici e dei movimenti volontari degli apparecchi a comando centralizzato.

I rapporti N. 327 (Jaeger), N. 358 (Ubaghs), N. 346 (Leeson) fanno vedere come sono realizzati telecomandi e televisione, mentre in quello N. 329 (Schleicher) viene studiata particolarmente l'utilizzazione della alta frequenza; problemi svariatissimi possono essere rivolti con questi sistemi, per es. la ripartizione del carico fra le centrali in base ad un programma prestabilito.

GRUPPO 37. - *Protezione selettiva.* — Continua lo sviluppo della protezione selettiva nel senso di accrescere la rapidità di funzionamento nei circuiti a bassa tensione e della selettività nei circuiti ad alta tensione, rapidità e selezione essendo fra loro strettamente legate.

Attualmente, come è ricordato dal rapporto N. 357 (Sporn e Muller) l'eccitazione dei relé può effettuarsi tra 1/60 e 1/10 di secondo, e la separazione di un elemento della rete può realizzarsi in un tempo totale di 7 a 2 periodi. I relé selettivi sono del tipo a distanza (o a impedenza), a circuiti pilota, o a onde portanti (alta frequenza).

I rapporti N. 330 (Neugebauer) e N. 309 (Poma) mettono in evidenza le differenze fra dispositivi alta e bassa tensione.

La protezione automatica con bobina di estinzione sembra essere particolarmente impiegata in Germania, Austria, Ungheria, come appare dal rapporto N. 341 (Gross, Diesendorf). L'impiego di fili pi-

loti è ricordato dal rapporto N. 328 (Marshall, Windfield) mentre il sistema basato sulle correnti portanti del tipo Fallou ha trovato applicazione nella rete francese a 220 kV.

I rapporti N. 344 e 345 (Szilas) trattano dell'impiego valvole a doppio filo fusibile sulle reti ad alta tensione.

GRUPPO 38. - *Perturbazioni radiofoniche e telefoniche.* — Le perturbazioni prodotte dalle linee ad alta tensione sulle comunicazioni telefoniche e radiotelefoniche sono studiate particolarmente dai Rapporti N. 342 (Aubort), N. 340 (Mengele), N. 241 (Dennhardt). Il primo di questi lavori solleva la questione della revisione delle prescrizioni forse troppo severe fissate dal C.C.I.; un voto viene emesso in proposito dalla Terza Sezione dopo aver esaminato le considerazioni presentate da M. Fallou sull'effetto di schermo prodotto dai fili di terra in metallo buon conduttore o dall'involucro di piombo dei cavi telefonici. Nel rapporto N. 333 (Kleve) viene già fin d'ora esaminata l'influenza dei grandi trasporti a corrente continua alta tensione sulle linee di telecomunicazione. Il rapporto N. 331 (Austin) tratta invece dell'influenza della radio sull'isolamento delle linee di trasmissione dell'energia.

In generale può dirsi che pur essendosi studiati sistemi nuovi per grandi trasporti d'energia, nessuna seria difficoltà è stata riscontrata nello sviluppo tecnico normale delle grandi reti a corrente alternata a frequenza industriale.

*

Diamo qui di seguito l'elenco completo delle memorie presentate al Congresso:

E. WILCZEK (Hongrie): Développement et conditions de service des turbo-alternateurs.

V. TOLVINSKY (U. R. S. S.): Nouvelle méthode de définition de la constante de l'autofreinage des alternateurs accouplés aux turbines hydrauliques.

Dr TAUBER (Suisse): Le contrôle de la température des machines électriques, transformateurs et câbles à haute tension pendant le service.

Ch. RAMELOT (Belgique): Organisation de la marche en parallèle de nombreuses centrales alimentant un réseau à 70.000 volts.

G. J. T. BAKKER et J. C. VAN STAVEREN (Pays-Bas): Sur la stabilité de la marche en parallèle des centrales.

E. A. TCHERNYCHEVA et L. LAVROV (U. R. S. S.): Les limites de transport de l'énergie électrique à l'aide du courant triphasé au point de vue de la stabilité.

Dr AIGNER (Allemagne): Influence de la stabilité sur les limites de la transmission de l'énergie.

P. S. SHDANOV (U. R. S. S.): La synchronisation des machines lors des perturbations de stabilité.

R. KELLER (Suisse): Conceptions nouvelles pour l'amélioration du réglage de la fréquence.

Dipl. Ing. FLEISCHER (Allemagne): Maintien de la fréquence dans les grands réseaux et les liaisons de réseaux.

Ober. Ing. KLÖCKNER (Allemagne): Régulation de la fréquence et de la puissance sur le réseau à 100.000 V du Bayernwerk.

Dipl. Ing. KNELLER (Allemagne): Le bouclage des grands réseaux par des transformateurs en quadrature.

Dipl. Ing. MEINERS (Allemagne): Le rôle de déconnexion du répartiteur.

L. BARBILLION et M. MONTAGNÉ (France): Quelques observations sur le réglage de la fréquence des grands réseaux. Aspect mécanique du problème.

M. BARRÈRE (France): Considérations sur les réglages de fréquence et de puissance dans les réseaux.

Dr STÄBLEIN (Allemagne): La liaison du réglage de la puissance et du réglage de la fréquence dans les grands réseaux.

Prof. KEINATH (Allemagne): Essais de rigidité diélectrique des appareils à haute tension par la mesure du facteur de perte.

Dr REICHE (Allemagne): Nouveaux progrès dans les dispositifs d'essais à haute tension.

Dr J. L. JAKUBOWSKI (Pologne): La méthode de mesure des hautes tensions par courant capacitif redressé comme méthode générale dans les laboratoires industriels.

A. BAJON (France): Nouveaux progrès dans la construction des transformateurs de mesure.

W. JANVIER (France): Appareils nouveaux pour la mesure de l'énergie apparente.

Dr FRÜHAUF (Allemagne): Problèmes posés par la résistance au choc des transformateurs.

R. DUBUSC (France): Les schémas de protection différentielle des transformateurs de puissance.

V. A. KARASSEV (U. R. S. S.): La protection des transformateurs contre les surtensions au moyen d'une compensation partielle capacitive.

F. F. BRAND et V. M. MONTSINGER (États-Unis): Construction de transformateurs résistant aux coups de foudre.

S. J. VOGEL (États-Unis): Résistance de l'isolement des transformateurs aux tensions de choc.

H. WEISS (France): Compte rendu des travaux du Comité des Huiles isolantes.

E. MASSON (France): Nouvelles observations sur les huiles isolantes.

T. SALOMON (France): Influence des matières premières employées dans la construction d'un transformateur sur la rapidité de l'altération *in vivo* de l'huile.

A. A. SMOUROFF et COURLIN (U. R. S. S.): Altération et pertes diélectriques des huiles pour transformateurs.

L. S. ORNSTEIN et ses collaborateurs (Pays-Bas): Sur l'oxydation des huiles pour transformateurs.

H. W. L. BRUCKMAN (Pays-Bas): Relations entre la qualité diélectrique et les pertes en général et spécialement pour les huiles minérales.

F. O. SKALA (Autriche): Sur la régénération des huiles isolantes et des huiles pour turbines à vapeur.

E. PELLISSIER (France): L'emploi dans un transformateur d'un mélange d'huiles de provenances diverses est-il préjudiciable à la bonne marche du transformateur?

H. CONER (France): Le contrôle des huiles de turbines en service.

COMITÉ SUISSE DES INTERRUPTEURS: Rapport sur les travaux du Comité International des Interrupteurs à haute tension. Résultats d'essais de court-circuit effectués sur des réseaux à haute tension en vue de déterminer la tension de rétablissement.

J. FALLOU (France): Contribution à l'étude du régime transitoire succédant à la coupure d'un court-circuit.

D. C. PRINCE (États-Unis): Progrès récents des interrupteurs à soufflage d'huile.

Dr KESSELRING (Allemagne): Fréquence propre et pouvoir de coupure des interrupteurs de grande puissance.

Dr KROHNE (Allemagne): Contribution à l'étude de la fréquence de la tension de retour dans la coupure des court-circuits.

TRETJAK et CHWETZ (U. R. S. S.): La résistance diélectrique des gaz comprimés.

C. BRESSON (France): Interrupteurs à air pour hautes tensions et interrupteurs à volume d'huile réduit pour très hautes tensions.

G. M. BLANK (Roumanie): Contribution à l'étude du phénomène de rupture de l'arc électrique alternatif.

H. W. YOUNG et E. S. CORNELL (États-Unis): Interrupteurs de sectionnement à moteur sous 287 kV de la ligne de 275 milles de Boulder Dam à Los Angeles.

A. MORRIS CASSIE (Grande-Bretagne): Sur quelques aspects du calcul des phénomènes transitoires dus à la tension de réamorçage dans les réseaux électriques.

J. REZELMANN (Belgique) et R. LANGLOIS-BERTHELOT (France): La station Charleroi-Jeumont pour l'essai des disjoncteurs à grande puissance.

Dr KIRCH (Allemagne): Tenue des matériaux isolants soumis à de hautes tensions, spécialement dans les câbles.

A. MORRIS THOMAS (Grande-Bretagne): Recherches sur l'influence de la température sur la déformation plastique d'isolants moulés.

SUCHOWOLSKAJA et LOGUCHKOFF (U. R. S. S.): L'action de l'ozone sur le vieillissement des isolants des machines.

H. W. CLOTHIER (Grande-Bretagne): L'appareillage cuirassé pour très hautes tensions depuis 1925.

M. A. ANGELINI (Italie): Les variations de la tension sur les réseaux à courant alternatif: dispositif pour leur détermination rapide.

J. T. LUSIGNAN Jr. et H. L. RORDEN (États-Unis): Un nouveau laboratoire d'essais à haute tension.

E. WILCZEK (Hongrie): Résultats d'exploitation du convertisseur monomultiphasé et de la locomotive Kando au point de vue de l'électrification industrielle.

L. STOKVIS (Pays-Bas): Proposition de publication de notices techniques historiques.

O. YADOFF (France): Contribution de la « houille bleue » à la production massive de l'énergie électrique.

G. J. T. BAKKER (Pays-Bas): Rapport sur les travaux du Comité international des câbles.

E. ÉVRARD (Belgique): Sur l'échauffement des câbles.

L. TCHNIASSNY (Tchécoslovaquie): Nouvelles explications des valeurs négatives qui peuvent se présenter dans la mesure des pertes diélectriques des câbles et des matériaux isolants.

R. GIBRAT (France): L'électrolyse des canalisations souterraines. Études pratiques faites en 1934.

T. R. SCOTT et J. K. WEBB (Grande-Bretagne): Récents progrès dans la liaison entre joints et extrémités de câbles.

James BOREL (Suisse): Câbles à huile imprégnés après pose.

E. SCHNEEBERGER (Suisse): L'essai de câbles à haute tension à la pose.

Dr P. DUNSHEATH (Grande-Bretagne): Un câble à matelas de gaz.

A. R. MATTHIS (Belgique): Les « masses isolantes » pour boîtes à câbles.

Ali COHEN (Pays-Bas): Perfectionnements apportés aux câbles homogènes à très haute tension.

L. R. NEUMANN et I. A. ZAITZEFF (U. R. S. S.): Paramètres électriques des câbles tordus en aluminium-acier.

E. B. WEDMORE (Grande-Bretagne): L'échauffement des câbles exposés au soleil.

P. F. PROOS (Pays-Bas): Isolation solide ou liquide des câbles à haute tension.

V. LIST (Tchécoslovaquie): Rapport sur les travaux du Comité du Calcul mécanique des lignes.

F. GRÉVOT (France): Abaque pour le calcul rapide des portées asymétriques en partant directement de la contrainte maximum admise au point d'appui supérieur.

H. COSTES (France): Abaques Blondel pour grandes portées.

S. ALBER (France): Méthode simplifiée de calcul mécanique des conducteurs aériens.

H. CARPENTIER et J. BENOIT (France): Contribution à l'étude du calcul mécanique des lignes.

E. GELLERT (Hongrie): Sur le calcul mécanique des lignes de transmission d'énergie.

E. SARIBAN (Belgique): Action du vent sur pylônes en treillis et nappe de conducteurs.

H. LEBOUTEUX (Canada): Les effets de variations de tension mécanique sur les conducteurs nus.

V. S. RAVDONIK (U. R. S. S.): Sur l'échauffement des conducteurs aériens.

B. JOBIN (Suisse): Quelques remarques sur le choix du type de conducteur pour lignes aériennes.

W. D. TUCK (Grande-Bretagne): Variation de la distribution de la pression du vent sur les lignes aériennes.

O. STRAND (Norvège): Le calcul des lignes et les efforts dans les conducteurs. Conducteurs normaux et conducteurs non torsibles.

L. QUEUNIÉ (France): Un dilatomètre différentiel pour la mesure de la dilatation des conducteurs.

G. MARKT et B. MENGELE (Autriche): Le calcul des lignes à conducteurs en faisceau au point de vue économique.

R. GIBRAT (France): Essai de construction d'une théorie raisonnable de la vibration des conducteurs aériens.

M. PREISWERK (Suisse): Câble antivibratoire pour lignes électriques.

S. MARGOULIES (Belgique): Les vibrations des lignes aériennes et leur amortissement.

P. J. Ryle (Grande-Bretagne): Quelques observations sur la vibration des lignes aériennes.
W. Zammit et M. Hostench (Espagne): Observations faites sur les vibrations de lignes aériennes à 70 et 50 kV du Sud de l'Espagne.
M. Barray (France): Résultats de l'enquête internationale ouverte par la C. I. G. R. É. sur les dégâts causés par le givre et les moyens de s'en préserver.
S. Margoulies (Belgique): Les dépôts de givre sur les conducteurs des lignes électriques.
Maria Artini (Italie): Dépôts de givre sur les conducteurs aériens: quelques aspects de ce phénomène en Italie.
F. Brock (Autriche): Le problème du givre.
Sofina (Société financière de transports et d'entreprises industrielles) (Belgique): Les effets du givre et de la neige sur les lignes aériennes de transport de force.
Prof. Matthias (Allemagne): Recherches et résultats obtenus en Allemagne par les distributeurs d'énergie sur l'action du givre et de la glace sur les conducteurs à haute tension.
G. Darrieus (France): Expériences de décharge de givre et de rupture brusque d'un conducteur sur une ligne à 150.000 V à supports articulés.
N. Miyahara (Japon): Dommages causés par le grésil aux lignes de la Tokyo Electric Light Cy.
T. Uyeno et H. Matsuoka (Japon): Troubles causés par la neige à la ligne 154 kV de la Nippon Electric Power Cy. Moyens de défense employés.
O. Strand (Norvège): Emploi d'un appareil spécial pour enlever le givre déposé sur un conducteur.
Émile Wald (Tchécoslovaquie): Procédé simple pour l'étude du givre.
Grezet (Suisse): Un dispositif d'enregistrement automatique à distance de la tension mécanique des conducteurs aériens.
C. Ramelot et F. Dussart (Belgique): Modification de l'armement des pylônes d'une ligne à 50 kV sur isolateurs rigides en vue de son utilisation sous 70 kV avec chaînes d'isolateurs.
E. Bidault et R. Valensi (France): La traversée de la Seine par une ligne aérienne.
J. West (France): Pylônes en béton, précautions à prendre dans leur emploi.
N. Szekely (Hongrie): Une traversée du Danube à grande portée en Yougoslavie.
O. Szilas (Hongrie): Une traversée du Danube par une grande portée, en Hongrie.
A. Imhof (Suisse): Points de vue à considérer lors du choix des isolateurs de traversée.
Dr Dennhardt (Allemagne): Origines et mesures du pouvoir perturbateur à haute fréquence des isolateurs.
R. van Cauwenberghe (Belgique): Rapport sur les travaux du Comité international des Isolateurs.
L. Machkilleison (U. R. S. S.): Équation empirique pour le retard de décharge en fonction de la tension appliquée aux isolateurs et des éclateurs.
E. Bogdanowich (U. R. S. S.): Méthode indirecte pour déterminer le retard de décharge à l'aide d'un éclateur étalonné.
O. Kharizomenov (U. R. S. S.): Le vieillissement des isolateurs de suspension produits dans l'U. R. S. S.
W. K. Koshuchow (U. R. S. S.): Les épreuves de décharge sous pluie des isolateurs.
Prof. K. Drewnowski (Pologne): Considérations générales sur les méthodes de mesure de la répartition des potentiels dans le champ électrique des isolateurs à haute tension dans les conditions de régime.
R. van Cauwenberghe et J. Bettendorf (Belgique): Le phénomène de l'amorçage électrique entre pointes à la pression atmosphérique et l'influence de l'humidité.
W. J. John et C. H. W. Clark (Grande-Bretagne): Calcul de la résistance de surface des isolateurs de lignes de transmission.
F. C. Doble (États-Unis): La pratique américaine des essais périodiques des isolateurs sur lignes en service.
F. C. Doble (États-Unis): Essai d'isolement par la méthode du facteur de puissance et des pertes en watts.
A. Koechlin (France): Surveillance et entretien de la ligne à 220.000 V Kembs-Creney.
L. Cabanes (France): Quelques observations suggérées par l'exploitation du réseau à 150,000 et 220.000 V de la Société de Transport d'Énergie du Centre (isolateurs, givre, communications téléphoniques, fils de terre, etc.).
C. Budeanu (Roumanie): Sur les phénomènes déformants dans les installations à haute tension.
E. Schölberg-Henriksen (Norvège): Transmission de l'énergie électrique par courant continu à très haute tension. Progrès de la question depuis la Session 1933.
Prof. Marx (Allemagne): Nouveaux progrès dans la construction des redresseurs à arc à courant gazeux.
M. M. Sitnikov (U. R. S. S.): Le développement des convertisseurs ioniques avec commande magnétique.
E. Alm (Suède): Un nouveau système électromécanique pour la production et l'utilisation du courant continu à haute tension.
K. M. Koehler (Autriche): La transmission d'énergie à longue distance. Un nouveau principe de redresseur automatique.
P. G. Laurent (France): Sur les divers modes de transmission et de conversion de l'énergie électrique.
G. Bridoux (France): Réseau de prise de terre d'un poste à 220.000 V.
H. G. Taylor (Grande-Bretagne): Les gradiants de tension du courant à la terre autour des centrales et des sous-stations.
A. von Gastel (Suisse): Surtensions de point neutre dues à un raccordement incorrect de bobines d'extinction et moyens d'éviter ces surtensions.
A. Genthial (France): Le groupement des Producteurs d'énergie électrique du Massif Central de la France.
B. I. Weitz et A. A. Tchernycheff (U. R. S. S.): Les tendances du développement de l'électrification de l'U. R. S. S.
W. M. Chroustchoff (U. R. S. S.): Le calcul des réseaux électriques régionaux.
P. H. Chase (États-Unis): Remplacement d'un réseau très chargé à courant continu par un réseau à courant alternatif d'un nouveau modèle.
M. M. Kenneally (États-Unis): Le transport d'énergie à 275.000 V de Boulder Dam à Los Angeles.
E. Scattergood (États-Unis): Description et caractéristiques du réseau de Boulder Dam.
A. Blondel (France): Sur une nouvelle épure pour la discussion graphique de la puissance complexe au départ d'une ligne en fonction de la puissance consommée à l'extrémité et du déphasage.
G. Viel (France): Détermination des zones exposées à la foudre au moyen de mesures de la conductibilité électrique de l'air.
Dr A. Blaha (Tchécoslovaquie): Projet de prescriptions pour parafoudres.
C. Dauzère (France): La foudre et les surtensions des lignes électriques.
R. Gibrat (France): Étude statistique sur les relations entre la conductibilité de l'air et le danger provenant de la foudre.
W. W. Lewis (États-Unis): Effets de coups de foudre sur des lignes de transmission.
Ch. Ledoux (France): L'emploi des parafoudres pour la protection des réseaux à haute tension.
A. Zalessky (U. R. S. S.): Recherches sur la protection des lignes et des sous-stations contre la foudre.
I. Stekolnikov (U. R. S. S.): Les idées modernes sur le phénomène de la décharge de la foudre.
Dr Grünewald (Allemagne): Détermination des points de chute et de la répartition du courant dans les pylônes et les fils de terre en cas de coup de foudre.
K. B. Mac Eachron (États-Unis): Recherches sur la foudre.
A. M. Opsahl (États-Unis): Appareils de protection contre les coups de foudre.
C. Berger (Suisse): Recherches expérimentales sur les surtensions.
J. Labouret (Belgique): Les prévisions météorologiques appliquées à l'exploitation des réseaux.
J. Kopeliowitch et P. Fourmarier (Suisse): Protection des réseaux à haute tension contre les surtensions: le problème du parafoudre.
H. M. Lacey (Grande-Bretagne): Rapport sur les travaux du Comité des Surtensions.
S. Teszner (France): Recherches (à l'oscillographe cathodique) sur la protection des réseaux contre les grandes amplitudes des surtensions.
Dr Müller-Hillebrand (Allemagne): Importance du degré de sécurité électrique pour le calcul des dimensions des dispositifs de mise à la terre des surtensions.
Dipl. Ing. Kühn (Allemagne): Étude de la protection contre les surtensions des réseaux à haute tension d'après les observations et expériences récentes, et en tenant compte des progrès réalisés dans l'appareillage de protection.
R. Davis, W. G. Standring et G. W. Bowdler (Grande-Bretagne): Essais de choc.
E. T. Norris (Grande-Bretagne): Protection de l'appareillage électrique contre les surtensions.
M. Barrère (France): Effets des ondes de surtension atmosphériques sur les appareils. Isolement à donner à ceux-ci.
K. Archanguelsky, A. Goreff, A. Zalessky et G. Tretiak (U. R. S. S.): Protection des grands réseaux électriques contre les surtensions.
Krachkovski (U. R. S. S.): Protection des poteaux en bois contre la foudre.
B. H. Leeson (Grande-Bretagne): La centralisation et la coordination du contrôle manuel, automatique et à distance des centrales, des réseaux de distribution et des branchements d'usagers.
Dipl. Ing. Jäger (Allemagne): Progrès dans la commande automatique des centrales électriques sur les réseaux à haute tension.
Dr Schleicher (Allemagne): Solution de quelques problèmes techniques d'interconnection par la commande et la régulation à distance.
E. Ubaghs (Belgique): Méthode d'organisation de la marche en parallèle des centrales et des grands réseaux d'interconnection.
Dipl. Ing. Neugebauer (Allemagne): L'emploi des systèmes de protection à action rapide sur les réseaux à haute tension.
H. Poma (Belgique): La stabilisation et la protection des réseaux de distribution d'énergie électrique.
C. W. Marshall et F. C. Winfield (Grande-Bretagne): Appareillage discriminatif de protection du « Grid ».
E. Gross et W. Diesendorf (Autriche): Sur l'influence capacitive réciproque des conducteurs parallèles et les moyens de lutter contre elle.
O. Szilas (Hongrie): La construction des fusibles à haute tension et a grande puissance.
O. Szilas (Hongrie): La théorie des fusibles à double fil pour hautes tensions et grandes puissances.
Ph. Sporn et C. A. Muller (États-Unis): L'emploi pratique des relais à grande vitesse sur les réseaux de transmission d'énergie à haute tension.
B. Mengele (Autriche): Recherches sur les isolateurs de différents types et leur influence sur les parasites radiophoniques.
Dr H. Klewe (Allemagne): L'effet des lignes à courant continu à haute tension sur les installations téléphoniques.
A. Aubort (Suisse): De quelques cas récents de perturbations dues aux lignes à haute tension et résultats d'essais d'un dispositif antiperturbateur économique.
A. O. Austin (États-Unis): Influence de l'industrie radio-électrique sur la construction des isolateurs de réseaux à haute tension.
A. Koechlin (France): Aperçu sur la protection contre l'incendie dans les centrales et les postes à haute tension.
L. Gratzmuller (France): Consommation d'énergie en traction électrique à courant continu et régulation économique de la vitesse.
Tretjak, Kaplan et Kendor (U. R. S. S.): L'arc ouvert dans les installations de courant alternatif à haute tension.

Tutte queste memorie, unitamente al testo stenografico delle discussioni, sono raccolte in volumi editi dalla stessa Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute tension, 54 Avenue Marceau, Parigi.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Fondazione Politecnica Italiana. — Hanno avuto luogo recentemente a Milano le consuete riunioni annuali del Consiglio Direttivo e dei delegati dei sottoscrittori della *Fondazione Politecnica Italiana.*

Le riunioni hanno approvato i conti al 31 luglio scorso, ed hanno preso atto delle erogazioni già avvenute od impegnate nel corso dell'esercizio 1934-35 a favore del Politecnico e altri istituti culturali milanesi per circa 600.000 lire.

Nelle riunioni è stata anche data notizia della nuova convenzione con la quale la Fondazione si è impegnata a contribuire regolarmente alle spese di mantenimento del Politecnico mediante il versamento, per un periodo di cinque anni a partire dall'anno scolastico decorso, di una somma annua di L. 220.000. Il Consiglio ha anche informato che sulla donazione di cinque annualità di un milione ciascuna deliberata l'anno scorso dalla Società Edison, in occasione della celebrazione del suo cinquantenario, a favore del Politecnico di Milano, era già stato disposto per il versamento delle due prime annualità.

Per ultimo il Consiglio ha deliberato di convertire nel nuovo prestito nazionale Rendita 5 % tutti i titoli di prestito redimibile da esso posseduti, per un importo nominale complessivo di 4.900.000 lire, nonchè di investire nella stessa Rendita 5 %, per altri sette milioni e mezzo di lire, le somme liquide disponibili.

* *

Medaglia d'oro e Premio Edward Goodrich Acheson. — Cogli interessi di una fondazione stabilita nel 1928 dal Dott. Edward G. Acheson, la Electrochemical Society procede ogni due anni alla assegnazione di una medaglia d'oro e un premio di 1000 dollari all'Autore di un serio contributo, e cioè:

a) di una scoperta riguardante l'elettrochimica, l'elettrometallurgia, l'elettrotermica e l'elettronica; o:

b) di un metodo, processo, invenzione o ricerca, illustrato mediante una descrizione esplicativa, utile, applicabile o importante nella teoria o nella pratica elettrochimica, elettrometallurgica, elettrotermica o elettronica; o:

c) di segnalati servizi resi alla Electrochemical Society.

Le assegnazioni saranno fatte senza distinzione di sesso, cittadinanza, razza o residenza.

Borsa di Studio « Edward Weston » per l'elettrochimica. — La borsa di un migliaio di dollari, fondata nel 1929 dal Dott. E. Weston sarà aggiudicata dalla Electrochemical Society il 1° marzo di ogni anno a un candidato, dimostrante spiccata attitudine a ricerche riguardanti l'elettrochimica o le sue applicazioni.

Il candidato deve possedere un titolo accademico ed essere di età inferiore ai trent'anni al momento dell'assegnazione.

La Borsa avrà la durata di un anno, ma la Società potrà decidere circa la sua continuazione allo stesso studioso.

Le assegnazioni saranno fatte senza distinzione di sesso, cittadinanza, razza o residenza.

Tutte le comunicazioni al riguardo devono essere indirizzate alla Electrochemical Society - Columbia University - New York City.

* *

Consiglio Nazionale delle Ricerche - Comitato per la Radiotelegrafia e le Telecomunicazioni. — Concorso a borse di studio. — Vengono messe a concorso:

a) 4 borse di studio, ciascuna di L. 5000;

b) 4 borse di studio, di cui due di L. 3000 e due di L. 2000 ciascuna.

Il concorso è per titoli e vi possono partecipare tutti i cittadini italiani.

Le istanze di ammissione al concorso, in carta bollata da L. 6, devono pervenire alla Segreteria del Comitato in Roma, via del Seminario, 76, non oltre il 20 dicembre 1935-XIV, corredate dai documenti di rito, fra i quali il certificato di studio con la specifica indicazione delle votazioni riportate anche in ciascuna materia di profitto, nonchè curriculum degli studi compiuti ed eventualmente altri titoli, pubblicazioni e documenti debitamente elencati, atti a provare la preparazione culturale del concorrente.

Non possono prendere parte al concorso coloro che hanno beneficiato di precedente assegnazione di borsa di studio da parte del Comitato.

Gli aspiranti alle borse di studio di cui alla lettera *a*) devono essere laureati in ingegneria od in fisica, od in fisica-matematica. Essi, in caso di assegnazione della borsa, assumono l'obbligo di frequentare la Scuola post universitaria di Bologna per conseguirvi il diploma di specializzazione in radiocomunicazioni. L'ammontare della borsa verrà pagato in 5 rate eguali, di cui 3 nel primo anno e due nel secondo anno del corso, su richiesta ed attestazione di frequenza e profitto rilasciata dal Direttore della Scuola.

Gli aspiranti alle borse di studio di cui alla lettera *b*) dovranno dimostrare di essere idoneamente preparati a seguire, durante l'anno scolastico 1935-36, un corso di studi o di esperienze in radiotecnica presso qualche istituto superiore o laboratorio specializzato.

È in facoltà della Presidenza del Comitato di commutare tutte o qualcuna delle borse di cui alla lettera *b*) in premi da assegnare a titolo di incoraggiamento per speciali studi od esperienze riconosciute degne di particolare considerazione.

L'ammontare delle borse di cui alla lettera *b*) sarà pagato nel numero di rate mensili posticipate e con le modalità che verranno stabilite dalla Presidenza del Comitato. L'assegnazione della borsa è incompatibile con qualsiasi altra assegnazione che abbia in tutto od in parte il medesimo scopo; l'aspirante dovrà dichiarare, nella domanda, di non trovarsi in tale condizione di incompatibilità. Il pagamento della borsa è sospeso, a giudizio della Presidenza, all'assegnatario che, senza giustificato motivo, sospenda la sua attività o non serbi buona condotta.

Il giudizio per l'assegnazione delle borse è dato inappellabilmente dalla Presidenza del Comitato, su relazione scritta di apposita Commissione da essa nominata.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

G. PLANTÉ. — *Recherches sur l'électricité.* (Parigi, Gauthier-Villars. Un volume di cm 14×21, di 280 pag., con 89 figure. — Senza indicazione di prezzo).

Si tratta della pubblicazione del celebre elettrotecnico francese, che risale al 1879, ristampata per iniziativa della Soc. Française des Electriciens, in occasione della recente celebrazione del centenario della nascita di G. Planté.

Il volume raccoglie i risultati delle ricerche e dei lavori dell'A. dal 1859 al 1879 e costituisce un interessante contributo alla storia dello sviluppo dell'elettrotecnica, mentre documenta l'importanza degli studi compiuti dal Planté.

La pubblicazione è presentata in veste tipografica nitida ed elegante.

*

A. BRAEUER - J. REITSTOETTER. — *Fortschritte des chemischen Apparatewesens — Elektrische Oefen* - Liefer. I, II, II, IV. (Lipsia, Akademische Verlagsgesellschaft M. B. H., 1934-1935. Quattro fascicoli di cm 19×28, di complessive 176+448 pagine, con molte figure. — Prezzo di ciascun fascicolo 28 marchi; pei sottoscrittori dell'intero volume (sei fascicoli) 22 marchi).

L'idea di esporre il progresso del macchinario e dell'apparecchiatura della industria chimica sulla base dei successivi brevetti registrati in Germania e, in una certa misura, anche all'estero, è senza dubbio originale e presenta sotto certi punti di vista particolare interesse.

L'opera si inizia con un volume dedicato ai forni elettrici, il quale sarà pubblicato in sei puntate, quattro delle quali sono già apparse.

Ogni puntata, che costituisce un grosso fascicolo, è divisa in due parti: una generale e una che si potrebbe dire di documentazione. La prima parte è divisa in molti capitoli i quali riguardano ciascuno, sistematicamente, un aspetto del funzionamento dei forni elettrici o dei dettagli costruttivi di essi.

Per ciascuno di tali argomenti è esposta in forma concisa la storia dei successivi sviluppi e perfezionamenti realizzati attraverso i molteplici brevetti, che vengono tutti citati in ordine cronologico. Si ha così un quadro completo dello stato attuale della tecnica per quel particolare argomento, ed anche il richiamo di quanto è stato in passato tentato con più o meno successo al riguardo; alla fine di ogni paragrafo è riportato l'elenco dei brevetti citati col relativo numero di registrazione, il nome dell'Autore e il titolo.

Di quanta e quali utilità possa essere, per tutti quanti hanno ad occuparsi della tecnica dei forni elettrici, una simile organica raccolta è superfluo veramente rilevare. Ma tale utilità è ancora molto accresciuta dalla seconda parte dell'opera nella quale sono riportati con grande ampiezza e con abbondanza di illustrazioni, le parti essenziali di tutti i brevetti citati nella prima parte, ordinatamente disposti in ordine numerico così da essere rapidamente reperibili.

Per usare una frase fatta si può dire con tutta verità, questa volta, che l'opera di cui parliamo costituisce una vera miniera di notizie e senza alcun dubbio la fonte di gran lunga più completa e più documentata sull'argomento dei forni elettrici. Sebbene infatti gli AA. si attengano quasi esclusivamente ai brevetti tedeschi, non va dimenticato che praticamente tutte le innovazioni di qualche importanza realizzate in tutti i Paesi civili sono coperte anche da brevetto tedesco cosicchè risultano riportate e illustrate nel libro.

Non si tratta, come si comprende bene, di un libro di amena lettura ma di una vera enciclopedia sulla costruzione e l'applica-

zione dei forni elettrici dove possono essere trovate notizie e riferimenti su ogni particolare problema.

L'opera può prestare a molti tecnici del ramo inestimabili servizi e merita di essere largamente conosciuta.

Il volume sui forni elettrici elaborato da H. Alterthum con un gruppo di altri collaboratori è il primo di una progettata serie la quale, edita sotto la direzione di A. Bräuer e di J. Reitstötter è destinata senza dubbio a lusinghiero successo.

La veste tipografica è ottima.

*

La organizzazione industriale dei Servizi di comunicazioni elettriche in Regime Fascista. — Roma 1935-XIII (fuori commercio).

Recentemente a cura della « Federazione Nazionale Fascista degli Esercenti Imprese di Comunicazioni Elettriche ». è uscita la rassegna decennale delle telecomunicazioni in Italia.

Non è vero che la statistica sia un'arida e noiosa raccolta di cifre scritte su fogli da racchiudere in archivio e da non vedersi mai più. Essa può essere il movente di interessanti constatazioni e, se interpretata sagacemente, può parlare direttamente al lettore.

Ogni aridità scompare invero nella decennale rassegna, presentata in elegante veste tipografica; l'organicità con la quale l'enorme e disparata materia è coordinata e la perspicuità con cui il materiale statistico è rappresentato ne costituiscono i pregi migliori. Il volume è suddiviso in tre parti: la prima di carattere generale illustra lo sviluppo delle telecomunicazioni (telefoniche, cablografiche e radiotelegrafiche) nel loro insieme, mentre la seconda è consacrata interamente alla telefonia nelle varie città e regioni, osservata durante quest'ultimo decennio, e la terza parte riguarda i servizi cablografici e radiotelegrafici.

Ben a ragione sono riportate, quasi a prefazione, le direttive e i riconoscimenti che i nostri Ministri delle Comunicazioni, hanno espresso alla Camera dei Deputati in questo decennio di lavoro intenso e di diffusione crescente delle telecomunicazioni.

L'Italia, è noto, per la sua conformazione geografica, per la preponderanza dell'agricoltura sull'industria e infine per la organizzazione relativamente recente dei servizi telefonici, non può tenere uno dei primi posti in confronto agli altri Stati, nè emergere per numero assoluto di apparecchi, nè per densità telefonica rispetto agli abitanti. Non vi è quindi da scoraggiarsi se, pur essendo il sesto paese europeo per numero di abbonati, non tiene che il quindicesimo nella graduazione per densità con 1,23 telefoni per 100 abitanti, cioè circa 1/8 della massima densità telefonica europea, raggiunta dalla Danimarca.

Raffronti di questo genere non possono essere stabiliti che tenendo conto di molte circostanze di fatto; che si concluderebbe invero pensando che gli S. U. d'America posseggono più del 50 % dei telefoni del mondo, mentre nessun altro Paese raggiunge il 10 per cento?

È invece un segno non trascurabile la modernità degli impianti italiani, per cui la nostra Nazione è la prima fra le europee nella automatizzazione delle reti telefoniche con ben il 90 % del totale. E, si noti, l'incremento dell'automatizzazione degli impianti è stato rapidissimo se si pensa che in dieci anni si è quasi esattamente decuplicato il numero degli abbonati collegati automaticamente. Evidentemente per ragioni strettamente tecniche il ritmo di ascesa non potrà per l'avvenire esser così accelerato, anche perchè non è lecito affermare che l'automatismo sia nella totalità dei casi necessario e perchè l'utilizzazione di materiale ancora ottimo sconsiglia di spingere ai limiti estremi l'automatismo stesso.

Peraltro si vede con molta evidenza quanto sia possibile spingere la penetrazione e la popolarizzazione del telefono, sia nella città, sia più ancora nelle zone rurali. A questo compito, malgrado difficoltà contingenti, si sono dedicate con molta alacrità le Società concessionarie: basti pensare per es. che la STIPEL, in dieci anni, ha quadruplicato il numero dei km di linea sia su palificazioni si in cavo, e così a un dipresso le TELVE e la TIMO, mentre la TETI ha migliorato la rete urbana sotterranea fino ad accrescerne lo sviluppo di 17 volte.

Il libro, che si scorre piacevolmente, dà luogo anche nell'osservazione delle tabelle, a constatazioni inattese, quali, ad esempio, che l'Umbria è la regione in cui il telefono è più penetrato, poichè due soli comuni sono sprovvisti di telefono, i quali comuni rappresentano una percentuale del 0,6 % degli abitanti della regione. Chi direbbe che, considerato sotto questo aspetto, il Piemonte non tiene che il nono posto?

Un capitolo interessante è l'incremento del traffico interurbano, al cui miglioramento concorrono sia l'Azienda di Stato per i Servizi Telefonici, sia le concessionarie con installazioni imponenti di cavi sotterranei e di stazioni amplificatrici, tanto che — e fu confermato durante la recente conferenza d Stresa — il servizio telefonico interurbano in Italia, può quasi dirsi perfetto nè ha da invidiare ad alcun altro paese priorità alcuna, sia rispetto alla comprensibilità fra gli utenti, sia rispetto alla sufficiente proporzione tra i circuiti installati e le comunicazioni richieste.

Nello scorso anno oltre 25 milioni di comunicazioni interurbane si sono svolte sui circuiti delle Società concessionarie con incrementi diversi dall'una all'altra. Globalmente si è accresciuto il traffico in dieci anni di oltre 15 milioni di conversazioni all'anno, con ritmo immutabilmente ascensionale, malgrado le difficili condizioni ecenomiche in cui tutto il mondo e quindi anche l'Italia, si trova dopo il 1929.

Nè, a questo proposito, ha avuto una notevole flessione il traffico globale, sia cablografico, sia radiotelegrafico, anche perchè la diminuzione avvenuta nei confronti degli S. U. d'America è stata in gran parte compensata da aumenti verso altre direzioni, tanto che l'ultimo trienno segna per l'Italo-Radio un sicuro incremento.

L'interessante rassegna, che è fonte inesauribile di considerazioni e raffronti, dà pure notizia dei servizi accessori svolti dalle Società telefoniche e rende conto della attività veramente cospicua e lodevole intrapresa nel campo assistenziale, sia dalle sopraddette Società sia dalla Italcable, sia dall'Italo Radio, assistenza che non si limita a sussidi materiali, ma che tende, mediante corsi di cultura specifica e manifestazioni dopolavoristiche, all'elevazione spirituale e fisica dell'ingente numero dei dipendenti, per aderire così perfettamente alle finalità dell'Italia fascista.

NOTE LEGALI

Giurisprudenza sul tema di energia elettrica.

Condutture elettriche.

« La norma dell'art. 10 reg. 25 ottobre 1895 che prescrive l'altezza di metri sei dal suolo nei luoghi aperti, per le condutture ad alto potenziale si applica sia ai conduttori scoperti che a quelli isolati.

Della morte di un fanciullo rimasto fulminato per contatto con un giunto di un cavo di una trebbiatrice malamente isolato, rispondono in solido l'esercente la trebbiatrice che omise le cautele necessarie ad ovviare il pericolo, e la società elettrica che abbia fornito il giunto imperfetto.

Il fatto del fanciullo, che per curiosità o per gioco, abbia toccato il conduttore alto poco più di due metri con un forcale, o salendo su di una carriola, non è un fatto colposo, in ogni caso non è causa efficiente del sinistro ».

(C. Appello di Milano 11 gennaio 1934 — Rep. Foro Ital. 1934 c. 368 numeri 8-9-10).

« Le controversie in materia di servitù coattiva di elettrodotto sono di competenza del magistrato ordinario.

Un'azione di indenizzo, proposta entro il biennio dall'occupazione temporanea, è inammissibile, e non può successivamente valere come opposizione alla notificazione delle indennità di occupazione definitiva.

Non interrompe il termine perentorio per l'opposizione un atto dichiarato nullo per errore di citazione ».

(C. Appello di Catanzaro 15 maggio 1934 — Rep. Foro Ital. 1934 c. 368 numeri 11-12-13).

Contratto di fornitura.

« I collegi arbitrali, di cui al r. d. l. 22 luglio 1923 e 4 marzo 1926, hanno funzione puramente tecnica in tema di revisione dei canoni delle forniture di energia eletrica, mentre il giudizio sul concorso delle circostanze per le quali sia legittimo il ricorso alla giurisdizione arbitrale è di competenza dell'autorità giudiziaria ordinaria ».

(C. Appello di Torino 4 maggio 1934 — Rep. Foro Ital. 1934 c. 522 n. 10).

Fallimento.

« Il mancato pagamento delle imposte e dell'energia elettrica ad uso industriale possono rivelare lo stato di cessazione dei pagamenti ».

(C. Appello di Milano 13 marzo 1934 — Rep. Foro Ital. 1934 c. 642 n. 108).

« Se durante l'esecuzione di un contratto di fornitura d'energia elettrica, contenente la clausola del minimo di consumo, viene, a cagione del fallimento dell'utente, interrotta la somministrazione, il fornitore non ha diritto di essere ammesso al passivo per il prezzo corrispondente al minimo di consumo per il tempo posteriore alla sentenza dichiarativa sino alla scadenza del contratto, nè a titolo di risarcimento dei danni, nè adducendo che il credito di tale prezzo fosse sorto con la conclusione del contratto e quindi anteriormente alla sentenza dichiarativa ».

(Trib. Modena 19 aprile 1933 — Rep. Foro Ital. 1934 c. 653 n. 271).

« Qualora in un contratto di fornitura elettrica sia stabilito, con speciale accordo, un prezzo globale, unico, per tutta la fornitura, pagabile a rate, l'obbligazione del debitore per l'intero prezzo sorge al momento della conclusione del contratto e se il debitore cade in fallimento il curatore è tenuto a pagare la parte del prezzo non ancora corrisposta; non è tenuto ad altro pagamento per forniture che erano state previste in eccedenza del quantitativo corrispondente al prezzo globale e che non sono state effettuate ».

(C. Cassazione 20 luglio 1934 — Rep. Foro Ital. 1934 c. 653 n. 272).

Furto.

« L'utente che s'impossessa di energia elettrica operando l'attacco per la presa in modo che il consumo non venga registrato dal contatore, senza però manomettere detto strumento, commette non il reato di truffa, ma quello di furto aggravato, giacchè l'impossessamento avviene *invito domino* e la presa si effettua, per una via diversa da quella stabilita nel contratto di fornitura ».

(Trib. Enna 26 ottobre 1934 — Rep. Foro Ital. 1934 c. 770 n. 62).

« Integra il reato di furto di energia elettrica aggravato per fraudolenza del mezzo, il fatto di chi, a fine di usufruire di maggior quantità di energia di quella convenuta, altera il limitatore che regola il passaggio dell'energia dalla linea all'impianto dell'utente ».

(Trib. Cagliari 5 maggio 1934 — Rep. Foro Ital. 1934 c. 770 n. 61).

Tassa di illuminazione.

« L'art. 25 della legge per l'imposta sul consumo del gas e dell'energia elettrica 8 luglio 1924, nello stabilire la prescrizione biennale per le contravvenzioni alla stessa legge, ha inteso riferirsi genericamente alle violazioni delle disposizioni della legge medesima, senza distinzione fra delitti e contravvenzioni; e quindi anche i reati di frode previsti dagli art. 17 e 20, per omessa presentazione delle note mensili di consumo dell'energia elettrica e per mancanza di licenza d'esercizio, sono soggetti alla prescrizione biennale, pur avendo carattere di delitto ».

(C. Cassazione 22 maggio 1933 — Rep. Foro Ital. 1934 c. 1808 n. 9).

F. L.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Innesti a frizione elettromagnetici.

Col continuo aumentare del carico sulle linee di trasmissione elettrica il problema di rifasamento preoccupa sempre di più. Nei nodi di distribuzione si istallano perciò condensatori statici e rotativi, sovente di ingenti potenze.

Il condensatore rotante ha sopra quello statico il gran vantaggio della facile regolazione, e permette inoltre di regolare in limiti abbastanza estesi la tensione di linea.

Un gran numero di alternatori sincroni si trova istallato nei gruppi di riserva istantanea e di stagione, comandati da turbine a



Fig. 1.

vapore o da motori ad olio pesante. Lo stesso carattere di riserva hanno pure certi gruppi generatori degli impianti idroelettrici provvisti di bacini di accumulazione.

Il funzionamento generalmente molto intermittente di questi macchinari ha fatto pensare in molti casi, ai tecnici, di usufruire in certi periodi di tempo della parte elettrica di essi come condensatori sincroni, ottenendo così una doppia utilizzazione e quindi un ammortamento più rapido del capitale impegnato.

Se però durante il funzionamento come sincroni di questi gruppi, si deve trascinare a vuoto il relativo motore primo, il rendimento globale diventa disastroso; da ciò l'opportunità di poter disgiungere, per questo servizio, il detto motore primo. Perciò in certi casi, durante tali periodi di tempo si smonta addirittura l'accoppiamento fra turbina e alternatore, servendosi di un apposito motore di lancio per la messa in sincronismo dell'alternatore stesso.

Simili disposizioni hanno però il grave inconveniente che, se per un caso imprevisto, sia pure eccezionale, si avesse bisogno di utilizzare il gruppo per produrre energia, si dovrebbe lavorare ore ed ore per mettere il gruppo in assetto di funzionare come generatore.

Per evitare quest'inconveniente si è ricorso talvolta all'impiego di uno dei numerosi sistemi di accoppiamento, di manovra più o meno rapida e facile, che l'industria meccanica offre.

Onde corrispondere però integralmente alle esigenze del servizio, questi accoppiamenti devono permettere non soltanto di disgiungere rapidamente la motrice dall'alternatore, ma altrettanto facile e



Fig. 2.

rapida dev'essere la manovra del riaccoppiamento Inoltre per presentare una soluzione perfetta, il giunto deve permettere di eseguire l'accoppiamento anche quando le due macchine si trovano in moto, ed in più anche quando la velocità dei due alberi non sia perfettamente uguale.

Supponiamo difatti che ad un dato momento un sincrono funzioni come rifasatore, e per un guasto di linea o un altro incidente il gruppo di macchine venga chiamato a lavorare d'urgenza come generatore; si metterà allora in moto la relativa motrice (turbina, Diesel, ecc.) e si farà l'accoppiamento delle due macchine in piena velocità. Mentre in quell'istante il numero dei giri della macchina sincrona è esattamente determinato dalla frequenza, la velocità della motrice sarà indicata da un tachimetro (evidentemente con una certa approssimazione).

Per realizzare quindi l'accoppiamento in queste condizioni potrà servire soltanto un innesto del tipo a frizione, il quale permette un

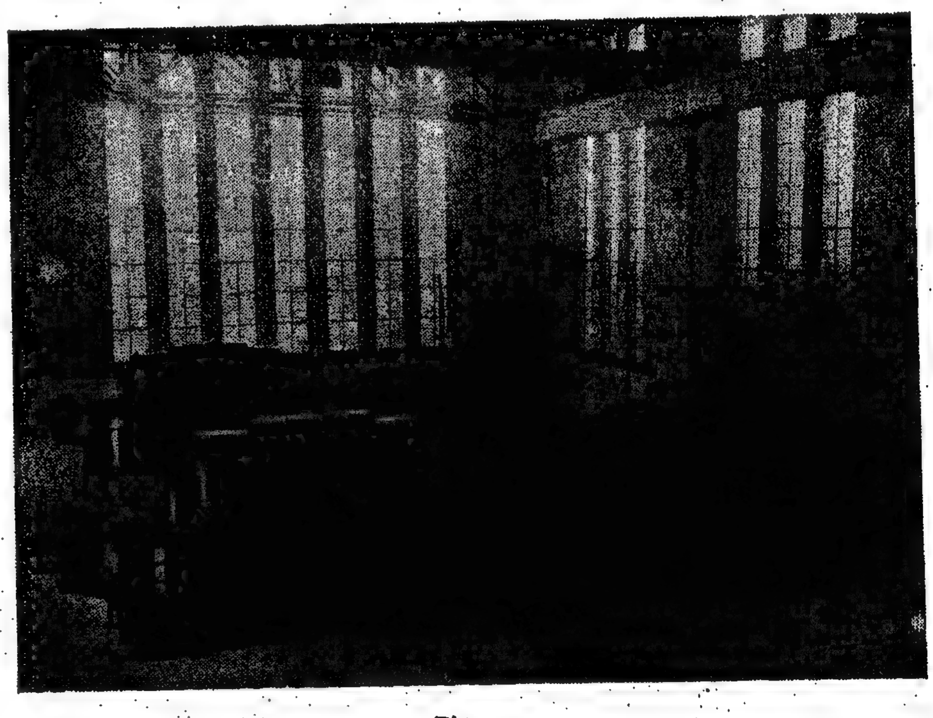


Fig. 3.

breve slittamento fino al raggiungimento del sincronismo fra i due alberi.

Abbiamo già accennato che la meccanica moderna offre svariati tipi di giunti e innesti. Mentre però, come sopra dimostrato, soltanto l'innesto a frizione corrisponde integralmente al nostro bisogno, ben poche applicazioni hanno trovato nelle centrali elettriche i diversi tipi di innesti a frizione azionati meccanicamente.

Le cause delle mancate applicazioni sono diverse. Anzitutto la maggior parte dei detti innesti non sono adatti alla trasmissione di grandi potenze ad alto numero di giri. Tutti i sistemi poi esigono per la loro manovra una forte spinta assiale che deve venir trasmessa agli organi rotanti mediante collari, leve, perni, ecc. Questi organi aumentano sensibilmente la lunghezza assiale dell'innesto, e con ciò la lunghezza del gruppo di macchine. In più essi producono una spinta assiale sui sopporti, a controbilanciare la quale occorre munire le macchine da accoppiare di speciali sopporti di spinta.

I difetti accennati sono stati felicemente eliminati negli innesti

a frizione azionati elettricamente, poichè in essi la spinta assiale necessaria alla produzione della frizione viene prodotta da un potente elettromagnete in modo simmetrico, cioè senza spinta assiale. Con questo sistema vengono pure eliminati i suddetti collari, leve, perni, ecc.

Diversi di questi tipi di innesti elettromagnetici vengono costruiti da anni all'estero, ma in genere essi non rispondono alle esigenze sopra accennate, perchè per ragioni costruttive, che non è il caso di analizzare qui, i detti sistemi non sono adatti alla trasmissione di grandi potenze (ad elevati numeri di giri), quali generalmente sono in giuoco negli impianti di produzione e di trasformazione dell'energia elettrica.

L'Ing. Forster ha creato un innesto a frizione elettromagnetico nel quale sono stati eliminati i punti deboli dei sistemi sopra accennati, ed in collaborazione con le sue concessionarie, le Officine Tagliabue a Milano, l'innesto brevetto Forster è stato portato ad un alto grado di perfezionamento.

A differenza degli altri innesti elettromagnetici, in quello del Forster la carcassa magnetica e l'avvolgimento elettrico sono fissi e l'apparecchio non possiede perciò nè anelli di presa nè spazzole. Lo stesso fatto ha per conseguenza che la parte rotante è di diametro sensibilmente minore, il che, insieme all'assenza di ogni materiale di frizione speciale riportato, permette di raggiungere velocità angolari elevate.

Nella fig. 1 è riportata la veduta di un innesto sistema Forster in funzione da parecchi anni in una nota acciaieria italiana. Questo esemplare trasmette un momento torcente di ben 45.000 kgm ed è senza dubbio tuttora il più potente innesto elettromagnetico esistente.

Un innesto sistema Forster di 12.500 kW a 500 giri al minuto, montato fra turbina e alternatore è illustrato in fig. 2.

La fig. 3 invece mostra un gruppo turbo-alternatore di 2.000 kW di una centrale termica della Lombardia. Qui le funzioni del gruppo sono prevalentemente quelle di riserva istantanea e di punta. Inizialmente le due macchine erano accoppiate mediante un giunto a bulloni e durante il funzionamento come rifasatore la turbina a vapore ruotava insieme all'alternatore. Avendo l'impresa in seguito provveduto all'istallazione di un innesto Forster-Tagliabue, si è realizzata un'economia tale che già entro il primo anno la spesa di impianto era completamente ammortizzata.

Abbiamo più sopra accennato al fatto che l'innesto F. T. può venir chiuso anche quando i due alberi da accoppiare non ruotino perfettamente alla stessa velocità, e qui vogliamo ricordare che con la stessa facilità può venir dimensionato in modo da poter essere innestato anche quando uno dei due alberi ruota alla sua velocità normale mentre l'altro è fermo. Per questo genere di applicazioni il costruttore deve tener conto del calore che viene sviluppato durante il periodo di accelerazione o di slittamento, calore che deve venir assorbito dalle superfici di frizione senza che queste raggiungano una temperatura pericolosa per la loro buona conservazione.

Prove scrupolose e prolungate in questo senso hanno dimostrato che l'innesto Forster-Tagliabue corrisponde ampiamente anche a questo requisito. Essendo difatti le sue superfici di frizione intieramente metalliche e convenientemente lubrificate, la pratica ha dimostrato che il loro logorio è assolutamente minimo e quindi la loro durata praticamente illimitata.

Con ciò si apre un vasto campo di applicazioni ai motori sincroni normali in quanto che detti motori possano venire avviati a vuoto e la macchina operatrice può venir accoppiata soltanto dopo che il sincrono ha raggiunto la sua coppia normale.

Il futuro sviluppo degli impianti idroelettrici prevede non soltanto un forte incremento degli impianti con bacino di accumulazione ma anche di quegli impianti nei quali l'energia esuberante prodotta durante la notte viene utilizzata per pompare acqua nei serbatori. Avranno allora un largo sviluppo i gruppi di macchine nei quali l'alternatore lavora di giorno come generatore e di notte come motore sincrono per il comando delle dette pompe di accumulazione.

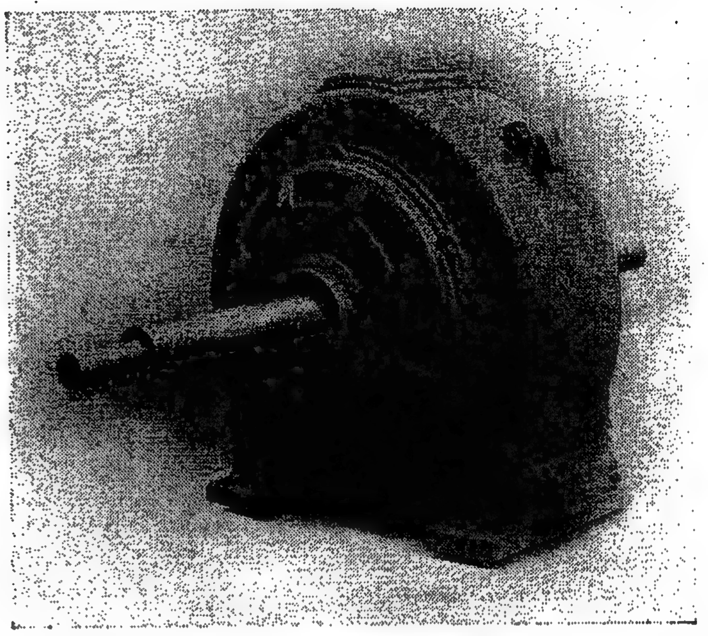


Fig. 5.



Fig. 4.

Onde ottenere da simili gruppi il rendimento massimo è desiderabile che per il funzionamento come generatore si possa lasciare distaccata la pompa, mentre per il servizio di pompatura conviene poter lasciare ferma la turbina. L'innesto descritto potrà trovare in tali impianti larga applicazione.

La facilità con cui l'innesto elettromagnetico può venir comandato da uno o più punti diversi, anche distanti, apre un largo campo di applicazioni nel comando di quelle macchine operatrici, le quali, debbono venir fermate facilmente e rapidamente.

La fig. 4 illustra un simile innesto, fornito già in molti esemplari dalla Ditta Tagliabue, per il comando dei cosidetti mescolatori di gomma. All'uopo l'innesto è combinato con un freno elettromagnetico e la figura lo mostra col suo dispositivo di prova, cioè con un volante che rappresenta le masse d'inerzia da frenare.

Non vogliamo terminare la nostra relazione senza accennare ad una fornitura fatta dalla ditta Tagliabue che onora la nostra industria anche all'estero. Si tratta di un innesto elettromagnetico di 3700 kW costruito a Milano e fornito ad una casa mondiale estera di costruzioni elettriche. Detto innesto, rappresentato nella fig. 5, è stato montato a Berlino in un gruppo turbo-alternatore a 3.000 giri/min e si trova ora in funzione in un impianto elettrico del Sud-America.

SUNTI E SOMMARI (*)

ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA.

K. Arndt — **Elettroliti per batterie di accumulatori di avviamento di automobili.** (E. T. Z., N. 6, del 7 febbraio 1935, pag. 122-124, con 6 fig.). 2b

L'A. riferisce, facendo seguito a due precedenti comunicazioni comparse rispettivamente nell'E.T.Z. del 1926, pag. 934 e del 1927, pag. 738, su analisi di elettroliti speciali per batterie di accumulatori di avviamento di automobili. Egli espone la costituzione degli elettroliti del gruppo « Lightning » di origine americana, del gruppo « Grüconin » preparato da Grüning in Germania e di altra miscela di solfati, tra cui ricorda la radiolite. Passa poi a studiare l'azione dei diversi elementi: per l'acido solforico, la sostituzione di un acido diluito, in seguito alla scarica, con un acido concentrato provoca un aumento della tensione, ma riduce la durata delle piastre. Circa il solfato d'ammonio, l'acido deve essere privo di ammoniaca perchè altrimenti si ha produzione di acido nitrico che intacca il piombo. Infine viene riferito circa la solfatazione, per la quale sono stati eseguiti diversi esperimenti. Risulta che la solfatazione resta accelerata dall'aumento della concentrazione dell'acido. Si è poi cercato se il solfato di magnesio evita la formazione dei grossi cristalli di solfato di piombo: si è visto che nelle batterie d'avviamento, che possono rimanere inoperose per molto tempo, conviene l'aggiunta di un due per cento di solfato di magnesio. *Tt.*

(*) Per i titoli delle riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

H. SCHMITZ — **Apparecchio per la determinazione del contenuto di carbonato di potassio di elettroliti di accumulatori alcalini.** (E. T. Z., N. 8, del 21 febbraio 1935, pag. 203-204, con 1 fig.). **2 b**

Negli accumulatori alcalini è necessario procedere periodicamente ad un controllo del contenuto di carbonato di potassio dell'elettrolito, derivante della grande affinità che hanno le soluzioni di potassa, impiegate in tali accumulatori, per l'anidride carbonica dell'aria. In seguito a ciò diminuisce, dopo un certo tempo, l'efficacia di reazione elettrochimica dell'elettrolito e conseguentemente si ha una diminuzione della capacità della batteria. Per verificare il contenuto di carbonato di potassio l'A. propone di applicare un metodo di soluzioni titolate. L'elettrolito deve contenere meno di 100 g di carbonato di potassio per litro. Con soluzioni titolate di acido carbonico e coll'aiuto di reattori colorati si può determinare il contenuto di carbonato di potassio per litro. Tutto l'occorrente è stato riunito in un armadietto facilmente trasportabile e l'operazione di controllo può essere eseguita anche da persona non specializzata nelle analisi chimiche. *Tt.*

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

R. S. TENER e E. S. DIBBLE — **Gruppo motore-dinamo a velocità variabile e tensione costante con eccitatrice coassiale.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1935, pag. 263-267). **3 c**

In certi casi occorre ottenere una tensione costante anche con motori la cui velocità oscilla entro vasti limiti, oppure è necessario generare energia elettrica per servizi ausiliari (per esempio su automotrici, vetture ferroviarie ecc.) con dinamo la cui velocità varia con quella del veicolo. Per queste applicazioni gli AA. raccomandano l'impiego di resistenze di tirite. Il circuito descritto comprende una dinamo ad eccitazione separata, un'eccitatrice coassiale con due campi di eccitazione, di cui uno principale e l'altro ausiliario in opposizione, rispetto al primo, una resistenza di tirite in serie sul campo ausiliario ed una resistenza metallica in serie sul campo principale. Date le principali caratteristiche della tirite, quando è inserita in serie con una resistenza, si può ottenere che, diminuendo la tensione ai morsetti della dinamo, diminuiscano più rapidamente le amperspire del campo ausiliario rispetto a quelle del campo principale dell'eccitatrice e che le ampespire risultanti su di essa aumentino, provocando perciò un incremento di eccitazione sul campo della dinamo. L'opposto avviene se la tensione tende a crescere. *C. G. E.* (*)

D. C. PRINCE e A. E. ANDERSON — **Richiusura immediata degli interruttori in olio.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1935, pag. 258-262). **3 b**

Il 90 per cento delle volte l'interruttore, richiuso immediatamente o quasi dopo il primo scatto, resta chiuso. Per la determinazione del minimo intervallo che precede la prima chiusura occorre tenere presenti la natura del disturbo, che ha provocato lo scatto dell'interruttore, e le carattristiche degli utilizzatori. In ogni caso il primo tentativo non dovrebbe aver luogo prima che sia scomparsa la causa del guasto e delle sue conseguenze. Altro lato del problema della richiusura è quello della ripercussione sugli utilizzatori. Per il carico luce non vi sono esigenze particolari; tuttavia anche qui è preferibile, e talvolta necessario, ridurre al minimo la durata dell'interruzione. Nel caso del carico forza, per sfruttare i benefici della richiusura automatica, occorre che gli apparecchi di comando siano provvisti di dispositivi di minima tensione a scatto differito. In generale è sufficiente un ritardo da uno a tre secondi. Allo stato attuale delle cose, la ricerca del tempo minimo più opportuno per la prima richiusura va effettuata caso per caso. *C. G. E.*

APPLICAZIONI AGRICOLE.

L. C. PORTER — **Impiego della luce artificiale per favorire la crescita delle piante.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1935, pag. 268-271). **4**

Allo scopo di condurre ricerche sistematiche sull'azione della luce sullo sviluppo delle piante, la G. E. Co., in collaborazione coll'Istituto Botanico Boyce-Thompson e con la Westchester Lighting Company, ha provveduto alla costruzione di un'apposita serra, isolata termicamente e provvista di una serie di lampade da 300 watt, nella quale sono state eseguite prove di vegetazione artificiale di diverse piante. La serra, equipaggiata con termostati ed altri strumenti di controllo e di misura, nonchè con dispositivi per l'immissione di anidride carbonica, verrà pure utilizzata per lo studio dell'influenza dell'illuminazione fornita da lampade al neon, a vapori di sodio e di mercurio, ecc. sulla crescita delle piante. L'utilità di queste ricerche si è dimostrata, perchè gli studi e gli esperimenti eseguiti hanno fra l'altro permesso di confutare l'opinione erronea largamente diffusa, circa l'effetto benefico che le radiazioni ultraviolette avrebbero sulla vegetazione: risulta però che queste radiazioni sono indicate per l'illuminazione degli acquari, inquantochè esse hanno effetto salutare sull'organismo dei pesci, senza nuocere alle piante subacquatiche. *C. G. E.*

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

APPLICAZIONI TERMICHE.

Possibilità d'impiego del riscaldamento ad induzione senza chiusura del circuito magnetico. (E. T. Z., N. 5 del 31 gennaio 1935, pag. 104). **5 v**

Per mezzo di un nomogramma viene indicato come si possano calcolare le caratteristiche dei corpi riscaldanti in base a correnti indotte. Viene poi accennato ai diversi mezzi per produrre le correnti ad alta frequenza per questi impieghi: fino a 600 per/sec si ricorre ai comuni alternatori: fino a 10.000 per/sec si fa uso di macchine omopolari e oltre 10 000 per/sec si impiegano solitamente le valvole elettroniche. *Tt.*

C. R. REID — **Produzione di vapore con energia elettrica.** (Elec. Eng., luglio 1935, pag. 712-719, con 9 fig.). **5 e**

Secondo l'A. la produzione di vapore costituisce il modo più conveniente di impiego delle accedenze di energia elettrica e delle disponibilità discontinue, specialmente in ragione del costo limitato degli impianti di produzione di vapore per via elettrica, della facilità di regolazione e delle favorevoli caratteristiche del carico costituito dalle caldaie elettriche. Dopo avere sommariamente descritto i diversi tipi di tali caldaie, da quelli così detti a immersione a quelli a elettrodi, l'A. espone alcune caratteristiche degli impianti americani. La tensione di esercizio di spinge fino a 6600 V; per le tensioni elevate però, onde ottenere un buon rendimento, bisogna che l'acqua di alimentazione abbia una elevata resistività; la tensione impiegata varia di solito anche colla potenza; fino a 1000 kW è conveniente restare sui 550 V, da 1000 a 12 000 kW conviene salire a 2200 V e per potenze maggiori si ricorre a tensioni più elevate. La potenza assorbita dalla caldaia può essere regolata variando il livello dell'acqua; un altro metodo ricorre a variare la resistività dell'acqua aggiungendo nuova acqua fresca in caldaia o viceversa aggiungendo soluzioni saline; in qualche caso si ricorre a regolare la tensione agli elettrodi. Per lo più le caldaie elettriche sono a regolazione a mano ma sono anche stati elaborati metodi di regolazione automatici. Il rendimento delle caldaie elettriche può arrivare anche al 98 %. Nel Canadà sono istallate caldaie elettriche per una potenza complessiva di 1.511.750 kW, con unità che arrivano fino a 42 000 kW; negli Stati Uniti le caldaie elettriche rappresentano una potenza totale di 200 000 kW. I risultati di esercizio per quanto riguarda il comportamento elettrico si è dimostrato pienamente soddisfacente. Altrettanto può dirsi, anche nei riguardi della sicurezza, per il comportamento come generatore di vapore; però data la piccola massa d'acqua, le caldaie elettriche si prestano meno bene nel caso di carichi rapidamente variabili, nel qual caso conviene accoppiarle con un accumulatore di vapore. *N.*

E. DONATI — **Perdite di potenza e caduta di tensione nei circuiti dei forni elettrici.** (La Metallurgia Italiana, maggio 1935). **5 b**

Dopo aver messo in evidenza la entità non trascurabile delle perdite nei circuiti dei forni ad arco l'A. ne esamina le cause principali, studiando a tale scopo singolarmente gli elementi che entrano a costituire il circuito. È messo in rilievo particolarmente il contributo portato alle perdite dalla resistenza ai contatti fra elettrodi e portaelettrodi, come pure l'aumento di resistenza apparente che si manifesta in seguito all'effetto pellicolare e all'effetto di vicinanza in causa delle grandi sezioni dei conduttori e delle elevate intensità di corrente. È praticamente difficile eseguire misure dirette sugli elettrodi in esercizio e perciò la questione delle perdite in essi e delle rispettive cadute di tensione viene affrontato dall'A. in via teorica in base alla resistività del materiale degli elettrodi alle varie temperature, ai dati costruttivi e al calcolo approssimato dei coefficienti di induzione. Un fenomeno che influisce praticamente in modo sensibile è quello dell'assottigliamento degli elettrodi in seguito ai fenomeni di ossidazione a cui essi sono soggetti, e che importa un aumento di resistenza; il fenomeno è studiato separatamente per il caso di forni aperti con arco sepolto e per quello di forni chiusi ad arco scoperto. Viene anche indicato il modo di calcolare approssimativamente la reattanza per i forni monofasi e per quelli trifasi. Viene poi riportato anche il diagramma vettoriale del forno completo e relativo circuito di alimentazione. Parecchi esempi numerici volgono ad illustrare l'importanza delle formule esposte e l'entità dei fenomeni accennati. *Ri.*

E. SOLDATI — **La caldaia elettrica a getto d'acqua Brown Boveri.** (Revue B. B., N. 3, marzo 1935, pag. 71-76, con 8 fig.). **5 e**

La caldaia elettrica Brown Boveri è di concezione completamente nuova e differisce radicalmente dalle caldaie elettriche note a tutt'oggi. Essa si compone delle seguenti parti fondamentali: un corpo di caldaia contenente gli elettrodi ed il tubo ejettore; una pompa di circolazione dell'acqua con motore di comando; gli accessori normali comuni a tutte le caldaie; l'apparecchiatura elettrica di collegamento e di controllo. I tre elettrodi sono posti ai vertici di un triangolo equilatero, al centro del quale è situato

il tubo ejettore. Quest'ultimo è munito, in corrispondenza di tre generatrici, di due giochi di tubi e rinvia, sotto forma di getti, agli elettrodi, l'acqua spinta dal gruppo motopompa dal fondo della caldaia. Gli elettrodi hanno forma cilindrica cava e l'acqua vi penetra tangenzialmente scendendo poi con movimento elicoidale lungo la superficie interna. Ciascun elettrodo è foggiato alla estremità inferiore in modo da far si che l'acqua abbandoni il tubo sotto forma di getto compatto e ritorni alla parte inferiore della caldaia dopo aver attraversato una lamiera perforata collegata elettricamente al corpo della caldaia. Poichè quest'ultimo e l'ejettore sono collegati col punto neutro della rete, tra il tubo ejettore e l'elettrodo e tra l'elettrodo e la lamiera perforata vengono a formarsi due circuiti elettrici in parallelo, di eguale lunghezza. A causa della sua resistenza ohmica, l'acqua si riscalda lungo questi due circuiti e dà luogo alla formazione di vapore. La potenza della caldaia viene regolata facendo variare la quantità di acqua di circolazione, ossia limitando più o meno il numero di getti dal tubo ejettore. A pieno carico, gli elettrodi sono innaffiati per tutta la loro lunghezza, mentre a carico parziale l'innaffiamento è limitato ad una frazione degli elettrodi stessi. La regolazione è fatta con la manovra di una valvola. La caldaia a getto d'acqua è normalmente costruita per corrente trifase ad alta tensione e per potenze da 300 a 10 000 kW; esso può peraltro essere costruita anche per alimentazione con corrente monofase o bifase. *V. D. Ma.*

F. Mörtzsch — **Recenti progressi nell'applicazione degli scalda-acqua elettrici ad accumulazione.** (E. T. Z., N. 8, del 21 febbraio 1935, pagine 206-207, con 5 fig.). **5 d**

Gli scalda-acqua ad accumulazione, che fruiscono della tariffa di favore notturna, devono avere dimensioni tali da assicurare la fornitura di acqua calda per tutta la giornata. Ad ovviare però le perdite inevitabili di calore che si hanno durante il giorno, si è pensato di riattaccare la resistenza per qualche ora nel periodo di mezzogiorno, quando le società elettriche possono concedere ancora tariffe di favore. Così si può scegliere per lo stesso servizio uno scalda-acqua più piccolo. Si è anche escogitata la soluzione di variare la capacità dello scalda-acqua, ma questo tipo non risulta economico. Dove non si ha la necessità di usufruire delle tariffe notturne conviene installare scalda-acqua più piccoli con forte resistenza. In Germania si vanno ora installando piccole unità di 8 l che hanno dato buoni risultati. *Tt.*

APPLICAZIONI VARIE.

H. Wildhaber — **La nuova fabbrica di prodotti tessili di Bakirkoey presso Istambul.** (Revue B. B., N. 3, marzo 1935, pag. 82-83, con 2 fig.). **6c**

Si tratta della prima delle fabbriche di prodotti tessili previste dal piano quinquennale turco. L'equipaggiamento elettrico dell'officina presenta particolarità importanti. Per la quasi totalità delle macchine — escluse soltanto le carde — è stato adottato il comando per sezioni. I 360 motori installati hanno una potenza globale di 620 kW e sono alimentati con corrente trifase a 500 V, 50 Hz. Eccettuati alcuni motori speciali, la maggior parte dei motori sono muniti di rotore in corto circuito del tipo completamente chiuso con ventilatore esterno, e quindi efficacemente protetti contro gli effetti nocivi dell'umidità, del calore e dei vapori corrosivi. I motori sono stati di preferenza addossati alle macchine da comandare: dove ciò non è stato possibile, è stato impiegato il comando con ingranaggi. L'impiego di riduttori di velocità è stato necessario per le macchine lente. Essendo stati aboliti completamente i dispositivi meccanici per variare le velocità, per le macchine a velocità regolabile sono stati impiegati i motori shunt a collettore. *V. D. Ma.*

CONDUTTURE.

D. W. Roger — **Applicazioni pratiche delle ricerche sugli isolamenti.** (Elec. Eng., agosto 1935, pag. 816-821, con 13 fig.). **9 d**

Uno dei più interessanti metodi di prova recentemente proposti per lo studio dell'isolamento dei cavi in carta impregnata è la così detta prova radiale del fattore di potenza che consiste nel misurare il fattore di potenza di campioni di carta impregnata tolti dal cavo a diverse distanze dal conduttore, riportando poi i valori trovati sulle ordinate di un diagramma cartesiano che abbia per ascisse le distanze, percentuali, dal conduttore fino all'involucro esterno. Il metodo è stato impiegato anche in relazione colle prove di invecchiamento artificiale. Come è noto le curve tracciate nel modo suddetto assumono un andamento ad U tanto più pronunciato quanto meno perfetto tecnicamente è l'isolamento del cavo e l'esame di tali curve dà un indice generale della perfezione dell'isolamento stesso. L'A. cita parecchi esempi nei quali dall'esame appunto di tali curve è stato possibile, d'accordo col fabbricante dei cavi, migliorare assai le caratteristiche tecniche di essi. Opportuni confronti fra cavi costruiti in epoche successive, nei riguardi della tensione di perforazione, mettono in evidenza i notevoli progressi compiuti nella costruzione dei cavi ciò che sembra rendere possibile di adottare attualmente spessori isolanti minori di quelli finora in uso. Anche le perdite dielettriche sono, nei cavi di recente costruzione, molto inferiori a quelle che si verificavano una volta. Miglioramenti notevolissimi si sono pure realizzati nei riguardi dei fenomeni di ionizzazione interni che sono notoriamente tanto dannosi alla durata dei cavi. Questi perfezionamenti tecnici potranno portare ad una riduzione dello spessore degli isolamenti, ciò che si tradurrà in un sensibilissimo vantaggio economico. L'articolo è riccamente corredato di grafici dimostrativi dei progressivi miglioramenti realizzati nella tecnica dei cavi per trasmissione di energia elettrica. *N.*

D. O. Ehrenburg — **Calcolo delle catenarie delle linee di trasmissione.** (Elec. Eng., luglio 1935, pag. 719-728, con 5 fig.). **9 c**

Viene esposto un metodo di calcolo elaborato in occasione dello studio di alcune campate con forti dislivelli per l'impianto della Boulder Dam, essendosi riconosciuto che i metodi ordinariamente in uso non erano soddisfacenti perchè troppo complicati o non abbastanza approssimati. Nel metodo descritto, la lunghezza, la freccia, e la tensione sono state calcolate in funzione di un unico parametro z. Tutte le formule sono ricavate rigorosamente dalle equazioni della catenaria e poi opportunamente semplificate. Si ottiene un grado di approssimazione consono con l'esattezza possibile nella pratica del montaggio e nei rilievi in posto. Sebbene il metodo sia stato elaborato in modo speciale pel caso di campate molto ripide, tuttavia esso può essere applicato a campate con un dislivello qualsiasi. L'A. espone i fondamenti generali del metodo e riporta una tavola numerica dove sono esposti i valori delle occorrenti funzioni del parametro z che a sua volta è determinabile in funzione delle caratteristiche della linea. Il metodo si giova anche in parte di opportune costruzioni grafiche. L'applicazione pratica del metodo è illustrata mediante lo sviluppo numerico di un caso praticolare relativo ad una campata di attraversamento del Missisipì. *N.*

B. Prause — **Determinazione della resistenza meccanica di linee elettriche in base al diagramma di rottura.** (E. T. Z., N. 8, del 21 febbraio 1935, pag. 201-203, con 4 fig.). **9 c**

Viene indicato un modo per calcolare per via grafica dal punto di vista della resistenza meccanica le linee elettriche aeree, in base al diagramma di rottura, tenendo conto in modo speciale di forti sovraccarichi. Il metodo presenta il vantaggio di tener conto dell'allungamento che si verifica nei conduttori, quando vengono sollecitati oltre il limite di elasticità. Di solito invece si considera il coefficiente di allungamento del conduttore come una costante: questo è vero finchè il conduttore è sollecitato al disotto del limite di elasticità: ma in pratica invece, prima della rottura, si ha la sollecitazione oltre tale limite con conseguente allungamento eccezionale dei conduttori, di cui non si tiene conto, e con pericolo quindi, per l'eccessivo aumento della freccia e per la minor distanza dal suolo cui vengono a portarsi mentre sono sotto tensione. Con questo metodo si può invece tener conto delle maggiori frecce e quindi determinare la maggiore altezza dei pali necessaria. *Tt.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

M. Mathieu — **La elettroforesi della gomma.** (Bull. Soc. Franc., agosto 1935, pag. 820-834). **13 v**

L'A. riassume brevemente la storia dello sviluppo delle applicazioni dell'elettrolisi alle soluzioni di lattice di gomma, a partire dalla scoperta fatta nel 1907 della carica negativa delle particelle sospese nel lattice. Si usano soluzioni di lattice rese alcaline per mezzo quasi sempre di ammoniaca od anche di soda, di potassa o di amine. Si incorporano alla soluzione anche certe sostanze che servono come acceleratori della vulcanizzazione e vi si aggiungono pure in generale zolfo e ossido di zinco. Le soluzioni di lattice si depositano sull'anodo, ma il fenomeno varia secondo la natura dell'anodo stesso. All'anodo si manifesta ione OH e si verifica svolgimento di ossigeno. I prodotti di ossidazione che si generano possono essere nocivi alla gomma e per evitare tali fenomeni bisogna ricorrere a particolari accorgimenti. Il metallo più frequentemente impiegato, come anodo è lo zinco; il ferro, il nichel e il cromo producono forte svolgimento di ossigeno e gli anodi si polarizzano rapidamente. Il rame dà luogo ad ossido ramoso molto dannoso. È conveniente fare uso di un diaframma a protezione dell'anodo, diaframma che può essere di gesso o di porcellana. Per l'elettrolisi si usa corrente continua a tensione fra 10 e 100 V e densità di corrente fra 0,4 e 0,5 A/dm². Le concentrazioni più convenienti per il bagno sono dell'ordine di 30 a 35 % di lattice. Disponendo opportunamente gli elettrodi di possono ottenere rivestimenti più o meno uniformi; un reticolato di celluloide perforato disposto fra l'anodo e il catodo permette di ottenere uno strato più regolare. Le applicazioni dell'elettroforesi della gomma sono di 3 categorie: rivestimento di oggetti qualsiasi, fabbricazione di fogli di gomma pronti per essere vulcanizzati, fabbricazioni di oggetti di gomma per la vulcanizzazione. Secondo l'A. il procedimento è destinato a notevoli sviluppi. *Ri.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

W. M. TUTSCHKEWITSCH — **La liberazione di fotoelettroni in cellule fotoelettriche a ossido di rame sotto l'azione di raggi X.** (Physik. Zeit. Sow., 1935, N. 3, pag. 329-336, con 7 fig.). **14 c**

È stato recentemente riconosciuto che nelle cellule fotoelettriche del tipo cosidetto a sbarramento, ad ossidulo di rame, sotto l'azione dei raggi X si genera una forza elettromotrice fotoelettrica. L'A. ha studiato sperimentalmente tale fenomeno adoperando 2 tipi di cellule fotoelettriche. Il primo tipo era ottenuto generando uno strato di ossidulo su una piastra di rame; sulla superficie dell'ossidulo di rame veniva deposto per mezzo di distillazione nel vuoto un elettrodo d'oro. Il secondo tipo era invece costituito interamente da una lastra di ossidulo di rame, portante su ambo le facce uno strato di oro. Le cellule fotoelettriche erano poste in una camera di piombo portante un'apertura chiusa da un foglio di alluminio, attraverso la quale si facevano penetrare i raggi X. Le cellule erano sostenute da un supporto isolante munito di opportuni contatti. Il primo tipo di cellula sottoposto all'azione dei raggi X, prodotti in un tubo funzionante a 150 kV e 5 mA, diede luogo ad una corrente che andava sempre dall'elettrodo d'oro a quello di rame. Analoghe esperienze furono eseguite delle cellule del secondo tipo. Nel complesso dal risultato delle esperienze l'A. è indotto ad ammettere che sotto l'azione dai raggi X vengono liberati elettroni sempre sopra lo strato di sbarramento dall'ossidulo di rame e che gli elettroni non sono mai accelerati nell'ossidulo stesso. Sul senso di liberazione degli elettroni non ha importanza la direzione di arrivo del fascio di raggi X. Nella formazione della forza elettromotrice fotoelettrica entra in gioco soltanto lo strato di ossidulo di rame immediatamente a contatto con lo strato di sbarramento. Il fenomeno sembra molto simile a quello della produzione di forza elettromotrice foelettrica sotto la azione di raggi luminosi. *Ri.*

A. J. MUCHOW — **I rumori e la loro misura.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1935. pag. 293-296). **14 d**

Per misurare suoni e rumori occorre tener conto del loro modo di produzione, della loro intensità fisica e percettiva, della loro qualità, ecc. Occorre anche considerare che un suono o un rumore vengono da un ostacolo (in proporzione più o meno grande, a seconda della natura del materiale che costituisce l'ostacolo stesso) assorbiti, riflessi e ritrasmessi; così pure occorre tener conto dei fenomeni di risonanza, che possono avere grande importanza per la silenziosità di una macchina. Per la misura dei suoni vengono usati misuratori che consistono di un microfono, che trasforma la energia del suono in energia elettrica, di un amplificatore delle oscillazioni elettriche così ottenute e di uno strumento indicatore. Tali apparecchi sono completati da misuratori acustici della intensità percettiva e da analizzatori di frequenza, che danno la frequenza e la grandezza delle varie componenti del rumore. La difficoltà maggiore consiste nello stabilire un campione di unità di suono e a ciò si può giungere tarando opportunamente un microfono, di solito a mezzo di dischi Rayleigh. *C. G. E.*

A. JOFFÉ, A. F. JOFFÉ — **Forze fotoelettromotrici nei cristalli di cuprite.** (Physik. Zeit., Sow., 1935, N. 3, pag. 343-365, con 14 fig.). **14 c**

È noto da tempo che illuminando certi cristalli si genera una differenza di potenziale dell'ordine di 0,2 V fra punti diversi della loro superficie; l'area illuminata è di solito caricata positivamente rispetto all'area oscura. L'A. ha studiato sperimentalmente e teoricamente il fenomeno, arrivando ad alcune conclusioni generali. Le forze fotoelettromotrici nei cristalli sono dovute a differente concentrazione di elettroni agli elettrodi e al conseguente flusso degli elettroni dal punto illuminato. Le misure della distribuzione di potenzione nei cristalli illuminati e la assimmetria della fotocorrente in funzione del segno della differenza di potenziale applicata, dimostrano che il trasporto dei fotoelettroni avviene, alle temperature normali, su distanze dell'ordine di alcuni millimetri; tale constatazione non si può più sostenere alla temperatura dell'aria liquida. Sulla base del trasporto dei fotoelettroni l'A. arriva ad alcune formule particolari per il calcolo della forza fotoelettromotrice. Tale forza elettromotrice aumenta alle basse temperature e diminuisce alle temperature elevate; la variazione della forza elettromotrice in funzione della temperatura, sperimentalmente riconosciuta dall'A., si dimostra in buon accordo con la teoria proposta. Altrettanto può dirsi per la variazione della forza elettromotrice in funzione dell'intensità dell'illuminazione; la variazione è anche in rapporto con la concentrazione degli elettroni agli elettrodi. La formula proposta da Teichmann si dimostra solo largamente approssimata. Il complesso dei fatti conosciuti porta a considerare una circolazione continua di elettroni nei cristalli illuminati producente diversità locali di concentrazione ed una differenza permanente di potenziale fra tali regioni, fra le quali si genera così una forza elettromotrice. *Ri.*

P. L. BELLASCHI — **Correnti dovute a scariche atmosferiche.** (L'En. Elettr. agosto 1935, pag. 604-609, con 11 fig.). **14 b**

Da poco tempo si è potuto arrivare a produrre in laboratorio correnti simili a quelle dovute a scariche atmosferiche. Con esse è stato possibile eseguire interessanti esperienze di cui l'A. riferisce. Per la misura di tali correnti si sono introdotti alcuni nuovi metodi come quello dell'anello magnetico o quello che utilizza 2 dischi metallici separati da un leggero isolamento in carta. La corrente di una scarica atmosferica capace di fondere un conduttore è data dall'espressione $I^2 T = (kA)^2$ dove A rappresenta la sezione in millimetri; I la corrente in ampere (valore massimo), T la durata in microsecondi dall'inizio al valore metà, k è una costante dipendente dal materiale, e anche dalla forma dell'onda di corrente. L'A. riporta alcuni valori di k. Dalla considerazione di casi di fusione osservati in esercizio e da alcuni rilievi sperimentali, l'A. crede di poter affermare che le correnti prodotte dal fulmine raramente eccedono 100 000 A, pur risultando la possibilità di valori anche doppi. Un altro fenomeno che si verifica è quello dello schiacciamento di conduttori specialmente tubolari; ne sono riportati numerosi esempi. Essi sembrano indicare l'esistenza di correnti superiori a 200 000 A, per quanto l'A. ritenga che si tratti piuttosto di casi di scariche multiple. Altri interessanti esempi di effetti del fulmine sono ricordati come produzione di bruciature superficiali di conduttori o con effetti di esplosione e di distruzione. Esperienze con tubi hanno dimostrato che quando la sezione dell'arco è ristretta sotto i 2 centimetri si sviluppano pressioni elevatissime. Alcune notizie sono riportate sulle caratteristiche dell'arco elettrico atmosferico. *Ri.*

F. E. LOWANCE, F. WOODBRIDGE CONSTANT — **La variazione delle proprietà termoelettriche dei materiali ferromagnetici in funzione del campo magnetico e della temperatura.** (Physical Rev., 1° agosto 1935, pagine 257-260, con 6 fig.). **14 h**

È noto da tempo che si può costruire una termocoppia composta interamente di ferro o di nichel purchè le 2 parti che la costituiscono si trovino in differente stato di magnetizzazione. Il fenomeno è stato ripetutamente studiato da molti sperimentatori; alcuni hanno ritenuto che la forza elettromotrice si diriga, nella giunzione fredda, dal materiale magnetizzato a quello non magnetizzato, mentre altri hanno trovato risultati opposti. Anche l'interpretazione del fenomeno è ancora assai controversa. Gli AA. hanno nuovamente ripreso lo studio sperimentale, confrontando il materiale magnetizzato in un campo uniforme con lo stesso materiale non magnetizzato, da temperature ordinarie fino ai punti di Curie, ed estendendo le esperienze a molti materiali magnetici (ferro, nichel, cobalto, permalloy). Il confronto veniva eseguito misurando ciascuna volta la forza elettromotrice che si generava costruendo una coppia termoelettrica mediante rame e materiale da studiare, prima in stato di demagnetizzazione e poi soggetto a campi longitudinali uniformi fino a 1300 gauss. Il provino era contenuto in un tubo di alundum introdotto a sua volta in un tubo di pirex chiuso, nel quale era praticato il vuoto; il tutto posto nell'interno di un solenoide raffreddato a circolazione d'acqua. Le esperienze hanno dimostrato che la forza elettromotrice prodotta da un campo magnetico nelle termocoppie suddette dipende essenzialmente dalla struttura cristallina e dai cambiamenti nella magnetizzazione intrinseca delle diverse regioni cristalline. *Ri.*

F. ODONE — **Effetto Volta ed effetto Peltier.** (N. Cimento, maggio 1935, pag. 272-284). **14 b**

Vengono anzitutto ricordati i significati dell'effetto Volta, che consiste nella manifestazione di una differenza di potenziale fra i metalli estremi di una catena di metalli diversi, e dell'effetto Peltier pel quale, se in un circuito elettrico sono disposti in serie 2 metalli, alla superficie di contatto di essi si manifesta uno sviluppo o un assorbimento di calore, secondo che la corrente circola in un senso o nell'altro. La interpretazione teorica dei 2 fenomeni è ancora controversa. L'A. ricorda le svariate teorie che furono proposte per tale interpretazione, esaminandole criticamente. Si arresta in particolare su una teoria termodinamica, la quale sembra meglio adatta a chiarire la natura dei fenomeni. In base all'applicazione di tale teoria viene dimostrata l'esistenza di un effetto Volta esterno e di un effetto Volta interno e vengono proposte espressioni analitiche dei rispettivi valori; è dimostrata altresì la esistenza di una differenza di potenziale fra punti interni e punti superficiali di uno stesso metallo. Sempre in base alla teoria termodinamica viene elaborata una formula per il calcolo della quantità di calore che si sviluppa per effetto Peltier alla superficie di contatto di 2 metalli. Viene anche chiarito il motivo pel quale il coefficiente dell'effetto Peltier non misura la differenza di potenziale di contatto fra i 2 metalli, in quanto che il calore sviluppato non è l'equivalente termico di tutto il lavoro corrispondente alle azioni delle masse materiali sulle cariche elettriche, ma è soltanto l'equivalente del lavoro compensato di queste azioni. La teoria esposta viene confrontata con quelle più generalmente sostenute. *Ri.*

J. R. DUNNING, G. V. PEGRAM, G. A. FINK, D. P. MITCHELL — **Azioni fra neutroni e materia.** (Phys. Rev., 1° agosto 1935, pag. 265-280, con 13 figure). **14 b**

Gli AA. hanno studiato prima le azioni mutue fra neutroni veloci e materia, sperimentando sul passaggio di neutroni in sfere di vari materiali. Una sorgente di neutroni contenuta in un recipiente di platino veniva posta nel centro di una sfera di vario

diametro formata di carbone, d'acqua, di alluminio, di quarzo, di rame o di piombo ecc. Il numero di neutroni emergenti dalle varie sfere veniva misurato per mezzo del numero di protoni (da una lamina di parafina) e dai nuclei di azoto e di ossigeno proiettati da una camera a gas e rivelati in una camera di ionizzazione. Circa il 90 % delle collisioni con nuclei atomici si rivelarono elastiche, mentre meno del 10 % dei neutroni che colpivano un nucleo veniva catturato o subiva perdite di energia tali da non essere più rivelabile. L'azione mutua di neutroni lenti con la materia venne pure studiata in base alle particelle ionizzanti emesse dal litio bombardato dai neutroni stessi. L'uso di uno schermo di cadmio permette con una camera a bombardamento di litio la separazione degli effetti dovuti a neutroni veloci o a neutroni lenti, formando uno schermo per questi ultimi. Le variazioni della sezione efficace di urto fra neutroni e nuclei, con neutroni veloci, sembrano indicare un aumento del raggio nucleare col peso atomico. Per i neutroni lenti la sezione efficace nucleare varia da valori un po' più piccoli di quello per neutroni veloci nel caso dell'alluminio e dello zolfo, fino a valori alcune migliaia di volte più grandi nel caso del cadmio, del gadolinio, ecc. *Ri.*

K. K. Darrow — **Le nuove particelle elementari recentemente scoperte.** (Elec. Eng., agosto 1935, pag. 808-816). **14 b**

Viene ricordata la storia delle più recenti scoperte nel campo della fisica atomica che hanno aumentato il numero delle particelle conosciute che possono considerarsi come costituenti fondamentali della materia. Fno al 1931 non si conoscevano che: l'elettrone negativo, il nucleo dell'idrogeno comune o protone e il nucleo dell'elio comune o particella alfa. Nell'autunno 1931 veniva scoperto il così detto idrogeno pesante o deuterio, il nucleo di esso costituiva una nuova particella che veniva chiamata diplone o deuteron. Questo si manifestò subito come un proiettile molto utile negli studi di bombardamenti nucleari e da tali esperienze emergeva la esistenza di un'altra particella elementare o neutrone. L'A. ricorda ancora la scoperta del positrone e si diffonde su esperienze di tramutazione atomica e di chimica nucleare che gli danno modo di richiamare e di chiarire molti concetti della moderna fisica corpuscolare. *N.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

G. Kron — **Applicazione dei tensori allo studio delle macchine elettriche rotanti. Parte III: La macchina rotante generalizzata.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1935, pag. 282-292). **15 a**

Per il calcolo del funzionamento di una qualunque macchina elettrica rotante si potrebbe, con procedimento puramente matematico, partire dalle equazioni dinamiche di Lagrange. A cagione però delle forti complicazioni del metodo dinamico si sono adottati in pratica diversi metodi, ciascuno dei quali è basato su una teoria fisica particolare ed è perciò valevole solo per un numero limitato di tipi di macchine. Il metodo tensoriale si riporta pure alle equazioni generali di Lagrange; però queste vengono impostate in forma differente, in modo che siano valide non soltanto per gli assi di riferimento mobili col rotore, ma per qualunque altro sistema fisso o mobile di assi coordinati. Si trascurano la saturazione e le perdite nel ferro nonchè l'effetto delle armoniche dovute alla distribuzione degli avvolgimenti. Però le equazioni che si sviluppano sono valevoli anche quando venga introdotto un numero qualunque di armoniche, purchè ciascuna poliadica usata nelle equazioni contenga un numero maggiore di linee e di colonne. Offre un valido aiuto nell'analisi di ogni più complicato sistema il « primo teorema di generalizzazione » così enunciato: « Se si conosce l'equazione scalare del fenomeno fisico, nel più semplice, ma più generale elemento di un sistema complesso, la stessa equazione rappresenta anche il comportamento di tutto il sistema, purchè ciascun scalare sia sostituito da un'appropriata poliadica ». L'A. sviluppa alcune applicazioni alle macchine ruotanti. *C. G. E.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

H. Thirring — **Le scoperte della fisica negli ultimi tre anni.** (E. u. M., N. 6, 10 febbraio 1935, pag. 61-71, con 5 fig.). **16 b**

A conclusione di una chiara rassegna sulle scoperte più recenti nel campo della fisica atomica, l'A. non esita ad affermare che i risultati conseguiti in questa branca della scienza sono veramente notevoli. Sono particolarmente ricordati: la scoperta dei due costituenti della materia denominati neutrone e positrone; la scoperta dell'acqua pesante ossia dell'isotopo dell'idrogeno di massa 2; le indagini conclusive sul bombardamento atomico senza raggi radioattivi e con l'impiego di altissime tensioni; produzione artificiale di sostanze radioattive agendo nell'edificio atomico di elementi leggeri; nuove conoscenze relative ai raggi cosmici. Lo sviluppo storico delle indagini che hanno condotto a questi risultati è messo in evidenza, mentre è esposta una esauriente rassegna bibliografica sui diversi argomenti esaminati. *V. D. Ma.*

A. Gandin — **Recenti progressi nella produzione delle basse temperature e nelle applicazioni di esse allo studio delle proprietà della materia.** (N. Cimento, maggio 1935, pag. 294-319, con 13 fig.). **16 b**

Le ricerche delle basse temperature hanno potuto fare recentemente ulteriori progressi grazie all'impiego di metodi magnetici. Mentre coi metodi precedenti, basati sul raffreddamento per espansione adiabatica o per espansione irreversibile non era possibile scendere sotto la temperatura di 0,7° K, coi metodi magnetici si è arrivati recentemente fino a 0,0044° K. L'A. riporta la teoria termodinamica elementare dell'effetto magneto-calorico osservato prima nel nichel e successivamente anche in sostanze paramagnetiche. Per utilizzare tale effetto occorre eseguire il processo di magnetizzazione e successiva demagnetizzazione adiabatica su sostanze che si trovino già a bassissime temperature, facendo uso di sostanze in cui i dipoli elementari abbiano la massima libertà di orientazione sotto l'azione del campo magnetico esterno. L'A. indica la tecnica del metodo. Numerose notizie vengono riportate circa i fenomeni riscontrati nelle proprietà magnetiche dei materiali, che accompagnano il passaggio allo stato sopraconduttore e che si traducono in una modificazione della distribuzione dell'induzione magnetica nel campione e nelle immediate vicinanze di esso. Al fenomeno della sopraconduzione si collega anche una alterazione della conduttività termica e del calore specifico, che subiscono una discontinuità al punto critico. Vengono pure ricordati altri fenomeni studiati alle bassissime temperature, come l'effetto della frequenza di campi elettrici e magnetici, la permanenza dell'effetto Peltier e Thomson e.. Sono anche segnalati alcuni metodi di misura adatti per le esperienze alle bassissime temperature. *Ri.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

R. Pohl — **Danni negli alternatori causati da carico permanente nella gabbia smorzatrice.** (E. u. M., N. 3, 20 gennaio 1935, pag. 25-28, con 5 figure). **17 a**

L'avvolgimento smorzatore a gabbia dei generatori diventa notoriamente attivo ogni qualvolta si verificano variazioni del flusso con esso concatenato. Esso è quindi sensibile ai corti circuiti di qualsiasi natura, agli errori di parallelo, alle briusche variazioni di eccitazione, ai campi armonici di ordine superiore, ecc. Il carico che si manifesta è peraltro di natura transitoria e la capacità termica della gabbia è tale da evitare sovrariscaldamenti dannosi. Questi ultimi, constatati in pratica nei grandi alternatori, non possono che essere dovuti a carichi permanenti conseguenti a fenomeni pendolari oppure ad altre cause. Fra le cause possibili, l'A. cita in primo luogo una dissimetria nel carico delle tre fasi e dimostra quale relazione passa tra il grado di dissimmetria ed il carico della gabbia. Poichè una dissimmetria anche accentuata può sussistere a lungo e passare inosservata dal personale, è raccomandabile la sorveglianza del carico delle tre fasi mediante adatti strumenti di misura. Un'altra causa di carico permanente negli smorzatori risiede nell'attitudine che hanno i trasformatori, particolarmente in condizioni di risonanza della capacità di tronchi di rete con l'induttanza dei circuiti, a dare origine ad armoniche superiori, le quali interessano gli alternatori anche se questi hanno una curva di tensione praticamente sinusoidale. In particolari condizioni, anche le armoniche contenute nella curva di corrente di mutatori possono dar luogo a carichi anormali negli smorzatori degli alternatori che li alimentano. È quindi opportuno, quando si tratta di alternatori molto caricati da mutatori, studiare i collegamenti delle macchine o prendere altre misure convenienti per compensare sufficientemente le armoniche superiori nella curva di corrente. *V. D. Ma.*

B. Mengele — **Contributo al calcolo della costante di tempo dell'avvolgimento di eccitazione delle macchine sincrone.** (E. u. M., N. 2, 13 gennaio 1935, pag. 13-15, con 2 fig.). **17 a**

La costante di tempo viene determinata in funzione dell'induttanza e della resistenza dell'avvolgimento di campo, tenuto conto, mediante due fattori di correzione, della dispersione e delle correnti parassite nel ferro e delle correnti negli smorzatori. L'induttanza dell'avvolgimento non è calcolata direttamente, conoscendo il numero di spire, il flusso e la corrente corrispondente, bensì partendo dalla caratteristica a vuoto ed utilizzando il triangolo di Poiter. Si dimostra in particolare che, a vuoto, la costante di tempo cresce proporzionalmente all'inclinazione della caratteristica in corrispondenza del punto di servizio e diminuisce in ragione inversa della base del triangolo di Potier e del rapporto fra la potenza di eccitazione a vuoto e la potenza nominale. Il metodo consente la determinazione della costante di tempo tanto a vuoto quanto a carico; esso è applicato ad un esempio pratico dall'A. *V. D. Ma.*

G. Fisler — **I nuovi alternatori della centrale di Hagneck.** (Revue B. B., N. 3, marzo 1935, pag. 84). **17 a**

La centrale, che utilizza una caduta variabile da 5,5 a 9 m, fu equipaggiata verso la fine del secolo passato con cinque gruppi idroelettrici ad asse verticale, di cui quattro da 1400 kVA ed uno da 1700 kVA, 8000 V, 40 Hz. L'impianto è stato radical-

mente trasformato di recente: quattro delle vecchie turbine Francis sono state sostituite da tre turbine ad elica ed una Kaplan. Ciascuna delle nuove turbine è accoppiata direttamente ad un alternatore da 3400 kVA a 16 000 ÷ 17 600 V, cos φ variabile da 0,7 in ritardo a 0,80 in anticipo, 187 giri/min, 50 Hz. Lo statore è diviso in due parti e comporta il supporto di estremità montato sulla crocera superiore. Il supporto è sollecitato da un carico totale — parti rotanti ed acqua — di 109 000 kg; la ruota polare pesa 25 600 kg, ha un diametro di 3800 mm ed ha un momento dinamico di 200 tm². L'eccitatrice è montata in testa al gruppo. Sulla crocera inferiore è sistemato un dispositivo di frenamento comandato con aria compressa. Gli alternatori sono completamente chiusi; l'aria di ventilazione è aspirata dal disotto ed attraverso appositi canali, viene poi espulsa all'esterno dopo aver attraversato la macchina.

V. D. Ma.

IDRAULICA.

G. Evangelisti — **L'impiego delle camere d'aria per attenuare i colpi d'ariete nelle condotte elevatorie.** (L'Elettrot., 10 aprile 1935, pagine 251-256, con 4 fig.). **18 d**

Viene discussa la possibilità di impiegare le camere d'aria per attenuare i colpi d'ariete negli impianti idraulici elevatori, specialmente di grande lunghezza e di forte prevalenza, nei quali casi gli altri mezzi proposti non riuscirebbero praticamente adottabili. Viene messo in evidenza come le resistenze di attrito assumano una grande importanza, che può diventare preponderante nei tipi di impianti considerati, tanto da ridurre in modo sensibilissimo le oscillazioni di pressione.

Ri.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

F. Benford — **Riflessioni interne fra superfici piane e parallele.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1935, pag. 277-281). **19 f**

Quando un raggio di luce attraversa un filtro di vetro colorato, oltre al raggio diretto, si hanno altri raggi, i quali, anzichè attraversare direttamente il filtro, sono riflessi due o più volte dalle superfici piane; tali raggi quindi, avendo attraversato il filtro un maggior numero di volte, debbono considerarsi più puri. L'A. espone la teoria matematica del fenomeno e cita come esempio gli studi fatti per la determinazione della temperatura delle lampade al tungsteno mediante un confronto colorimetrico con una lampada campione usando una serie opportuna di filtri dei quali riporta tutte le caratteristiche. Si vede come in tal modo si possano valutare con sufficiente approssimazione tutte le temperature occorrenti effettivamente nella pratica; viene poi riportato il risultato singolare di un filtro azzurro che, mediante l'aggiunta di quattro filtri leggermente gialli, può dare una luce più azzurra di quella che si otterrebbe usandolo da solo.

C. G. E.

G. Peri — **Prove fotometriche comparative su apparecchi cata-diottrici per segnalazioni luminose.** (L'Elettrot., 25 aprile 1935, pag. 295-297, con 6 fig.). **19 v**

Richiamate le proprietà caratteristiche degli apparecchi catafoti, sono riportati i risultati di esperienze comparative fra apparecchi catarifrangenti di diverso costruzione, sia per quanto riguarda la riflessione della luce nelle varie direzioni, sia per l'angolo limite di obliquità del fascio incidente, per cui l'apparecchio è capare di funzionare.

Ri.

IMPIANTI.

A. Caprez — **La piccola centrale idroelettrica automatica dell'Hôtel Jungfrau di Eggishorn (Vallese).** (Revue B. B., N. 3, marzo 1935, pag. 83-84, con 2 fig.). **20 i**

La centrale alimenta i servizi elettrici dell'Hôtel. Essa comporta una turbina Pelton da 70 kW a 1250 giri/min accoppiata elasticamente ad una dinamo da 63 kW a 230 V. La turbina sfrutta una portata variabile da 20 a 50 l/sec ed un salto di 170 m; essa non è munita di regolatore di velocità e quindi il numero di giri/min varia da 1250 a 2200. Per compensare le variazioni di tensione e mantenere costante quest'ultima qualunque sia la velocità, la dinamo è stata munita di un regolatore automatico ad azione rapida. Tutti gli apparecchi necessari per il comando ed il controllo della centrale sono montati sopra un piccolo quadro: questo comporta quindi, oltre al regolatore rapido, un interruttore bipolare, due valvole, un amperometro ed un voltmetro.

V. D. Ma.

P. Bonetti — **Della copertura del carico di punta negli impianti di produzione di energia elettrica sotto l'aspetto economico.** (L'En. Elettr., luglio 1935, pag. 491-506, e agosto 1935, pag. 577-596, con 30 fig.). **20 g**

Il problema viene dall'A. esaminato in tutta la sua ampiezza, mettendo in evidenza come la questione della copertura economica delle punte di carico debba venire studiata sia pure in base a principi generali, ma caso per caso con successive approssimazioni. La possibilità di sovraccarico delle normali macchine elettriche è di piccolo giovamento; preferibile è la soluzione di gruppi con macchine elettriche che possano essere caricate fino al limite massimo di sovraccarico dei motori primi. Il costo medio del kWh prodotto da un gruppo di centrali dipende dal fattore di utilizzazione delle singole unità per la aliquota «spese vive» di produzione, ma è indipendente dal fattore di utilizzazione delle singole centrali per la aliquota «capitale». È conveniente che la minore utilizzazione si abbia nelle centrali di minor costo d'impianto, anche se richiedano maggiori spese vive per la produzione del kWh. L'aggiunta di un impianto ad accumulazione con pompe ad una centrale di base, per coprire il carico di punta, accresce solo in piccola misura il fattore di carico della centrale in confronto alla soluzione consistente nella soppressione della punta. Negli impianti idraulici le turbine devono avere il massimo rendimento possibile ed i gruppi devono funzionare nel campo di massimo rendimento, compatibilmente colle esigenze della ripartizione del carico. L'accumulazione dell'energia può convenire rispetto alla produzione termica per punte di breve durata. I gruppi termoelettrici comprendenti caldaie e turbine in gran parte ammortizzate sono i più convenienti per coprire le punte. Larghe possibilità sono offerte dai gruppi con caldaie a rapida produzione e macchine fortemente sovracaricabili. L'impiego dei Diesel per le punte è limitato a potenze non troppo grandi. L'influenza delle spese di trasporto dell'energia per la copertura delle punte può essere talvolta decisivo nella scelta del mezzo più conveniente a tale scopo. *Ri.*

M. G. Soldini — **Gli impianti della Società Anonima Idroelettrica Stiriana (Steweag).** (L'En. Elettr., settembre 1935, pag. 670-683, con 25 figure). **20 i**

Gli impianti sfruttano le risorse idroelettriche della Stiria e la Società comporta, come è noto, una forte partecipazione finanziaria italiana. Attualmente nelle centrali idrauliche e termiche è disponibile una potenza di 70 000 kW con una capacità di produzione di 300 000 000 di kWh annui. Sono previsti ulteriori impianti, fra i quali uno sul fiume Ens nella Stiria superiore, il quale potrà dare circa altri 600 000 000 di kWh annui. Sul fiume Teigitsch, subaffluente della Mur, è stato costruito l'impianto di Arnstein che utilizza un bacino imbrifero di 170 km². Una diga a quota 629 s. m., forma un serbatoio settimanale di 300 000 m³ da cui parte una galleria in pressione di oltre 5 km che mette capo ad una camera di espansione di 1300 m³. Le 2 tubazioni forzate alimentano nella centrale 3 gruppi ad asse orizzontale formati ciascuno da una turbina Francis da 9500 kW, per 5,5 m³/sec, con salto di 240 m, connessa ad un alternatore trifase da 13 000 kVA, 50 000 V, 50 per/sec, 750 giri al min. L'energia viene elevata a 60 000 V per alimentare le linee che vanno a Graz. Lo scarico della centrale è utilizzato in un altro piccolo impianto sottostante, comandato a distanza, da 1800 kVA. Circa 15 km a monte della centrale di Arnstein è costruito il serbatoio del Pack di 5 600 000 m³ con diga di 32 m; annessa alla diga è una centrale automatica di 650 kW. Sulla Mur sono costruiti 2 impianti, quello di Pernegg con salto medio di m 17,50 e quello di Mixnitz con salto di 19 m. Il primo, con una portata di 135 m³ al secondo, può produrre 110 000 000 di kWh annui; il secondo, con portata di 106 m³/sec, può dare 105 000 000 di kWh. A Pernegg sono installate 3 Francis verticali da 6500 kW con alternatori da 8000 kVA, 5500 V, 50 per/sec, 150 giri al minuto, mentre nella centrale di Mixnitz si trovano 2 Kaplan da 8000 kW con alternatori da 11 000 kVA, 5500 V, 50 per/sec, 214 giri alminuto. L'energia è trasformata a 100 000 V e convogliata verso Vienna.

Ri.

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

E. Scimemi — **Il laboratorio di idraulica nel R. Istituto Superiore di Ingegneria di Padova e le sue ricerche.** (L'En. Elettr., settembre 1935, pag. 645-669, con 44 fig.). **23**

Il laboratorio comprendeva già da qualche tempo un edificio a 3 piani, nei primi 2 dei quali trovavano posto le parti non sperimentali dell'insegnamento. Successivamente nel 1930 si decise la costruzione di un nuovo laboratorio. Gli elementi che definiscono la potenzialità di un laboratorio di idraulica sono la portata massima disponibile e la prevalenza, che per il laboratorio di Padova sono rispettivamente di 400 litri/sec e di 7 metri. I serbatoi necessari per il servizio idraulico sono in lamiera di ferro saldata di 5 mm; vi è un serbatoio superiore e un serbatoio intermedio a seconda della prevalenza voluta, i quali permettono esperienze a portate già misurate con luci tarate. L'impianto pompe comprende 4 unità di diversa portata e prevalenze da 5 ad 8 metri. La misura delle portate è fatta con luci, tarate mediante speciale vasca di misura nel sotterraneo. L'impianto è poi corredato di un'importante serie di apparecchi di misura. Viene particolarmente descritto uno speciale carrello idrometrico per la taratura degli apparecchi adatto altresì allo studio del trascinamento di corpi immersi. Uno speciale piccolo laboratorio opportunamente attrezzato è esclusivamente destinato a scopi didattici. L'A. ricorda anche sommariamente alcune fra le più importanti serie di esperienze eseguite e che hanno riguardato: ricerche sui sifoni autolivellatori per la misura del coefficiente di efflusso; ricerche ed esperienze su modelli per la sistemazione del fiume Noce; esperienze

su modelli per prevedere il funzionamento dei serbatoi progettati sull'Avisio: esperienze su modello del porto lagunare del Lido di Venezia; ricerche sul movimento dei materiali di fondo; ricerche sui vortici, sul colpo d'ariete, ecc. *Rt.*

MACCHINE A COLLETTORE.

B. SCHWARZ — **Nuovi motori shunt a collettore.** (E. u. M., N. 8, 24 febbraio 1935, pag. 85-89, con 7 fig.). **25 d**

I motori descritti hanno come caratteristica peculiare la possibilità di regolazione della velocità senza spostamento delle spazzole. Lo statore del motore è collegato direttamente alla rete, alla quale è pure connesso il primario dell'apparecchio di regolazione costituito da un regolatore ad induzione. Il secondario di quest'ultimo è posto in serie nel circuito del collettore con un avvolgimento ausiliario montato sullo statore. Talvolta il regolatore ad induzione è sostituito da un regolatore doppio con due primari connessi alla stessa rete e due secondari in serie fra loro. È possibile realizzare con tali motori una grande finezza di regolazione, evitando la complicazione degli apparecchi necessari per lo spostamento delle spazzole. Il problema della commutazione del motore trifase a collettore presenta notoriamente particolari difficoltà. Oltre a quelle comuni con le macchine a corrente continua, sono da considerare le difficoltà derivanti dalla tensione indotta nelle spire chiuse in corto circuito dal campo principale e dall'influenza delle armoniche di campo. Poichè questi fenomeni non possono essere eliminati totalmente con campi ausiliari, è stato impiegato allo scopo uno speciale avvolgimento di commutazione nell'indotto. L'azione di questo avvolgimento è complessa; esso consente peraltro in ogni caso di elevare, a parità di condizioni, i limiti di convenienza del tipo di motore descritto. *V. D. Ma.*

A. GRABNER — **La dinamo tripolare di saldatura.** (E. u. M., N. 1, 6 gennaio 1935, pag. 4-8, con 10 fig.). **25 c**

La macchina comporta tre poli salienti uniformemente ripartiti alla periferia dello statore ed un avvolgimento indotto ripartito in tre spirali a 120° elettrici sul rotore e connesso al collettore. Fra due spazzole di quest'ultimo viene raccolta la corrente di lavoro; fra una di esse e la terza è raccolta la corrente di eccitazione. Questa percorre la bobina di campo in derivazione montata su di uno dei poli; gli altri due poli portano ciascuno una spirale percorsa dalla corrente principale e quindi in serie col circuito esterno. In tale dinamo si verifica l'aumento o la diminuzione della corrente di lavoro, entro ampi limiti, al crescere od al diminuire della riluttanza del circuito magnetico del campo in serie. Praticamente questa variazione di riluttanza è ottenuta spostando il nucleo di uno dei poli nella direzione del suo asse, mediante un adatto congegno meccanico. *V. D. Ma.*

MATERIALI.

E. WALDSCHMIDT — **Procedimento per controllare dielettricamente la essiccazione e l'impregnazione della carta.** (E. T. Z., N. 4, del 24 gennaio 1935, pag. 83-84). **26 f**

L'A. espone, per mezzo di un esempio, un procedimento che permette di controllare continuamente l'essiccazione e l'impregnazione della carta destinata ad isolamento elettrico. Un campione della carta da controllare viene impiegato come dielettrico in un condensatore di misura, le cui variazioni di capacità rivelano le variazioni nelle condizioni di essiccamento e impregnazione della carta. Il condensatore viene naturalmente installato nello stesso ambiente in cui si fanno l'essiccazione e l'impregnazione e perciò si può ritenere che esso riveli esattamente le condizioni della carta in preparazione. Si può allora stabilire quando la carta è pronta, e precisamente quando il condensatore non rivela più variazioni nella sua capacità. *Tt.*

F. G. BENFORD — **Leghe berillio-rame.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1935, pag. 297-299). **26 e**

Nelle costruzioni elettromeccaniche un materiale ideale sarebbe quello che ad una conduttività simile a quella del rame accoppiasse caratteristiche meccaniche simili a quelle di un buon acciaio. Un passo verso il raggiungimento di questo materiale ideale è stato fatto dapprima con le leghe berillio-rame e successivamente con quelle berillio-cobalto-rame. Queste leghe incrudiscono per invecchiamento: come tali si possono incrudire con un semplice trattamento termico, laddove è noto che per incrudire il rame occorre una lavorazione a freddo (trafilatura, ecc.). Una lega normale berillio-rame è quella contenente il 2,5 % di Be: essa ha un carico di rottura semplice superiore a quello di un acciaio al carbonio, una durezza superiore a quella di una ghisa durissima e un allungamento pari a quello di un acciaio dolce. La sua conduttività è eguale a circa 25 % di quella del rame, pari cioè, a quella delle leghe a base di rame comunemente impiegate. Ma se dal lato tecnico questi risultati costituivano un notevole progresso, rimaneva la questione del prezzo, dato l'altissimo costo del berillio; d'altra parte ridurre il tenore di berillio significa diminuire enormemente le caratteristiche meccaniche ottenute con la percentuale sopra indicata. Un altro metallo che, aggiunto alla lega Be-Cu, diminuisca la solubilità del berillio nel rame, farà diminuire la quantità del primo metallo necessaria alla sovrasaturazione cui si è accennato, cioè darà luogo ad una lega meno costosa di quella Be-Cu. È stato trovato che il cobalto, che costa la ventesima parte di quello che costa il berillio, risponde bene allo scopo: una lega Be-Co-Cu, se ha delle caratteristiche meccaniche lievemente inferiori a quella di Be-Cu, ha però una conduttività circa doppia di questa, cioè circa il 50 % di quella del rame. Un altro effetto dell'aggiunta del Co è quello di innalzare la temperatura d'indurimento per precipitazione da 275° a 500°: effetto tanto più notevole quando si pensi che a 150° comincia la ricottura del rame e delle altre sue leghe. D'altra parte una lega Be-Co-Cu viene a costare solo un terzo della lega Be-Cu al 2,5 % di berillio. I principali impieghi della lega Be-Co-Cu sono: molle, estremità di saldatori, elettrodi per saldatura, ecc. La lega Be-Cu viene prodotta da molte ditte produttrici d'ottone; quella di Be-Co-Cu dalla G. E. Co. *C. G. E.*

MISURE.

E. GRUENWALD, W. WIECHOWSKY — **Il rilievo oscillografico delle curve di campo.** (E. u. M., N. 5, 3 febbraio 1935, pag. 54-55, con 2 fig.). **28 d**

Il rilievo della curva di campo può essere fatto con metodi diversi: per punti oppure in modo continuo, utilizzando l'oscillografo. Questi metodi sono in generale poco pratici e mal comodi quando si tratta di indagini sull'influenza della saturazione nella distribuzione del campo e sull'importanza della forma della curva di campo agli effetti delle perdite. Cause di errore nelle misure sono inoltre difficilmente individuabili quando si tratta di rilievi su macchine complicate, con distribuzione dissimmetrica del campo, come ad esempio macchine a campo trasversale eccitate in serie. Per questi casi più complessi, l'A. propone un metodo che comporta il rilievo oscillografico della f.e.m. indotta in un conduttore che si sposta nel traferro con velocità costante rispetto al campo. Il conduttore necessario per chiudere la spira i cui estremi fanno capo all'oscillografo è fisso rispetto al campo: il collegamento elettrico dei due conduttori è fatto mediante anelli e connessioni radiali, convenientemente disposte. Una figura riportata nel testo mette in evidenza le curve di campo rilevate con questo metodo su di una macchina a corrente continua munita di poli di commutazione e di avvolgimento di compensazione. *V. D. Ma.*

H. BOEKELS — **Frequenzimetri a indice.** (E. T. Z., N. 8, del 21 febbraio 1935, pag. 205-206, con 3 fig.). **28 e**

L'A. esamina le proprietà e la precisione dei frequenzimetri a indice, del tipo elettrodinamico. In questi strumenti un disco è sottoposto all'azione di due solenoidi che agiscono in senso contrario: la bobina di uno è in serie con una resistenza, quella dell'altro con un condensatore e un'induttanza. Ambedue i circuiti dei solenoidi sono alimentati alla tensione della rete. Con questi strumenti si raggiunge una precisione che può arrivare fino a 0,01 per/sec, superiore a quelle di frequenzimetri a lame vibranti. Per la taratura l'A. consiglia di adottare il metodo stroboscopico con un diapason campione; gli errori di taratura sono dell'ordine di 1:10.000. *Tt.*

H. VOGLER — **Limiti di precisione di misura nella taratura e nel controllo dei contatori elettrici.** (E. T. Z., N. 5, del 31 gennaio 1935, pagine 98-99, con 1 fig.). **28 e**

Nella taratura dei contatori la precisione dipende dal wattmetro e dall'orologio impiegati. Conviene inoltre che il carico del wattmetro sia massimo e che la durata della taratura non sia inferiore ad un certo valore minimo. Da curve riprodotte nell'articolo si vede che l'errore diminuisce coll'aumentare del carico e col crescere della durata del tempo di taratura. Di solito si può calcolare di ottenere nelle ordinarie tarature dei contatori una precisione tale che l'errore è pari a ± 5 per mille. *Tt.*

B. L. ROBERTSON — **Misura della resistenza d'armatura delle macchine sincrone.** (Elec. Eng., luglio 1935, pag. 705-709, con 4 fig.). **28 d**

Sebbene sia ben noto che la resistenza apparente dell'armatura di una macchina sincrona è molto maggiore della resistenza misurata in corrente continua, tuttavia questo argomento non è stato molto studiato dal punto di vista pratico e nella trattazione delle macchine sincrone si usa trascurare per la più la resistenza d'armatura nella ipotesi che il suo valore sia trascurabile rispetto alle reattanza della macchina. Tale approssimazione è tollerabile in molti casi ma quando si voglia procedere ad una analisi dettagliata o si tratti di macchine di piccola potenza, non è più così. Dimostra infatti l'A. che la resistenza dell'armatura può influire sensibilmente sulla coppia torcente e sull'eccitazione delle macchine sincrone funzionanti a carico costante. Gli effetti della resistenza d'armatura devono essere considerati nei riguardi della macchina non saturata prima di passare ad uno studio accurato della macchina saturata, perchè essi influiscono sulla tensione d'intraferro come la reattanza d'arma-

tura; trascurare tali effetti può indurre a notevoli errori nelle correzioni per la saturazione. La resistenza apparente d'armatura può essere praticamente ricavata dalle letture al wattmetro mentre la macchina funziona per la determinazione della curva a V. Per macchine normali la resistenza apparente può risultare del 15 al 30 % superiore a quella determinata in corrente continua. La presenza di canali nel rotore dà luogo alla formazione di armoniche per le quali la resistenza apparente viene a trovarsi molto accresciuta e in qualche caso si può arrivare ad un valore di resistenza apparente eguale al doppio della resistenza in corrente continua. Dai risultati esposti dall'A. appare che la saturazione non influisce sensibilmente sulla resistenza apparente. *N.*

H. SCHERING e W. RASKE — **Misura della distribuzione del potenziale alla superficie degli isolatori.** (E. T. Z., N. 4, del 24 gennaio 1935, pag. 75-80, con 6 fig.). **28 b**

Nel laboratorio per prove ad alta tensione del Politecnico di Hannover gli AA. hano studiato un nuovo metodo per determinare la distribuzione del campo elettrico alla superficie degli isolatori, basato sull'impiego di un indicatore di tensione nulla costituito da un piccolo tubo al neon, che viene applicato all'isolatore per mezzo di una lacca, e da un piccolo disco metallico sottile saldato a uno degli elettrodi. L'altro elettrodo è collegato all'estremo dall'avvolgimento ad alta tensione di un trasformatore di tensione, il cui avvolgimento a bassa è collegato alla rete attraverso un divisore di tensione comprendente una resistenza con cursore per regolare la tensione applicata all'isolatore attraverso il tubo al neon. Si regola il cursore del reostato fino ad avere spento il tubo al neon, il che indica che la tensione ausiliaria applicata all'isolatore è uguale a quella che si vuol misurare. Così si può avere il valore di questa. *Tt.*

A. GROCHOLSKI — **Determinazione per via grafica della curva caratteristica del rendimento di una macchina elettrica in base alle curve della potenza assorbita e delle potenza resa.** (E. T. Z., N. 6, del 7 febbraio 1935, pag. 125-126, con 4 fig.). **28 d**

L'A. espone un metodo grafico che permette di determinare il rendimento d'una macchina elettrica in funzione della curva, che dà la variazione della potenza assorbita in relazione alla potenza resa. Questa curva ha di solito la sua concavità verso l'asse delle ascisse: però per trasformatori, che funzionano a carico ridotto e per motori in derivazione a corrente continua, essa si può ridurre ad una retta. Allora la curva del rendimento è un'iperbole equilatera. Se invece la curva predetta non è una retta, col metodo grafico esposto dall'A. si può egualmente tracciare la curva del rendimento. *Tt.*

T. A. ROGER — **Misura della reattanza di fuga d'armatura.** (Elec. Eng., luglio 1935, pag. 700-705, con 4 fig.). **28 d**

Il metodo più noto per la misura della reattanza d'indotto è quello di Potier, ma fu ben presto riconosciuto che con tale metodo non si otteneva il vero valore della reattanza di fuga d'armatura perchè il risultato era notevolmente affetto anche da una larga componente dovuta alle fughe dai poli di campo. Recentemente il metodo di Potier è stato modificato in modo da dare un valore più approssimato della reattanza di fuga d'armatura e con tali modifiche i valori rilevati sperimentalmente coincidono meglio con quelli calcolati. Tuttavia anche con tali perfezionamenti non è possibile determinare la variazione nella reattanza suddetta in causa della importanza dell'influenza delle fughe polari. L'A. propone un nuovo metodo il quale permette di determinare direttamente variazioni anche piccole della reattanza di fuga d'armatura in seguito a variazioni della tensione. Il metodo può essere applicato non soltanto a macchina non saturata ma può anche essere spinto fino a condizioni di elevata saturazione e permette anche di ottenere la curva della variazione della reattanza d'armatura in funzione della tensione applicata. Vengono anche perfezionati altri due metodi i quali possono servire a indicare approssimativamente i valori limiti che la reattanza d'armatura può assumere. La conoscenza della reattanza d'armatura a saturazione e della resistenza d'armatura rende possibile una determinazione più esatta della tensione nel traferro e delle amperespire necessarie per la saturazione nel ferro dello statore e del rotore. Come risultati delle calcolazioni si ottengono anche i valori delle amperespire di eccitazione e dell'angolo di spostamento della macchina sotto carico, valori importanti pei problemi di stabilità. *N.*

MOTORI PRIMI.

A. SMOLANSKI — **Influenza delle correnti di dispersione delle rotaie di impianti di tranvie elettriche sulla corrosione di condensatori di turbine a vapore.** (E. T. Z., N. 5, del 31 gennaio 1935, pag. 100-104, con 21 fig.). **30 d**

Nell'articolo viene riferito sugli esperimenti eseguiti in una centrale termica del bacino minerario di Katovice in Polonia per stabilire l'influsso esercitato sulla corrosione di condensatori di una turbina a vapore da parte delle correnti di dispersione di impianti tranviari. Si trattava dei due condensatori di un gruppo da 20 000 kVA seriamente danneggiati nelle piastre tubulari di ferro, così da rivelare in quattro anni d'esercizio una diminuzione di peso di oltre una tonnellata. Invece i tubi di ottone del condensatore non avevano subito lo stesso danneggiamento. La centrale era circondata per tre lati da binari tranviari. Però, benchè fra i binari delle tranvie e i condensatori si fossero riscontrate differenze di potenziale fino a 8 volt, si è dovuto constatare che le correnti di dispersione delle tranvie non potevano esercitare un effetto così imponente sulle piastre dei condensatori: l'A. ritiene perciò che intervengano reazioni elettrochimiche dovute al fatto che le piastre di ferro, i tubi d'ottone e l'acqua di raffreddamento, che in essi circola, costituiscono degli elementi di pila che, dato il gran numero di tubi in parallelo, possono dar luogo colle correnti da essi generate ai danneggiamenti lamentati. *Tt.*

RADIOTECNICA.

O. GYSIN — **I tram e le perturbazioni alle radioaudizioni.** (Revue B. B., N. 3, marzo 1935, pag. 80-81, con 1 fig.). **34**

È noto che lo scintillio fra archetto e filo di contatto è una causa notevole di perturbazione alle radioaudizioni nelle città servite da una rete tramviaria urbana. Indagini e prove ufficiali effettuate in Svizzera, hanno portato alla conclusione che un rimedio radicale può essere conseguito sostituendo i comuni pattini in alluminio, rame ed acciaio, con striscianti di carbone. Lo strisciamento del carbone sul rame, oltre che ridurre l'usura del filo di contatto, elimina quasi totalmente i parassiti. Si è constato inoltre che i pattini di carbone hanno una durata di gran lunga superiore purchè il filo di contatto sia accuratamente levigato. L'impiego di pattini di carbone e metallici sulla stessa linea dev'essere evitato perchè nuoce alla conservazione del filo di contatto e degli striscianti. Esperienze hanno dimostrato che pattini di carbone, capaci di percorrere fino a 100 000 km prima dell'usura completa, non percorrevano più di 12 000 km quando sulla stessa linea circolavano vetture con presa di corrente a pattino metallico. I migliori risultati degli striscianti di carbone sono stati conseguiti con le prese di corrente a pantografo: è particolarmente importante che queste siano leggere, mobili e dotate di una grande rigidità laterale. Un pantografo avente questi requisiti è stato impiegato, in 183 esemplari, dalla tranvie di Basilea. *V. D. Ma.*

E. B. HANSEN — **Comunicazioni radio fra bordo e terra nella zona di Puget Sound.** (Elec. Eng., agosto 1935, pag. 828-832, con 2 fig.). **34 v**

In quel braccio di mare che si addentra a guisa di fiordo entro la terra tra l'isola di Vancouver e il continente e sul quale si affacciano le città di Seattle, Tacoma ecc., si svolge un intenso traffico. Le particolari condizioni di esso rendevano molto opportuno di poter disporre di un facile collegamento radiotelefonico. Sulla terra ferma è stata impiantata una stazione radioemittente e radioricevente mentre le navi che svolgono il traffico nel vastissimo bacino sono state provviste di opportuni apparecchi trasmettenti e riceventi di facile manovra. Le comunicazioni fra terra e navi si svolgono con onde da 2522 chilocicli/secondo, mentre per quelle dalle navi a terra si fa uso di onde a 2126 chilocicli/sec. L'antenna trasmettente, a terra, è del tipo semplice verticale, alta 24 metri e portata da un pilone di 32 m di altezza; l'antenna ricevente, situata ad una distanza di circa 70 m dalla prima, è anch'essa del tipo verticale, alta 12 metri. L'A. accenna agli accurati studi eseguiti per determinare la posizione più opportuna per la stazione a terra, studi condotti rilevando sperimentalmente il campo prodotto e l'intensità dei segnali ricevuti in diversi punti della zona da servire. Il posto trasmettente a terra, da 400 W, è di tipo analogo a quelli usati per il servizio di aviazione; esso fa uso di stabilizzatore piezoelettrico. Vengono anche fornite alcune notizie sull'organizzazione del servizio. *N.*

W. L. HARRINGTON, C. W. HANSELL — **La rete radiotelefonica delle isole Hawai.** (Elec. Eng., agosto 1935, pag. 822-828, con 6 fig.). **34 v**

La rete radiotelefonica collega le cinque principali isole dell'arcipelago, offrendo una perfetta soluzione alle difficoltà che si presentavano alla posa di cavi sottomarini in causa della presenza di numerosi banchi corallini e della configurazione molto irregolare del fondo oceanico. Si tentò dapprima di usare frequenze inferiori a 3 megacicli per secondo ma i disturbi atmosferici erano tanto forti da rendere impossibile un servizio regolare. Si ricorse allora, con risultati soddisfacenti a frequenze superiori a 30 megacicli al secondo. Gli apparecchi trasmettenti hanno stabilizzazione di frequenza mediante un tratto di linea a due conduttori a radiofrequenza. I ricevitori sono del tipo a supereterodina. Le isole sono poi collegate radiotelefonicamente con San Francisco dove viene effettuato il collegamento colla rete telefonica dgli Stati Uniti; il collegamento colle isole è effettuato con frequenze da 5 a 20 megacicli. L'impianto è in funzione da 3 anni con piena soddisfazione. Nell'aprile 1935 è stato messo in servizio un circuito radiotelefonico tra due delle isole dell'arcipelago, funzionante, in via sperimentale,

a frequenze fra 220 e 230 megacicli; una delle due stazioni è situata ad una altitudine di circa 800 metri mentre l'altra è al livello del mare e la loro distanza in linea d'aria è di circa 90 chilometri; i primi risultati sembrano assai soddisfacenti specialmente nei riguardi della piccola sensibilità ai disturbi di origine esterna. *N.*

STATISTICA.

J. Hak — L'elettrificazione ed i provvedimenti contro la disoccupazione in Francia. (E. u. M., N. 3, 20 gennaio 1935, pag. 29-32, con 5 fig.). **36**

L'A. mette in evidenza dapprima l'andamento nella produzione e nel consumo dell'energia elettrica in Francia, a partire dal 1927 fino al 1934. I risultati di esercizio di alcune società esercenti nella zona di Parigi offrono lo spunto ad un cenno sui criteri di tarifficazione dell'energia elettrica e sull'evoluzione dei prezzi della stessa. Gli sviluppi futuri dell'elettrificazione e in particolare di quella ferroviaria, sono messi in relazione col programma di lavori inteso ad alleviare gli inconvenienti della disoccupazione. *V. D. Ma.*

La produzione dell'energia in Italia nell'annata 1934. (L'En. Elettr., agosto 1935, pag. 557-576). **36**

In una tabella sono raccolti i dati statistici principali relativi al numero e ai capitali delle imprese elettriche private italiane; su 1732 imprese, 1460 hanno un capitale inferiore a 1.000.000, 150 hanno capitale fra 1 e 30 milioni, 32 fra 30 e 100 milioni, 21 fra 100 e 500 milioni, 3 fra 500 e 1000 milioni e una supera il miliardo. Durante l'anno 1934 si ebbe una diminuzione dell'importo complessivo dei capitali azionari per 150 milioni (contro a 700 milioni del 1933). L'importo delle obbligazioni emesse in Italia salì da 1791 a 2394 milioni; la valutazione degli impianti salì da 13.202 milioni a 14.075 milioni; furono assegnati a riserve straordinarie e ammortamenti 2846 milioni. Le nuove domande di concessione hanno rappresentato una potenza di 28.060 HP e i decreti di concessione emessi rappresentarono 62.413 HP. Le potenze efficienti di 950 centrali censite risultano di 3.760.506 kW; nel 1934 entrarono in servizio 14 nuove centrali per 9620 kW, e un solo serbatoio di circa 12.000.000 m³. Nelle centrali termoelettriche la potenza efficiente è aumentata di circa 11.000 kW toccando un totale di 811.793 kW. La produzione complessiva di energia raggiunse 12.090 milioni di kWh (compresi 206 milioni di kWh importati contro 11.239 milioni di kWh nel 1933). La produzione idraulica toccò 11.766 milioni di kWh contro 10.900 del 1933. La produzione termica fu di circa 324 milioni kWh, cioè di 15.000.000 inferiore a quella del 1933. Della energia prodotta 9196 milioni di kWh furono destinati alla vendita, 1358 milioni ad uso proprio del produttore e 1474 milioni ad uso promiscuo. La massima punta di carico fu di 1.531.000 kW, nel mese di luglio, e la massima utilizzazione oraria si ebbe nel marzo con 539 ore. L'articolo è corredato di numerose tabelle e di molti grafici e contiene anche un elenco delle linee elettriche ad almeno 120 kV, colle rispettive caratteristiche. *Ri.*

E. Wilczek — La produzione di energia elettrica in Ungheria. (E. T. Z., N. 3, del 17 gennaio 1935, pag. 57-58). **36**

Dapprima viene tracciato un quadro della situazione degli impianti per la produzione di energia elettrica in Ungheria: lo sviluppo di questi impianti è stato ritardato per cause economiche sfavorevoli. Nel 1933 la potenza complessiva installata era di circa 700 000 kVA, quasi totalmente in centrali termiche. È in corso l'unificazione delle frequenze: ora già la quasi totalità degli impianti funziona a 50 per/sec. Dal 1922 al 1933 lo sviluppo delle linee ad alta e a bassa tensione è cresciuto rispettivamente da 4410 a 10 737 km e da 4245 a 10 480 km. Nel 1933 sono stati prodotti 800 milioni di kWh e il 72 % degli abitanti poteva fruire dell'energia elettrica. La produzione di energia elettrica per abitante nel 1933 è stata di circa 100 kWh. *Tt.*

TRASFORMATORI.

M. Vidmar — La ripartizione delle perdite nei trasformatori. (E. u. M., N. 4, 27 gennaio 1935, pag. 37-41, con 2 fig.). **39 a**

Il problema della ripartizione delle perdite nei trasformatori rientra, secondo l'A., fra le finezze che, nella tecnica di tali macchine, attendono tuttora una soluzione definitiva. I criteri seguiti dai costruttori a questo proposito hanno subìto un'evoluzione notevole. Dapprima si mirò alla costruzione più economica; le preoccupazioni di ridurre al minimo il peso del materiale attivo posero in seconda linea il problema delle perdite. Era normale il rapporto 1/1 tra le perdite negli avvolgimenti e quelle nel ferro. In seguito la considerazione dell'onere derivante dalle perdite a vuoto indusse i costruttori a tenere conto delle condizioni medie di carico dei trasformatori e conseguentemente ad aumentare il rapporto anzidetto. La riduzione delle perdite specifiche nei lamierini accentuò questa tendenza e portò ai rapporti 3:1, 4:1. Si manifestano peraltro nuovi criteri nella scelta delle perdite e sopra di essi l'A. si sofferma diffusamente. *V. D. Ma.*

R. Freiberger — Teoria del trasformatore a cinque colonne. (E. u. M., N. 7, 17 febbraio 1935, pag. 73-78, con 5 fig.). **39 b**

La determinazione degli elementi fondamentali che caratterizzano il trasformatore a cinque colonne — ampiezza e variazione col tempo del flusso e dell'induzione in tutte le parti del circuito magnetico, amperspire magnetizzanti, perdite, ecc. — e la deduzione di regole pratiche per il calcolo di tale macchina vengono di preferenza fatte con metodi grafici, nomografici o numerici, tenendo conto soltanto in modo empirico dell'andamento non sinusoidale dell'induzione. L'A. dà invece al problema una soluzione algebrica, partendo da relazioni elementari fra le grandezze magnetiche e dando un'espressione analitica soddisfacente alla curva di magnetizzazione. I risultati ottenuti con questo metodo sono riassunti in una tabella. *V. D. Ma.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

H. Zwilling — Nuove stazioni di sezionamento nella rete a 5 kV delle Officine Elettriche Viennesi. (E. u. M., N. 7, 17 febbraio 1935, pag. 78-82, con 6 figure). **40 c**

È noto che la città di Vienna utilizza l'energia elettrica fornita dalla rete delle Officine Elettriche Viennesi e dalle reti, con questa interconnesse, della Oeka e della Steweag. L'energia a 110 kV viene dapprima trasformata a 28 kV in due grandi sottostazioni; una seconda trasformazione a 5 kV viene fatta in altre quattro sottostazioni. La rete in cavo a 5 kV alimenta le sottostazioni di conversione e di trasformazione appartenenti alla rete utilizzatrice. Con la diffusione delle applicazioni elettriche, le maglie della rete in cavo sono andate infittendosi e la potenza di corto circuito della stessa rete è salita a valori non previsti all'atto dell'esecuzione dei primi impianti di trasformazione. Per questi motivi, ed allo scopo di aumentare la sicurezza di esercizio dell'intera rete, è stata effettuata nel 1934 la trasformazione completa di sei stazioni di sezionamento a 5 kV. L'apparecchiatura di questi impianti è stata installata in locali esistenti di fabbricati adibiti ad uso di abitazione; si è mirato quindi ad evitare qualsiasi pericolo conseguente a difetti nelle macchine e negli apparecchi. Sono stati impiegati soltanto interruttori ad acqua; le teste di cavo sono del tipo a piccola quantità di massa isolante; i riduttori di tensione e di corrente sono del tipo a secco. I trasformatori vennero installati in apposite celle e provvisti di adatti dispositivi di ventilazione. Le sottostazioni comportano inoltre una serie di apparecchi diversi sui quali l'A. si sofferma brevemente. *V. D. Ma.*

S. Beckwith — Calcolo dei circuiti saturati in stato di regime. (Elec. Eng., luglio 1935, pag. 728-734, con 15 fig.). **40 f**

I metodi di calcolo che vengono esposti sono intesi a facilitare la soluzione dei seguenti problemi: determinazione del limite di stabilità statica di un sistema comprendente un numero di macchine maggiore di quello di cui si può tener conto coi metodi noti, senza ricorrere a semplificazioni iniziali che alterano l'attendibilità dei risultati; riserva del limite di stabilità statica di un sistema consistente in una linea di trasmissione con macchine sincrone ad entrambe le estremità tenendo conto accuratamente degli effetti della saturazione magnetica sulla potenza e sulla tensione. Trattandosi di stabilità statica si intende che le variazioni nel regime avvengano abbastanza lentamente perchè le forze di inerzia possano essere trascurate; può quindi essere trascurato ogni spostamento di fase delle tensioni nelle diverse parti del sistema; così pure non va tenuto conto dell'intervento di regolatori. Quando si conosca la tensione per tutte le correnti e per tutti i fattori di potenza in ciascun punto del sistema, si può calcolare la stabilità per un carico qualunque applicato in quel punto del sistema. Per rappresentare queste variabili si è fatto ricorso a un diagramma di correnti. Vengono esposti due metodi di calcolo, uno dei quali si basa sulla introduzione della reattanza o impedenza equivalente, mentre l'altro ricorre alla sovrapposizione dei diagrammi di corrente. Vengono pure esposti i modi di calcolare la reattanza o la impedenza equivalente di un sistema qualunque, incognito, in base unicamente alle misure eseguite ai morsetti estremi del sistema sia esso saturo o no. *N.*

P. G. Benner — Regolazione al di là della cabina di distribuzione. (Elec. Eng., agosto 1935, pag. 832-837, con 8 fig.). **40 c**

L'economia che si è riconosciuto di poter realizzare nelle reti di distribuzione mediante l'uso di regolatori a induzione e di feeder opportunamente proporzionati per compensare le cadute di tensione, ha indotto a studiare la possibilità di ricorrere ad analoghi dispositivi per compensare o ridurre le cadute di tensione in certe particolari porzioni di feeder in una zona di carico. L'A., dopo avere esposto alcune considerazioni generali circa le cadute di carico e i loro effetti nelle reti di distribuzione, mette in evidenza in quali casi il problema su accennato può assumere praticamente importanza. Installazioni eseguite a titolo di esperienza hanno dimostrato la convenienza di ricorrere a tali sistemi di compensazione. Essi sono divenuti praticamente applicabili in questi ultimi anni grazie ad alcuni progressi costruttivi che hanno permesso di ridurre assai

il costo dei regolatori di tensione a tasti; si è trattato specialmente di perfezionamenti dei dispositivi di comando dei contatti, mediante anche l'introduzione di by-pass di tirite in sostituzione delle grosse e pesanti reattanze prima usate. Viene descritto uno di tali regolatori comandato mediante uno speciale relais che comprende un circuito a caratteristiche non lineari che permette di metterlo a punto in modo molto preciso entro limiti assai distretti. Vengono poi ricordati tipi di autotrasformatori adatti per compensare le rapide variazioni di tensione (sensibili specialmente nelle lampade elettriche) derivanti ad esempio dall'inserzione diretta di motori sulla rete. Più gravi sono le condizioni quando le variazioni di tensione che si verificano sulla rete secondaria arrivano a ripercuotersi in misura sensibile sul primario a monte dei trasformatori. L'A. cita alcuni casi in cui si è riusciti a contenere in limiti tollerabili le fluttuazioni istantanee di tensione neutralizzando l'induttanza del circuito per mezzo di batterie di condensatori; la soluzione si presenta però conveniente soltanto in particolari circostanze. *N.*

E. CLARKE — **Calcolo della perdita di potenza in linee trifasi di trasmissione.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1935, pag. 272-276). **40 b**

La perdita di potenza in una linea trifase di trasmissione può essere determinata col grado di approssimazione voluto usando le funzioni iperboliche o le loro serie equivalenti. Se le condizioni all'origine della linea sono note, le condizioni all'arrivo della stessa possono essere calcolate per mezzo delle equazioni della linea di trasmissione, e la perdita di potenza nella linea risulta come differenza tra la potenza all'origine e quella all'arrivo; servendosi invece dell'equivalente circuito π o T, le perdita sarà la somma delle perdite $I^2 R$ nelle diramazioni del circuito equivalente. Se la perdita di potenza è calcolata come la differenza tra la potenza all'origine e quella all'arrivo della linea, il grado di approssimazione della perdita risulta inferiore a quello della potenza all'arrivo calcolata. Usando l'equivalente π o T, questi circuiti equivalenti debbono essere determinati con un grado di approssimazione corrispondente a quello richiesto per la perdita di potenza. Il metodo basato sullo equivalente è stato già esposto dall'A. in un articolo precedentemente pubblicato (*G. E. R.*, ottobre 1932); in questo viene indicato un metodo particolare che può essere applicato a circuiti di qualsiasi frequenza ed a linee di qualunque lunghezza; tale metodo permette, mediante alcune equazioni e diagrammi, di calcolare direttamente la perdita di potenza nella linea con qualsiasi grado di approssimazione e senza che sia necessario conoscere le condizioni all'origine della linea stessa. Esso è specialmente utile per ricercare le perdite relative in linee diverse, oppure quelle in una medesima linea, quando, determinate le condizioni di tensione, varino il fattore di potenza o il carico. *C. G. E.*

E. TRIPLAT — **L'elettrificazione della Carinzia (Austria).** (E. u. M., N. 5, 3 febbraio 1935, pag. 49-54, con 5 fig.). **40 a**

L'A. esamina dapprima la ripartizione delle centrali in tutto il territorio della provincia, ne indica la potenza e la interconnessione. Viene poi discussa la possibilità teorica e pratica di estendere l'elettrificazione e di collegare le reti della Carinzia con quelle di grande potenza delle provincie austriache limitrofe (Salisburgo, Stiria). I problemi tecnici che ne scaturiscono — stabilità delle reti e delle centrali, scambio di potenza reattiva, correnti di corto circuito, ecc. — sono ampiamente discussi. *V. D. Ma.*

C. CAMINITI — **Le correnti di capacità verso terra per difetto di isolamento nelle reti di distribuzione di energia elettrica con neutro isolato.** (L'En. Elettr., agosto 1935, pag. 597-604, e settembre 1935, pag. 684-690, con 14 fig.). **40 c**

Avviene spesso nelle reti di distribuzione con neutro isolato che si verifichino inconvenienti dovuti a difetti di isolamento di un conduttore e riesce difficile individuare il punto dove è avvenuto il contatto a terra. In generale le reti di distribuzione non hanno altra protezione contro i difetti di isolamento che la comune bobina di terra la quale segnala il guasto ma non ne permette la individuazione. È tuttavia possibile adottare dispositivi che, senza avere le caratteristiche di una vera e propria protezione automatica, permettano ad esempio di individuare direttamente quale, fra le molte linee uscenti da un sistema di sbarre, abbia subito un contatto a terra. Nella centrale di Castellanza, dove si hanno 18 linee a 11 000 V uscenti dallo stesso sistema di sbarre, si è predisposta la installazione di speciali relais che utilizzano gli squilibri delle correnti di capacità e la tensione del centro stella del sistema verso terra. Per prevedere il comportamento di tali apparecchi è necessario conoscere le variazioni che può subire la distribuzione vettoriale delle correnti di capacità e la tensione del centro stella in caso di messa a terra di una fase e a seconda della resistenza del contatto. L'A. studia appunto tali variazioni sulla base di alcune ipotesi semplificative, che facilitando i calcoli, permettono tuttavia sufficiente approssimazione. Vengono così considerate soltanto le correnti dovute alle capacità parziali dei conduttori verso terra, trascurando quelle dovute alla capacità di ciascun conduttore verso gli altri. Vengono studiati separatamente i casi di linea isolata alimentata direttamente dal generatore, di 2 linee uscenti dalle medesime sbarre, e di 2 linee in parallelo allacciate mediante trasformatori a una rete di notevole estensione. Per ciascun caso vengono sviluppate le formule di calcolo e riportati esempi pratici. *Ri.*

A. CECCONI — **Elevare le frequenze?** (L'Elettrot., 25 aprile 1935, pp. 278-280). **40 v**

Rilevato il diffondersi sempre maggiore delle applicazioni di correnti elettriche a frequenze notevolmente superiori a quelle industriali attualmente in uso, l'A. discute i vantaggi eventuali di una adozione su larga scala di frequenze 3 o 4 volte maggiori di quelle attuali, esaminandone le conseguenze nei riguardi del macchinario, dei trasformatori e delle linee di trasporto. Sono anche considerati casi di linee sintonizzate e di frequenze fino a 10 volte maggiori delle attuali, riportando anche considerazioni e proposte già emesse da altri autori. *Ri.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

H. SCHMEDES — **Installazione di manovra e di segnalazione nella stazione di Fredericia in Danimarca.** (Ericsson Review, 1935, N. 3, pag. 119-127, con 12 fig.). **41 f**

Fredericia è il nodo ferroviario più importante dello Jutland; la stazione ha una lunghezza di km 5,6 fra gli scambi estremi comandati. Molto intenso è il servizio di smistamento dei vagoni e dei treni. La stazione passeggeri comporta 2 posti di manovra e quello delle merci 3 posti. I segnali principali di arrivo sono del tipo a semafori, mentre gli altri segnali sono o colorati o del tipo cosidetto segnali bassi. I primi presentano colorazioni luminose rosse, verdi, gialle o bleu, mentre i segnali bassi sono segnali di forma, cioè dipendono dalla posizione mutua di due luci bianche. La stazione merci è dal punto di vista delle segnalazioni, distinta da quella passeggeri. Numerose notizie di dettaglio sono riportate per illustrare le particolarità di impiego e i dispositivi di comando delle diverse segnalazioni. Tutti i comandi degli scambi e dei segnali sono eseguiti elettricamente a distanza mediante piccoli motori appositi. In un quadro sono raccolti i dati relativi ai diversi comandi. L'energia è fornita sotto forma di corrente alternativa industriale trifase a 380 V, 50 per/sec, distintamente a ciascuna delle 5 cabine. Una di esse contiene inoltre un gruppo generatore con motore a benzina che permette di assicurare l'alimentazione di tutto l'impianto anche in caso di interruzione della corrente industriale. Ogni cabina contiene un trasformatore 380/110 V; per l'alimentazione dei segnali montati su pali si trasforma l'energia a 30 V e per le lampade al livello del suolo si scende a 12 V. I motorini di comando sono alimentati con corrente continua a 134 V ottenuta con raddrizzatori ad ossido in parallelo con batterie tamponi; vi è pure un gruppo convertitore di riserva con motore a corrente alternata a 380 V e dinamo a 136 V. La stazione è provvista anche di un complesso sistema telefonico. *Ri.*

H. TETZLAFF — **L'elettrificazione della linea Halle-Magdeburgo in Germania.** (El. Bahnen, N. 1, gennaio 1935, pag. 3-11, con 5 fig.). **41 a**

Il tronco Halle-Magdeburgo, lungo 87 km (320 km di binario), chiude l'anello Lipsia-Dessau-Magdeburgo-Halle-Lipsia elettrificato dalla Reichsbahn nella Germania centrale. La centrale di Muldenstein, equipaggiata con 4 turbogeneratori da 3300 kW e 2 turbogeneratori da 10.000 kW a 6000 V, fornisce l'energia per la trazione elettrica lungo tutto l'anello, mediante linee a 60 kV. Si hanno complessivamente quattro sottostazioni che convertono in monofase a 15 kV, 16 2/3 Hz l'energia a 60 V. La sottostazione di Köthen, che alimenta il tronco Halle-Magdeburgo, è equipaggiata con due unità da 6000 kVA. La linea di contatto dei vari tronchi dell'anello non è stata costruita con criteri di uniformità; essa mostra anzi l'evoluzione nei criteri costruttivi in questo campo della trazione negli ultimi 25 anni. Le linee a corrente debole — di telecomunicazione, di manovra, di sicurezza, ecc. — sono state poste interamente in cavo lungo il nuovo tronco. Per l'esercizio, era prevista l'utilizzazione delle motrici — 86 locomotori ed 8 automotrici — già circolanti lungo le altre linee dell'anello. A causa di un sensibile aumento di traffico, è peraltro previsto l'acquisto di 13 locomotori e di automotrici. Queste ultime saranno in numero tale da consentire l'esercizio con 5 treni composti ciascuno di due automotrici e di una rimorchiata di comando. *V. D. Ma.*

J. WALLNER — **L'equipaggiamento elettrico delle nuove automotrici Diesel-elettriche delle Ferrovie Federali Austriache.** (E. u. M., N. 1-2, 6-13 gennaio 1935, pag. 1-4 e pag. 15-20, con 6 fig.). **41 e**

La prima delle automotrici descritte è a 4 assi, a due carrelli, di cui uno portante il Diesel ad otto cilindri, la dinamo principale e la dinamo ausiliaria, e l'altro i due motori di trazione. La cassa comprende 64 posti a sedere, un bagagliaio, due cabine di manovra di estremità e lo spazio per i comandi, la batteria di accumulatori ed il combustibile. La motrice è provvista di freno a mano e pneumatico nonchè di dispositivo di sicurezza dell'uomo morto. La seconda automotrice è una vettura-bagagliaio a due assi. Il Diesel a sei cilindri e le generatrici sono montati all'interno; i motori di trazione sono applicati ai due assi con sospensione tipo tram. Gli altri organi dell'equipaggiamento elettrico sono montati in parte

nell'interno della cassa ed in parte sotto il telaio del veicolo. La motrice è dotata di freno a mano, di freno a vuoto e di dispositivo dell'uomo morto.

Il sistema di trasmissione della potenza dal motore Diesel ai motori di trazione, identico per i due tipi di motrici, comporta la regolazione di velocità del veicolo con la variazione del numero di giri del Diesel. L'utilizzazione razionale della potenza del motore termico è ottenuta impiegando una dinamo con particolare caratteristica esterna e quindi dotata di un appropriato sistema di eccitazione. Si tratta infatti di una generatrice che è eccitata al tempo stesso separatamente, in derivazione, controcompound. Un altro avvolgimento serie di eccitazione è previsto per l'avviamento della macchina come motore in serie all'atto della messa in marcia del Diesel. Alla dinamo sono connessi direttamente, attraverso un invertitore di marcia, i due motori costantemente in parallelo fra loro. I servizi ausiliari presentano qualche caratteristica singolare che forma oggetto di una dettagliata rassegna da parte dell'A.

V. D. Ma.

M. Akeson — **Sottostazione mobile delle Ferrovie dello Stato Svedesi.** (Asea, luglio 1935, pag. 68-72, con 5 fig.). **41 b**

Per l'elettrificazione della linea Stoccolma-Ange si sono costruiti 23 gruppi convertitori di frequenza per la trasformazione della corrente trifase a 50 per/sec in corrente monofase a 16 2/3 per/sec; ogni gruppo è composto di un motore sincrono trifase da 3200 kVA, 6300 V, 50 per/sec, 500 giri al minuto, di un generatore sincrono monofase da 2400 kVA, 3000 V, 16 2/3 per/sec, e di 2 eccitatrici a 115 V direttamente accoppiate. Le 4 macchine formano un gruppo, con un unico albero comune e 2 supporti posti ai fianchi del gruppo delle 2 macchine principali, con le eccitatrici a sbalzo. Ogni gruppo è installato a bordo di uno speciale carro ferroviario, realizzandosi così una cabina di conversione mobile. Per economie di peso le macchine sono di costruzione saldata, cosicchè il gruppo pesa solamente 86 tonnellate complessivamente. Il veicolo, a 5 assi, è pure di costruzione saldata, con lamiere di 30 mm. Le saldature sono state eseguite con elettrodi rivestiti da 4 a 7 mm di diametro; dopo la saldatura le superfici piane sono state rettificate per ricevere i pezzi delle macchine. Studiando opportunamente l'ordine successivo di esecuzione delle varie operazioni di saldatura è stato possibile mantenere le deformazioni conseguenti alle operazioni stesse in limiti tali da bastare una ripassatura di 5 mm per la messa a punto; valore molto piccolo quando si pensi che la lunghezza totale del veicolo è di circa 8 m. Il macchinario elettrico è stato sottoposto ad accurate prove e verifiche di ordine elettrico e meccanico le quali hanno permesso di constatare l'assenza completa di deformazioni permanenti in qualsiasi punto del complesso. *Ri.*

Holz — **La linea di contatto del tronco Halle-Magdeburgo.** (El. Bahnen, N. 1, gennaio 1935, pag. 19-24, con 17 fig.). **41 c**

Premesso un cenno sull'entità dei lavori richiesti per la posa in opera della linea, l'A. descrive dettagliatamente le varie parti dell'impianto, soffermandosi sui criteri di scelta delle stesse. La descrizione concerne più particolarmente: la catenaria in linea e nelle stazioni; la palificazione; la fune portante ed il filo di contatto; l'isolamento ed il sezionamento. *V. D. Ma.*

E. Hugentobler — **La funicolare Unterwasser-Iltios (Svizzera) con comando a distanza.** (Revue B. B., N. 3, marzo 1935, pag. 77-80, con 4 figure). **41 v**

La linea ha le caratteristiche seguenti: lunghezza 1210,5 m; pendenze dal 20,9 al 45,7 %; scartamento 800 mm; raggio minimo delle curve 200 m; dislivello fra le stazioni estreme 431,2 m. Il servizio è disimpegnato da due vetture pesanti 4800 kg, da 40 posti a sedere; la velocità è di 3,2 m/sec e la capacità di trasporto di 330 persone/ora in ciascuna direzione. Nella stazione motrice, all'estremità superiore, alimentata da una linea aerea e da un cavo a 10 000 V, 50 Hz, l'energia viene trasformata a 380/220 V per il motore del tamburo; esso è asincrono trifase esapolare, da 80 kW, e trasmette il moto con un riduttore ad ingranaggi a bagno d'olio. Sull'albero motore sono montate le due pulegge di frenatura: una per il freno a mano ed il freno elettromagnetico, l'altra per il freno di sicurezza. Sullo stesso albero è pure montato l'interruttore centrifugo per la protezione contro le sovravelocità del tamburo. *V. D. Ma.*

VARIE.

M. Besnard — **I pesci elettrici.** (Bull. Soc. Franc., giugno 1935, pag. 605-616, con 5 fig.). **42**

Le esperienze eseguite su muscoli staccati di animali dimostrano come i tessuti muscolari stessi sieno sede di fenomeni elettrici. Le modificazioni protoplasmatiche non dànno luogo ad alcuna corrente che possa essere messa in evidenza, finchè il complesso dei fenomeni biologici si svolge regolarmente in tutta la massa del protoplasma di una unità o di un complesso cellulare; qualunque rottura di equilibrio in tali processi genera uno squilibrio di potenziale che dà luogo ad un flusso elettrico suscettibile di essere captato; tale rottura di equilibrio può essere prodotta da semplici fattori meccanici, come un trauma, una lesione ecc. I fenomeni elettrochimici che si sviluppano negli organi animali possono trovare spiegazione nel fatto che il protoplasma è essenzialmente costituito da soluzioni colloidali molto complesse che mantengono cariche elettriche abbastanza elevate; la decomposizione o la modificazione della molecola del corpo colloidale può liberare istantaneamente una certa quantità di elettricità. È curioso osservare che tutti i pesci elettrici sono insensibili alla corrente elettrica, cosicchè la loro propria scarica o quello di altri pesci nelle immediate vicinanze non provoca su di essi alcuna reazione. Geneticamente l'organo elettrogeno si manifesta sempre come una derivazione o una modificazione di un organo o di un tessuto preesistente; in un caso si tratta delle glandole cutanee e negli altri casi di muscoli trasformati. L'A. descrive sommariamente i diversi pesci elettrici più noti, ricordando come il più potente di tutti sia il gjmnoto dei fiumi dell'America meridionale; la forza elettromotrice di un tale pesce adulto può superare i 300 V in circuito aperto e può dar luogo a scariche, su circuito chiuso, di 7 A con caduta di tensione di 17 V. *Ri.*

CRONACA TECNICA

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

3 **Un interruttore-limitatore di corrente ad azione ultra rapida** è descritto da Douhéret in *R. G. E.* (25 maggio 1935, pagg. 667-72). L'apparecchio agisce come limitatore inserendo rapidissimamente una resistenza nel circuito all'atto che si produce una perturbazione, e come interruttore quando l'intensità della corrente raggiunge un valore triplo di quello normale. L'effetto ultra-rapido sorge dal fatto che si fa ricorso, come agente motore principale dell'apparecchio, all'effetto elettromagnetico originato dalla corrente indotta che si stabilisce all'inizio del periodo perturbato. È pure prevista una energica soffiatura dell'arco. L'apparecchio è molto compatto e la rottura del circuito avviene in camera blindata. Alle prove è risultato che l'interruttore «tiene» assai bene e che il riscaldamento, anche dopo ripetuti interventi, è trascurabile data la poca energia dissipata nell'arco. *G. Cc.*

APPLICAZIONI AGRICOLE.

4 **Le applicazioni elettriche rurali** si sono alquanto sviluppate nello scorso anno in Inghilterra (*The Elec.*, 25 gennaio 1935, pagina 111). Nei dodici mesi anteriori al marzo 1934 furono installati circa km 3200 di linee rurali di distribuzione, elevando così l'estensione totale della rete rurale a oltre km 20.000. Si è andato diffondendo il sistema del riscaldamento elettrico del terreno per le coltivazioni. È stato costruito a tale scopo un nuovo tipo di cavo con un piccolo termostato che permette di realizzare un impianto a regolazione automatica con una spesa ridottissima. È stato anche costruito un nuovo tipo di lampada al neon appositamente studiata per l'illuminazione delle coltivazioni ed i risultati ottenuti sono assai promettenti. *Ri.*

CONDUTTURE.

9 d **Sulle prove da farsi sui cavi con isolamento a carta impregnata** espone alcune considerazioni Coignard in *R. G. E.* (1 giugno 1935, pagg. 709-11) il quale afferma che alle prove sul campione o prove di tipo (resistenza del conduttore, prove meccaniche e dielettriche dell'isolante, perdite), debbono seguire quelle dette di controllo da farsi con l'applicazione prolungata di una tensione elevata; a questo proposito l'A. critica il regolamento tedesco, giudicato blando nei confronti di quello francese anche se a questo si muove l'appunto di sottomettere a una sollecitazione troppo alta l'isolante. La possibilità che si inizi durante la prova una pericolosa ionizzazione è smentita dalla lunga pratica sperimentale. *G. Cc.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

11 d **Sul calcolo dei passanti in porcellana a camera d'aria** sono esposte considerazioni in *The Elec.* 22 febbraio 1935, pag. 242. Viene in particolare considerato il problema della distribuzione della tensione nelle zone maggiormente sollecitate. È messo in evidenza come per passanti di tipo comune si possa ritenere che la tensione di circa 32.000 V rappresenti un valore critico in quanto al di sopra di essa comincia a generarsi l'effetto corona sul conduttore assiale, alterando tutta la distribuzione delle tensioni e producendo parecchi effetti nocivi. Si può rimediare all'inconveniente aumentando il diametro dell'intercapedine d'aria assiale, oppure aumentando il diametro del conduttore assiale, oppure introducendo uno strato di isolante solido immediatamente adiacente al conduttore. Un altro metodo che viene particolarmente illustrato è quello della metallizzazione della superficie interna della camicia isolante di porcellana. La combinazione degli ultimi due metodi sembra poter dare i migliori risultati. *Ri.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

15 b **Per il calcolo dell'effetto della vicinanza di più conduttori sulla resistenza apparente dei medesimi** sono presentati nomogrammi di facile impiego in *The Elec.* 22 febbraio 1935 pag. 240. Essi permettono di determinare il cosidetto fattore di correzione di resistenza, che tiene conto delle perdite ohmiche addizionali prodotte dalle correnti parassite generate per effetto di induzione dai conduttori vicini. D'altra parte la alterata distribuzione della corrente nella sezione di ciascun conduttore importa anche l'impiego di un fattore di correzione dell'induttanza. I diagrammi presentati si riferiscono al caso di un sistema monofase con 2 conduttori paralleli o ad un sistema trifase coi conduttori simmetricamente disposti e possono servire rispettivamente per conduttori massicci o per conduttori tubolari. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 v In *Lux* dell'aprile 1935 si parla di **un regolamento italiano in materia di durata delle lampade ad incandescenza** cui dovrebbe uniformarsi il Consorzio fabbricanti lampade recentemente costituitosi. Secondo le Norme contenute in detto regolamento, le lampade dovrebbero essere fabbricate per una durata media di 1000 ore alla tensione di funzionamento pari a quella nominale. Un laboratorio sarebbe incaricato di controllare, almeno 4 volte all'anno, la durata dei singoli tipi di lampade prodotti dalle Fabbriche consorziate, e sarebbero comminate delle penalità nei casi in cui questa durata sorpassasse le 1250 ore. Inoltre, lo stesso laboratorio dovrebbe verificare mensilmente se l'efficienza delle lampade si mantiene sopra i valori minimi prefissati per ogni tipo; in caso contrario, la fabbrica delle lampade di bassa efficienza sarebbe invitata a modificare la tensione di marcatura in guisa da riportarsi con la efficienza entro i limiti ammessi, e la fabbrica che non ottemperasse a questo invito sarebbe passibile delle penalità dianzi accennate qualora, in seguito ad una prova di durata, si accertasse che le lampade incriminate hanno una vita media superiore alle 1250 ore. Infine, siccome le fabbriche consorziate s'impegnano a fornire esclusivamente lampade fabbricate per la tensione media della rete di distribuzione di ogni località, il Consorzio dovrebbe cooperare affinchè si addivenga ad una migliore regolazione della tensione delle reti di distribuzione. *G. Co.*

IMPIANTI.

20 i **Notizie statistiche sui nuovi impianti idroelettrici** negli Stati Uniti e nel Canadà sono riportate in *Power*, gennaio 1935, pag. 15. Alla fine del 1934 erano installate negli Stati Uniti turbine idrauliche per quasi 12.000.000 kW e altre nel Canadà per circa 5,5 milioni di kW. Fra le maggiori installazioni effettuate o in preparazione nel 1934 è ricordata una turbina Kaplan da 32.000 kW installata a Safe Harbor; quattro turbine Francis da 85.000 kW alla Boulder Dam, due turbine Kaplan da 45.000 kW in costruzione per l'impianto di Bonneville sul fiume Columbia, ecc., ecc. Il più grande impianto idroelettrico del mondo sarà quello progettato sul fiume Columbia alla Grand Coulee: esso conterrà 18 gruppi da 110.000 kW con una potenza totale di circa 1.900.000 kW. Una tabella raccoglie tutti i dati principali degli impianti idroelettrici ultimati od in costruzione nel 1934 negli Stati Uniti e nel Canadà. *Ri.*

MATERIALI.

26 f **Di alcuni nuovi tipi di resine sintetiche** da usare come materiale isolante è fatto parola in *The Elec.*, 25 gennaio 1935, pag. 113. Esempi importanti sono il cosidetto trolone prodotto in Europa e la catalina prodotta in America. In una tabella è esposta una classificazione descrittiva di questi prodotti. Un altro prodotto importante è la cosidetta elefantide che si presta assai bene per lavori di stampaggio. Anche a proposito degli isolamenti in carta sono ricordati parecchi progressi importanti che rendono possibile l'impiego dei conduttori isolati in carta anche per lavori di grande delicatezza. *Ri.*

MISURE.

28 c **Sui progressi recenti degli oscillografi a raggi catodici** sono date notizie in *The Elec.* 11 gennaio 1935, pag. 33. È specialmente discusso l'effetto del riempimento dell'apparecchio con gas inerti, elio od argo, sulla concentrazione del fascetto elettronico e sulla nitidezza delle registrazioni. È fatto venno di un nuovo tipo di oscillografo elettronico a riempimento di gas per registrazione di fenomeni ultrarapidi; si è raggiunta una rapidità di traslazione della estremità del fascetto elettronico sullo schermo fluorescente di circa km 300 al secondo, pur permettendo registrazioni perfettamente leggibili. Sono riportati parecchi oscillogrammi ad illustrare i risultati raggiunti. *Ri.*

RADIOTECNICA.

34 a **L'accoppiamento radioelettrico detto «per diffusione»** esperimentato da Cordebas e illustrato tempo fa (*R. G. E.*, 9 settembre 1933, pagg. 305-12) è discusso in *R. G. E.* dell'11 maggio 1935 da Krauthamer (pagg. 595-98) il quale afferma che il collegamento in oggetto è da ritenersi del tipo capacitivo attraverso il tubo contenente la grafite: quest'ultima funziona contemporaneamente come conduttore, mettendo in corto circuito l'armatura centrale e la parete del tubo, e come elemento resistente, consentendo che le perdite siano sufficientemente ridotte al punto da permettere l'accoppiamento radioelettrico. In contrasto risponde Cordebas richiamandosi a nuove esperienze compiute le quali tendono a mostrare che l'accoppiamento non interviene per capacità, richiedendo l'esistenza di un mezzo costituito da pagliuzze cristalline di grafite aventi buone proprietà conduttrici. Al riguardo espone anche una teoria che assimila l'accoppiamento per diffusione a un fenomeno di depolarizzazione. *G. Cc.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

38 f **L'impianto di trasmissione delle immagini per via radio fra Londra e Melbourne** inaugurato nel 1934 è descritto in *The Elec.* 25 gennaio 1935, pag. 103. Esso è equipaggiato con apparecchi Marconi di nuovo tipo perfezionato e funziona ad onde corte a fascio. La velocità di trasmissione, analoga a quella del collegamento Londra-New York, permette di trasmettere una immagine completa in circa 18 a 20 minuti. Per la trasmissione delle immagini i progressi tecnici già realizzati sono di gran lunga superiori a quelli per la televisione propriamente detta; le lunghezze d'onda più convenienti per grande distanza sono fra 14 e 80 m, e con tali onde vi sono notevoli limitazioni nella velocità di trasmissione. *Ri.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

40 v **Uno studio comparativo sulla rete inglese e quella francese** è compiuto da Melot in *R. G. E.* (18 maggio 1935, pagg. 635-50). Ricercate le condizioni economiche che hanno portato all'evoluzione dell'industria elettrica in Gran Bretagna con la creazione di un piano organico dalla produzione alla distribuzione, e la realizzazione di una rete nazionale, l'articolo esamina le analoghe condizioni francesi e la coesistenza delle reti principali. Tracciato così un parallelo l'A. esamina la possibilità e l'utilità di un'eventuale applicazione della concezione inglese e dei metodi d'organizzazione relativi ai grandi impianti francesi di trasmissione. *G. Cc.*

40 a Su alcuni **progressi nell'equipaggiamento delle linee di trasmissione** sono date notizie in *The Elec.* 22 febbraio 1935, pag. 231. Sono ricordati anzitutto tipi di isolatori studiati per l'impiego in zone soggette a forti nebbie o a depositi salini o ad atmosfere molto polverose. Sono state studiate a tale proposito parecchie soluzioni diverse che vengono descritte. Sono pure ricordati alcuni progressi negli scaricatori di sovratensione, in particolare nuovi tipi a sbarra di carburo di silicio, nei quali la resistenza diminuisce col cubo della tensione applicata; la scarica avviene in circa un milionesimo di secondo, senza che il dispositivo venga alterato. È ricordato anche un tipo di valvola fusibile per installazione all'aperto con custodia in porcellana che presenta notevoli vantaggi. *Ri.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 h **Sull'impianto elettrico del nuovo transatlantico francese Normandia** sono date notizie in *The Elec.* 15 febbraio 1935 pag. 205. I 4 gruppi principali di propulsione (turboalternatori) e i 6 gruppi ausiliari a corrente continua sono installati in una medesima sala macchine. I motori di propulsione principali sono 4, ciascuno da 30.000 kW a 240 giri al minuto, 5400 A, trifasi, sincroni. Ogni motore è direttamente accoppiato al corrispondente albero di elica. Le turbine dei gruppi generatori principali sono del tipo Zoelly. Ciascuno dei 6 gruppi per i servizi ausiliari è comandato da una turbina a 2500 giri al minuto, mentre la dinamo ruota a 530 giri al minuto, generando 2200 kW a 225 V. Le caldaie sono distribuite in 4 sale caldaie; quelle che alimentano le turbine principali generano vapore a 28 atm e 325°. È pure installato a bordo un gruppo ausiliario Diesel-dinamo pei servizi in porto e 2 gruppi di riserva Diesel-dinamo da 150 kW, 220 V, 1000 giri al minuto. *Ri.*

41 g **Un tipo di locomotive Diesel-elettriche per manovra** è descritto in *The Elec.* 11 gennaio 1935, pag. 47. Le locomotive del tipo 0-6-0 hanno uno scartamento di m 1,30 e un peso totale di 47 tonnellate; il raggio minimo ammesso nelle curve è di circa m 90. Lo sforzo di trazione massimo è di 15 tonnellate; lo sforzo orario è di circa 5 tonnellate, ad una velocità di 14 km all'ora con una potenza del motore di 230 kW. Sono equipaggiate con un motore Diesel verticale a 4 tempi, a 6 cilindri, accoppiato ad una dinamo da 220 kW con eccitatrice di 11 kW; vi sono 2 motori di trazione da 300 A, 500 V, 125 kW orari. *Ri.*

41 i **Le norme relative alle istallazioni elettriche a bordo delle navi** a struttura metallica sono illustrate in *R. G. E.* (1 giugno 1935, pagg. 693-707) da Patry il quale, dopo un cenno storico, svolge una sistematica elencazione dei principali argomenti secondo la nuova regolamentazione votata nel luglio dello scorso anno in Francia e raccolta dal Bureau Veritas. *G. Cc.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

(AEI)

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

CONSIGLIO GENERALE DELL'A. E. I.

Santa Margherita Ligure - 23 Settembre 1935-XIII

Ordine del Giorno:

1. - Comunicazioni della Presidenza.
2. - Andamento dell'Associazione.
3. - Pubblicazioni.
4. - Riunioni annuali.
5. - Premi Jona e Righi.
6. - Comitato Elettrotecnico Italiano. - Modificazioni dello Statuto. Nuove nomine. - Approvazione di Norme.
7. - Bilanci. - Modificazioni al Regolamento.
8. - Varie.

La seduta è aperta alle ore 11.

Sono presenti:

Il Presidente Generale, *Emanueli;* i Vice Presidenti Generali: *Balsamo* e *Giordani*.

Gli ex Presidenti Generali: *Del Buono, Lombardi, Vallauri*.

Il Segretario Generale, *Barbagelata*; il Vice Segretario Generale, *Pugno Vanoni*; il Cassiere Generale, *Bauchiero*; l'Ing. *San Nicolò*, Redattore Capo de *L'Elettrotecnica* ed i Consiglieri Delegati per le Sezioni:

Bologna:	*Righi*.
Firenze:	*Cuttica*, Presidente.
Genova:	*Profumo*, Presidente; *Pernigotti, Questa, Serrato*.
Livorno:	*Salvini*.
Milano:	*Gasparoni*, Presidente; *Crivellari, Furlanelli, Golsis, Molinari, Pinciroli, Rebora, Semenza, Usigli*.
Napoli:	*Ferrando*, in rappresentanza del Presidente; *Motti*.
Pugliese:	*Lucifero*, Presidente.
Roma:	*Biagini, Fascetti*.
Sarda:	*Silva*, Presidente.
Torino:	*Dalla Verde*, Presidente; *Palestrino, Zampini Salazar*.
Trento:	*Pippa*, Presidente.
Trieste:	*Manni*.
Veneta:	*Revessi*, Presidente.

Non è rappresentata la Sezione di Catania.

Hanno scusato la loro assenza gli ex Presidenti Generali: *Ferraris* e *Sartori*; il Segretario della Presidenza, *Trotto*; i Presidenti di Sezione: *Barberis* (Adriatica), *Greco* (Napoli), *Buttafarri* (Palermo); ed i Consiglieri: *Alessandri, Baduel, Banfi, Cesàri, Coreggiari, Danioni, Denti, Fracanzani, Giorgi, Liguori, Loria, Marin, Martinez, Nissim, Norsa, Rossi, Selmo*.

Presiede il Presidente, *Emanueli*, con i Vice Presidenti *Balsamo* e *Giordani*; il Segretario Generale, *Barbagelata*; il Vice Segretario Generale, *Pugno Vanoni;* il Vice Direttore dell'Ufficio Centrale, *Redaelli*.

1. - Comunicazioni della Presidenza. - Soci defunti.

Il Presidente Generale, Ing. *Emanueli*, dopo aver dato il benvenuto ai presenti, ricorda il nome dei consoci scomparsi dopo l'ultima seduta (*tutti si alzano*). Essi sono:

Sezione di Bologna: Cortesi Azeglio.

Sezione di Firenze: Marchi Cav. Guglielmo.

Sezione di Milano: Morini Dott. Pino, Sacerdoti Ing. Cesare, Zammit Ing. William.

Sezione di Napoli: Rocco Ing. Luigi.

Sezione di Roma: Bonati Ing. Isidoro, Franceschi Ing. Adolfo, Parazzoli Ing. Comm. Attilio.

Sezione Sarda: Venchiarutti Riccardo.

Sezione di Torino: Bonfantini Ing. Antonio, Grassi Prof. Guido, Nodari Andrea.

Sezione di Trento: Visintini Dott. Edoardo.

Sezione di Trieste: Rossi Ing. Rinaldo.

Sezione Veneta: Magrini Prof. Giovanni.

Il Presidente ricorda in modo particolare il Prof. Grassi, spentosi due giorni prima, socio fondatore e già Presidente Generale dell'A. E. I., annunciando che si terrà di Lui, degna commemorazione in altra sede. Dopo un minuto di raccoglimento si prosegue nello svolgimento dell'Ordine del Giorno.

Rapporti con Enti Nazionali. — *Presidente*: Sempre cordiali i nostri rapporti col Consiglio Nazionale delle Ricerche e con gli Enti affini alla nostra Associazione.

In particolare dobbiamo accennare agli intensificati cordiali rapporti col Sindacato Nazionale Ingegneri mercè i quali si sono evitate interferenze e doppioni con i gruppi specializzati costituiti in seno al Sindacato stesso: gruppi che in molte città collaborano colla maggior cordialità con le Sezioni della nostra A. E.I.

In occasione del Congresso Nazionale tenuto lo scorso maggio a Trieste dal Sindacato, noi abbiamo fatto opera per assicurare una larga partecipazione di nostri soci ingegneri, parecchi dei quali hanno presentato importanti lavori di carattere elettrotecnico. A presiedere la Sezione elettrotecnica del Congresso fu invitato il nostro Segretario Generale.

Per il nuovo Congresso che il Sindacato terrà a Torino a seguito della celebrazione di Galileo Ferraris del 29 corrente, d'accordo col Segretario del Sindacato abbiamo ottenuto la preziosa collaborazione di tre nostri ex Presidenti Generali; i Proff. Ferraris, Lori e Sartori, i quali in tre conferenze illustreranno agli ingegneri congressisti la portata degli studi e dell'invenzione di Galileo Ferraris. Ad essi come pure a S. E. Vallauri che, designato dal Capo del Governo, terrà il discorso commemorativo del Grande, vadano i nostri più vivi ringraziamenti.

Rapporti con Associazioni ed Enti stranieri. — I rapporti con le associazioni consorelle dell'estero continuano ad essere i più cordiali. Oltre al consueto invito al pranzo annuale della Royal Institution of Electrical Engineers di Londra, siamo stati invitati a partecipare alle riunioni annuali dell'Associazione Polacca, Ungherese, Cecoslovacca e Svizzera.

A tutte abbiamo inviato telegrammi augurali, ma sarebbe da considerare l'opportunità di invitare anche noi, in avvenire, alle nostre riunioni annuali i rappresentanti afficiali delle principali associazioni straniere. Ne potrebbe derivare un modesto aggravio al bilancio delle nostre riunioni, ma sarebbe buona opera per rinsaldare maggiormente i vincoli di colleganza cogli elettrotecnici degli altri Paesi. Che ne pensa il Consiglio?

Il Consiglio approva.

Dal 27 giugno al 7 luglio si è svolta a Parigi l'ottava Sessione della Conferenza Internazionale delle Grandi Reti. Come è stato riferito su *L'Elettrotecnica*, la rappresentanza italiana è stata meno numerosa e meno attiva delle altre volte, e bisognerà che il C.E.I. il quale funge da Comitato Nazionale Italiano della Conferenza, si occupi tempestivamente per organizzare la nostra partecipazione alla futura Sessione del 1937.

Intanto nel 1936 vi sarà una Riunione della World Power Conference negli Stati Uniti. Si tratta di una iniziativa recente alla quale il Governo degli S. U. ha accordato il suo appoggio. Il Comitato Nazionale Italiano della W. P. C. sotto il Patronato del C. N. R. ed a cui partecipa anche l'A. E. I., dovrà mettersi senza indugio al lavoro per assicurare una degna partecipazione italiana. E l'A.E.I. non mancherà di fronteggiare l'iniziativa nei limiti delle sue forze.

Il 15 ottobre p. v. si riunirà a Milano la Commissione Mista Internazionale per una visita ai sistemi di protezione contro la corrosione dei cavi, adottati dalla STIPEL. La cosa riguarda anche il C. E. I. e prenderemo accordi con la sua Presidenza per ricevere degnamente i membri della C. M. I.

Finalmente si sta organizzando per la primavera ventura a Lione una celebrazione del centenario della morte di Ampère. La vostra Presidenza sarà certamente rappresentata nel Comitato d'onore costituito per tale celebrazione.

Borsa Volta. — Come vi dicemmo nella seduta dell'aprile scorso, l'Ing. Paolini vincitori della Borsa per il 1934 cadde gravemente ammalato. D'accordo con la Italy America Society, dato che nel 1935 il concorso non doveva essere bandito, si decise di concedere al Paolini un anno di dilazione. Disgraziatamente, pur avendo potuto superare la crisi, egli non è ancora in grado di potersi recare in America ed ha definitivamente rinunciato. Abbiamo subito interpellato l'Ing. Ferrari, riuscito secondo nel Concorso, ma anch'egli non può partire, cosicchè la Borsa 1934 rimane inutilizzata.

Pensiamo di proporre alla I. A. S. di bandire il concorso per tre anni consecutivi (anzichè due su tre come stabilisce l'attuale statuto della borsa) in modo da riutilizzare la somma accantonata.

A questo proposito la I. A. S. ci ha proposto, in data 24 aprile u. s., di ritornare all'antico regolamento, rendendo di nuovo annuale il concorso e riducendo nuovamente da 1800 a 1200 dollari l'ammontare della borsa. Abbiamo scritto il 23 maggio dicendo che le ragioni per cui si era modificato lo statuto bandendo il concorso solo due anni su tre, per potere aumentare la borsa da 1200 a 1800 dollari, sussistevano più che mai. La miglior prova si è avuta nel

fatto che l'aumento della borsa a 1800 dollari non ha fatto aumentare il numero dei concorrenti, che nel 1934 furono soltanto tre.

A tutt'oggi non abbiamo avuto risposta.

Cicli di taratura. — Siamo spiacenti di dovervi comunicare che per la prima volta dopo nove anni, non si è potuto quest'anno condurre a termine il consueto ciclo di taratura. Si trattava quest'anno di far determinare dai vari Laboratori le caratteristiche di un circuito risonante costituito da un condensatore e da un'induttanza regolabile. Disgraziatamente, appena iniziato il ciclo, il condensatore si guastava e la Casa che ce lo aveva gentilmente fornito non potè ancora sostituirlo. Si è dovuto così sospendere il ciclo che contiamo però di riprendere appena possibile, senza pregiudizio dell'eventuale ciclo 1936 che la futura presidenza crederà di organizzare.

I risultati del nono ciclo, interrotto, saranno a suo tempo pubblicati su *L'Elettrotecnica*.

Rinnovo procura. — Quando era ancora Presidente Generale il Prof. Bordoni, fu stipulato un atto notarile col quale il Presidente Generale dava procura al Segretario Generale, Prof. Barbagelata, ed al Vice Direttore dell'U. C., Ing. Redaelli, disgiuntamente, di riscuotere mandati, raccomandate, ecc., ossia di compiere tutte le modeste operazioni necessarie alla vita normale dell'Associazione.

L'atto non fu più rinnovato non essendosene data l'occasione. Si tratterebbe di rinnovarlo ora, ma per non essere daccapo ad ogni cambiamento di presidenza, si è pensato di far deliberare la procura stessa dal Consiglio Generale. Vi sottopongo perciò il testo della deliberazione che dovrebbe essere da Voi votata:

« Il Consiglio, su proposta della Presidenza, delibera di nominare, « come nomina, a procuratori dell'Associazione Elettrotecnica Ita« liana il Segretario Generale, Prof. Ing. Angelo Barbagelata fu « Giuseppe, residente in Milano, via Bronzetti, 6, e il Vice Di« rettore dell'Ufficio Centrale, Ing. Cesare Redaelli del fu Cesare, « residente a Milano, viale Romagna, 37, con facoltà di agire dis« giuntamente l'uno dall'altro, conferendo loro ogni facoltà oppor« tuna perchè in nome della suddetta Associazione Elettrotecnica Ita« liana possano esigere qualunque somma a qualsiasi titolo fosse « dovuta all'Associazione stessa rilasciandone scarico e quitanza. Ai « nominati Procuratori sempre disgiuntamente l'uno dall'altro è « quindi conferito ogni potere di ritirare qualunque somma presso « Banche ed Istituti ed Enti governativi, provinciali e comunali o « privati, ritirare lettere raccomandate ed assicurate, esigere e gi« rare effetti cambiari, esigere vaglia postali e telegrafici e man« dati di qualsiasi natura emessi a favore della Associazione, quitan« zare e pagare ogni somma dovuta dall'Associazione, il tutto con « promessa di rato ».

Il Consiglio unanime approva.

2. - Andamento dell'Associazione.

Movimento Soci. — In questo periodo dell'anno non è praticamente possibile fare un censimento esatto del numero dei soci, perchè, con la nostra tradizionale tolleranza in fatto di pagamento della quota sociale, non si può assolutamente sapere quanti soci dovranno radiarsi alla fine dell'anno per morosità.

Per darvene un'idea: al 15 luglio erano ben 1661 i soci (pari al 34 % circa) che non avevano ancora pagato la quota 1935. Al 15 agosto il loro numero si era ridotto a 1265 ed è oggi di circa 1050. Fortunatamente l'esperienza ci insegna che tale numero si ridurrà ancora grandemente prima del 31 dicembre, ma è comunque prevedibile una ulteriore diminuzione del numero dei soci. A titolo di informazione, dal consiglio dell'aprile ad oggi si ebbero 79 cancellazioni definitive di soci, contro 31 nuove ammissioni con una perdita effettiva di 42 soci. Si dovrebbe quindi presumere, a fine d'anno, una perdita di un centinaio di soci.

Soddisfacente è stato invece — come sapete — l'afflusso dei soci sostenitori nonostante siano mancate parecchie adesioni delle quali non si sarebbe mai dubitato. I sostenitori sono oggi 162 individuali e 34 colletivi. Non vi è che da augurarsi che si possa giungere allo stesso risultato anche l'anno venturo.

Attività delle Sezioni. — Del tutto soddisfacente quest'anno l'attività delle Sezioni. Nel primo semestre del corrente anno si sono tenute complessivamente ben 136 riunioni contro 127 dello stesso periodo del 1934. Le Sezioni più attive furono Milano (28 riunioni), Bologna (23), Torino (18) e Firenze (12). Due Sezioni non hanno tenuto alcuna riunione, ed una Sezione tenne la sola assemblea dei soci.

Lo scambio dei conferenzieri, aiutato dall'organizzazione all'uopo predisposta dall'Ufficio Centrale non si è intensificato. Di esso d'altronde possono generalmente valersi solo le Sezioni più floride. Per ravvivare le Sezioni minori bisognerebbe che la Sede Centrale disponesse dei mezzi necessari per assumersi essa le spese occorrenti per lo spostamento dei conferenzieri.

Biblioteca Centrale. — In seguito a cordiali intese con la Presidenza della Sezione di Roma, mercè la collaborazione del Prof. Lombardi e del Prof. Bordoni, si è potuto ridurre alla metà — come si vedrà in sede di bilancio — il contributo della sede centrale alla Sezione di Roma che, com'è noto, gestisce la Biblioteca Centrale dell'A. E. I. In tale occasione abbiamo creduto opportuno renderci esatto conto della frequenza delle consultazioni e in genere dell'utilità che i Soci ricavano dalla Biblioteca. È risultato che, in dodici mesi (dall'agosto 1934 all'agosto 1935) furono richiesti alla Biblioteca da soci non residenti a Roma solo dodici prestiti di complessivi 27 volumi o fascicoli.

Assai maggiori naturalmente sono i volumi dati in lettura a soci residenti in Roma, che in numero di 35 consultarono complessivamente, nell'anno, 61 volumi.

Complessivamente non è gran cosa, e sarebbe forse il caso di intensificare la propaganda per far conoscere ai soci l'esistenza e l'utilità della Biblioteca Centrale alla quale convergono da ogni parte del mondo oltre 160 riviste ricevute in cambio della nostra *Elettrotecnica* e dell'*Alta Frequenza*.

Comitato Centrale per le Comunicazioni. — La nomina del Comitato Centrale destinato a coordinare tutta l'attività dell'A. E. I. nel campo delle Comunicazioni, da Voi deliberato in via di massima la scorsa primavera, non fu ancora tradotta in atto in attesa della designazione dei rappresentanti delle Commissioni costituite presso alcune Sezioni. Di queste talune non ci hanno ancora risposto; ma sembra opportuno non tardare oltre e secondo le linee di massima da Voi già approvate, il Comitato risulterebbe pertanto così costituito:

Prof. *Pugno Vanoni* e Prof. *Francesco Vecchiacchi*, in rappresentanza della Vostra Presidenza;

Prof. *Lori*, in rappresentanza del C. N. R.;

Dott. Ing. *Franchetti*, in rappresentanza dei gruppi r. t. del Sindacato Ingegneri;

Dott. Ing. *A. Marzoli*, per la Sezione di Livorno; Dott. Ing. *R. Norsa*, per la Sezione di Milano; Ing. Prof. *A. Sellerio*, per la Sezione di Palermo; Ing. Prof. *E. Soleri*, per la Sezione di Torino; Dott. Ing. *G. Rutelli*, per la Sezione di Trieste;

i rappresentanti designati dalle Sezioni Adriatica e Bologna.

Vi sono osservazioni?

Il Consiglio approva.

Pregheremo il Comitato di eleggere nel suo seno un Presidente ed un Segretario o di organizzarsi altrimenti, se meglio crede, e di mettersi senz'indugio al lavoro. Oltre che coordinare le iniziative delle varie Sezioni, esso dovrà occuparsi in tempo di organizzare la parte che nella futura Riunione annuale sarà dedicata alle comunicazioni.

3. - Pubblicazioni sociali.

L'Elettrotecnica. — La trasformazione ed i miglioramenti formali attuati col 1° dell'anno, hanno continuato a procurarci dichiarazioni di consenso da parte dei soci.

Noi speravamo di potere, in un non lontano avvenire, migliorare un po' anche la leggibilità della rivista, aumentando il corpo dei caratteri tipografici; ma disgraziatamente la necessità di ridurre l'importazione della cellulosa, ha indotto il Governo a prendere disposizioni per limitare il numero delle pagine di tutti i periodici. Col settembre non ci è concesso di superare le 32 pagine di testo per ogni fascicolo, cosicchè non è più il caso di pensare a diradare la composizione. Non resta che augurare che gli autori, seguendo le direttive della Redazione, si sforzino di essere sempre più concisi nelle loro esposizioni, in modo da poter condensare in un minor numero di pagine la stessa quantità di materia.

Rendiconti. — Il problema dei Rendiconti rimane sempro uno dei più gravi e ad esso dovrà dedicare tutta la sua attenzione la futura Presidenza. Il valore tecnico della pubblicazione è senza dubbio assai elevato; il prezzo di vendita è oltremodo basso sia in linea assoluta, sia relativa, e cionostante i volumi non hanno smercio. Dell'ultimo volume relativo alla passata riunione di Gardone, (offerto ai soci e sole L. 32), compresi gli omaggi e quelli spettanti ai partecipanti alla Riunione, se ne sono finora collocate meno di 500 copie contro 950 del volume precedente (Sorrento), 1150 di quello di Firenze e 1200 di quello di Perugia. Noi pensiamo che si tratti di un riflesso della crisi generale, nulla essendosi trascurato per intensificare la propaganda ed agevolare la vendita del volume.

Pensiamo sempre che la propaganda più efficace debba essere quella svolta dalle Sezioni, ed in tale senso facciamo di nuovo vive raccomandazioni alle loro Presidenze.

Alta Frequenza. — Sotto l'assidua vigilanza di S. E. Vallauri la rivista si mantiene fedele ai criteri di serietà e di elevatezza a cui si è sempre ispirata e che sono particolarmente apprezzati nei maggiori centri di coltura. Per contro essa stenta a diffondersi e nonostante la facoltà concessa ai nostri soci di scegliere fra *Alta Frequenza* ed *Elettrotecnica* — facoltà di cui solo 228 si sono valsi — il numero delle copie collocate non arriva ancora al migliaio, pur essendone poco lontano.

Se, come si ripromette S. E. Vallauri, sarà possibile l'anno venturo passare al ritmo mensile (attualmente è bimestrale) certamente vedremo aumentare il numero dei soci che ci chiederanno la rivista.

Altre pubblicazioni. — Non abbiamo particolari notizie da comunicarvi circa le minori pubblicazioni dell'A. E. I.: Annuario - Monografie - Descrizioni impianti - Norme.

Anche per il manuale, la fase preparatoria si è disgraziatamente protratta più di quanto si pensava. L'iniziativa ha sempre però tutta la nostra attenzione e confidiamo che si possa presto entrare in una fase di lavoro fattivo.

4. - Riunione Annuale.

Riunione Annuale. — Non è il caso di spendere molte parole per la Riunione Annuale che sta per iniziarsi — la quarantesima nella vita dell'A. E. I. — se non per ringraziare, com'è doveroso, quanti hanno contribuito o contribuiranno al suo successo, dalle Autorità centrali e locali alle Presidenze della Cieli, della Unes, della Terni, delle Acciaierie e Ferriere Lombarde Falck; dall'Arsenale di Spezia e dalle Ferrovie dello Stato alla Presidenza della Sezione di Genova.

Per non esporvi un lunghissimo elenco di nomi credo di inviare a tutti, in vostro nome, il più fervoroso ringraziamento.

Quanto al lato tecnico del Congresso, il successo è bene assicurato dalle più che 60 memorie. Quello che invece si potrebbe deplorare — se non fosse un guaio comune a tutti i congressi sia nazionali che internazionali — è l'eccessivo ritardo con cui gli AA. inviano i loro contributi, nonostante tutte le raccomandazioni, sollecitazioni e minaccie. Quest'anno alla fine di luglio ultimo termine ufficiale per la presentazione dei manoscritti, solo 13 memorie erano pervenute all'U. C. Nella prima metà di agosto ne giunsero 4, nella seconda ben 18; 12 nella prima decade di settembre e tutte le altre (32) dall'11 settembre a ieri! Prescindendo dal sovraccarico enorme che questo tardivo accumularsi di memorie negli ultimi giorni, rappresenta per l'U. C. e per la tipografia, la distribuzione dei testi fatta all'ultimo momento perde ogni valore come preparazione alla discussione. E quest'anno solo 23 memorie (su 66) poterono essere spedite preventivamente agli iscritti al Congresso.

Altro punto da rilevare riguarda la mole delle memorie. Quest'anno si era diramata una circolare agli AA. raccomandando di non superare le $6 \div 7$ pagine di stampa. La media delle memorie stampate è poco superiore a tale cifra ($7 \div 8$) pel fatto che vi sono memorie brevissime, ma vi sono parecchie memorie di 20 pagine ed oltre (una è di 37). Se si pensa che ogni pagina di Rendiconti ci costa oltre 70 lire, la sperequazione di spesa salta agli occhi e si giustifica come in molti congressi internazionali, le spese di stampa oltre un certo numero di pagine, vengano addebitate agli autori. Data la situazione economica poco lieta dei Rendiconti, crediamo doveroso segnalare il problema alla futura Presidenza.

Riunione futura. — Secondo la tradizione lasciamo alla futura Presidenza ogni iniziativa e ogni decisione circa il tema e la sede della futura Riunione. Tuttavia se qualcuno dei presenti crede di dare qualche suggerimento esso sarà bene accolto e da noi trasmesso ai nostri successori.

Dalla Verde si fa eco del desiderio espresso da un gruppo di soci di Torino perchè si sposti la data della Riunione annuale verso un'epoca in cui non si abbiano impegni scolastici.

Vallauri, esprime l'avviso che d'ora in poi le Riunioni annuali debbano essere sempre divise in due sezioni, contemporanee o no, di cui una dedicata alle *Comunicazioni* e vorrebbe che per questa, per alcuni anni, non si fissasse un tema unico — dato lo stadio evolutivo della tecnica relativa. Per la sessione *industriale* si dovrebbe invece continuare come ora, a prefissare il tema.

Il Consiglio è d'accordo.

5. - Premi Jona e Righi.

Il *Presidente* prega il Prof. Lombardi a voler comunicare le conclusioni della Giuria per il Premio Jona.

Lombardi riassume le considerazioni per le quali, anche quest'anno, la Giuria ha creduto di interpretare con una certa larghezza le disposizioni regolamentari prendendo in considerazione anche l'attività passata dei numerosi colleghi che, nel biennio, avevano presentati lavori pregevoli. Con tale spirito, la Giuria si è trovata unanime nel designare, come meritevole della medaglia Jona, il Prof. Giorgi che in quest'ultimi tempi ha visto coronata l'opera sua con l'adozione internazionale del sistema di unità di misura M K S, da lui propugnato fin dal 1903. (*Vivissimi prolungati applausi*).

Il *Presidente* invita quindi S. E. Vallauri a riferire per il Premio Righi.

Vallauri informa che i lavori della Giuria dovettero svolgersi per corrispondenza e che tuttora non gli è pervenuta la risposta definitiva di uno dei quattro membri, mentre gli altri tre sono d'accordo nella loro designazione. Confida comunque di poter comunicare le conclusioni della Giuria prima dell'Assemblea dei soci (1).

Il Presidente ringrazia.

(1) Effettivamente il Prof. Vallauri potè comunicare prima dell'Assemblea che la Giuria proponeva all'unanimità di assegnare il Premio Righi per il biennio 1933-34 al Prof. Nello Carrara.

6. - Comitato Elettrotecnico Italiano.

Attività del C. E. I. — *Presidente*: L'attività del Comitato ha continuato a svilupparsi nel modo più soddisfacente. Dopo l'ultima nostra Riunione furono pubblicate le:

— *Norme* per gli isolatori in porcellana (revisione).
— *Norme* per gli isolatori in vetro (1ª edizione).
— *Norme* per i conduttori in rame nudo (1ª edizione).

Stanno per essere approvate definitivamente per la pubblicazione le:

— *Norme* per gli impianti nei monumenti, cantieri, ecc.
— *Norme* per gli incroci ed attraversamenti

le quali costituiranno in definitiva due importanti capitoli delle Norme Impianti.

Hanno superato il periodo di esame pubblico e si hanno in ultima rielaborazione presso i Sottocomitati compilatori le:

— *Norme* per le linee di contatto.
— *Norme* per i raddrizzatori a vapore di mercurio interessanti la trazione.
— *Norme* per i conduttori in alluminio.
— *Norme* per i cavi in carta (revisione).

Saranno pubblicate prossimamente come schema le:

— *Norme* per le turbine a vapore

mentre in base all'autorizzazione date da Voi e dalla Unfiel si pubblicherà prossimamente in forma definitiva l'*Elenco dei simboli e dei segni grafici.*

Oltre a ciò molti altri fascicoli sono allo studio o in periodo di revisione presso i Sottocomitati competenti.

In campo internazionale va ricordata la riunione plenaria della I. E.C. tenutasi lo scorso giugno all'Aja ed a Bruxelles, durante la quale si riunirono quasi tutti i Comitati di studio.

La Delegazione italiana guidata dal Prof. Lombardi, e comprendente ben 32 delegati, ha preso parte attiva ed efficace a tutti i lavori.

Modificazioni Statuto e Regolamento C. E. I. - Nuove nomine. — *Presidente*: Pensavamo di poter oggi sottoporre alla Vostra approvazione alcune modifiche allo Statuto ed al Regolamento del C. E. I., suggerite da sei anni di esperienza; ma disgraziatamente non ci è stato possibile addivenire alla loro redazione definitiva, essendo ancora da concordare qualche particolare con la Presidenza della Unfiel. Ci riserviamo pertanto di interpellarvi — se sarà il caso — per referendum.

Approvazione di nuove Norme. — Come testè accennato, dovremmo ora mettere in votazione per la loro definitiva approvazione, il terzo capitolo delle Norme Impianti, riguardante le linee aeree in generale ed i parallelismi e gli incroci in particolare.

Come ricorderete, il capitolo fu messo in revisione in seguito ad un voto del Consiglio Superiore dei LL. PP. e d'accordo con tutti gli Enti statali interessati i cui delegati hanno attivamente partecipato ai lavori del Sottocomitato.

Disgraziatamente il testo del capitolo — da approvarsi o respingere in blocco, senza discussione di merito — potè essere spedito soltanto venerdì mattina 20 corrente. È quindi probabile che molti di Voi abbiano appena ricevuto o non lo abbiano ricevuto affatto.

In tali condizioni, Vi chiediamo se si può procedere alla votazione o se è preferibile ricorrere all'uopo ad un *referendum.*

Il Consiglio si dichiara favorevole al referendum.

Il *Presidente* informa poi che, d'accordo con la Presidenza del C. E. I. si è deciso di rinviare alla fine dell'anno, in occasione del rimpasto generale del C. E. I., le nomine di alcuni nuovi membri.

Il Consiglio approva.

7. - Bilanci.

Previsione assestamento bilancio 1935. — *Presidente*: Già parlando del numero dei soci vi abbiamo detto quanto sia difficile per non dire impossibile fare a questa data una sicura previsione sul modo come chiuderà il bilancio dell'anno. Cento soci più o meno, portano già una variazione di 5000 lire; i proventi della pubblicità, per cui molti contratti devono rinnovarsi nei prossimi mesi, costituiscono un altro punto interrogativo, al quale si possono aggiungere il deficit più o meno grande della riunione annuale, le spese per la stampa delle memorie, ecc., ecc. È quindi solo per ottemperare allo statuto che vi sottoponiamo un preventivo di assestamento. Esso si chiude, mercè i contributi dei soci sostenitori, con un avanzo di circa 3000 lire; ma per le ragioni dette tale cifra potrà subire sensibili spostamenti nell'uno o nell'altro senso.

Le stesse incertezze vanno tenute presenti per il preventivo 1936 che risulta chiuderà in pareggio, avendo supposto che il gettito per i soci sostenitori si riduca alla metà circa.

Siamo a Vostra disposizione per maggiori ragguagli.

Se non vi sono osservazioni metto in votazione il bilancio.

Il Preventivo di assestamento 1935 *ed il Presentivo* 1936 *sono approvati all'unanimità.*

Modificazioni al Regolamento. — *Presidente*: Come ricorderete, nella seduta dell'aprile, dopo notevole discussione fu approvato all'unanimità che con quest'anno si dovesse applicare il nostro Regolamento il quale stabilisce che a metà di luglio si debba sospendere l'invio della rivista ai soci non ancora in regola coi versamenti. Poichè è difficile avere tempestivamente notizie precise dalle Sezioni, si deliberò anche di affidare all'Ufficio Centrale — che ha la possibilità di farlo — il compito di comunicare alle Sezioni l'elenco dei soci che non risultassero in regola al 15 luglio ed ai quali quindi sarebbe sospeso l'invio della rivista. Voi deste anzi mandato alla vostra Presidenza di modificare senz'altro in tale senso il testo attuale del Regolamento.

All'atto pratico noi abbiamo preferito sottoporre ancora alla Vostra approvazione il testo modificato dei pochi articoli interessati dalla riforma — testo che Vi è stato distribuito e che non richiede speciali chiarimenti, dopo la discussone dello scorso aprile. Siamo comunque a Vostra disposizione per qualsiasi ulteriore chiarimento.

Quanto alla sospensione della rivista, abbiamo creduto opportuno — per questo primo anno di applicazione — non essere troppo rigidi per venire incontro al desiderio di alcune Sezioni e per non dover sospendere la rivista ad oltre 1600 soci, abbiamo attuato il provvedimento solo col 25 agosto u. s. I soci a cui fu sospeso l'invio furono circa 900 e di essi oltre 200 si sono già messi in regola.

Dopo ciò poniamo in votazione le modificazioni.

Il *Segretario* dà lettura del testo proposto, che dopo lievi ritocchi suggeriti dal Consiglio viene approvato nella forma seguente:

Testo modificato.

RAPPORTO TRA SOCI E ASSOCIAZIONE.

ART. 13. — Il Socio deve versare la propria quota di associazione annuale, od almeno la prima rata (nelle Sezioni ove ciò sia ammesso), entro il 31 marzo di ciascun anno.

Al Socio che entro il 1° luglio non avrà effettuato alcun versamento verrà *sospeso* l'invio delle pubblicazioni sociali. Il Socio sarà avvisato dalla Sezione della sospensione e se entro il mese di agosto non avrà provveduto ai versamenti dovuti, verrà dichiarato *moroso*, e decadrà dal diritto di ricevere le pubblicazioni arretrate. Di ciò sarà dato avviso al Socio a mezzo raccomandata, a cura della Sezione, la quale potrà quindi inviargli tratta a mezzo Banca, per l'importo dovuto.

Non avvenendo il saldo entro il mese di novembre, la Sezione dichiarerà *radiato* il Socio moroso, salvi sempre i diritti dell'Associazione.

RAPPORTO TRA SEZIONI E UFFICIO CENTRALE.

ART. 14. — Le Sezioni dovranno dare notizia all'Ufficio Centrale di tutti i versamenti effettuati dai Soci, trasmettendo alla fine di ogni mese copia delle ricevute rilasciate, o in caso diverso, una distinta nominativa dei versamenti, firmata dal Cassiere della Sezione.

L'Ufficio Centrale dell'A. E. I. al 10 luglio comunicherà alle Presidenze di Sezione l'elenco dei Soci che ad esso U. C. non risultano in regola coi pagamenti, ed ai quali verrà sospeso l'invio delle pubblicazioni a partire dal 25 luglio.

Alla fine di agosto l'Ufficio Centrale trasmetterà un nuovo elenco dei Soci che a tale data non avranno provveduto a mettersi in regola coi versamenti, affinchè la sezione possa provvedere a quanto disposto nell'articolo precedente.

Alla fine di novembre l'Ufficio Centrale trasmetterà alle Presidenze di Sezione l'elenco dei Soci morosi che, non risultando ancora in regola coi versamenti, dovrebbero essere radiati a sensi dell'Art. 13.

VERSAMENTI DEI CONTRIBUTI ALL'UFFICIO CENTRALE.

ART. 15. — Le Sezioni dovranno provvedere:

entro il 15 aprile al versamento della metà quota dovuta dalla Sezione alla Sede Centrale, computandola sul numero dei Soci risultanti dall'elenco aggiornato della Sezione, contenuto nell'Annuario dell'anno in corso;

entro il 15 luglio al versamento del saldo del debito della Sezione computato sulle basi dell'ultimo capoverso del presente articolo in base ai Soci effettivi;

entro il 15 dicembre al conguaglio per le variazioni avvenute nel corso dell'anno per nuove iscrizioni e per i pagamenti ritardati dei Soci.

Per i Soci la cui cancellazione sia stata regolarmente comunicata dalle Sezioni all'Ufficio Centrale prima del 1° luglio, le Sezioni sono responsabili verso l'Ufficio Centrale per un quarto della quota annuale; dopo tale data per una metà quota annuale.

8. - Varie.

Presidente: Questa seduta di Consiglio è l'ultima che ho l'onore di presiedere durante il periodo della mia Presidenza Generale e porgendovi il mio più cordiale saluto sento il dovere di ringraziare ognuno di Voi dell'aiuto datomi nel disimpegno della mia carica. Oltre che a Voi ed ai colleghi della Presidenza, specialmente grato sono al nostro Segretario Generale, il Prof. Barbagelata, il quale mi è sempre stato di inestimabile aiuto e consiglio.

La mia attività in altro campo che non ho potuto ridurre, i miei viaggi all'estero, mi hanno obbligato fin dai primi tempi ad addossare a lui un lavoro che era stato in altri tempi sbrigato dalla Presidenza Generale. A questo sono stato forzato dapprima a malincuore, ma mi sono poi convinto che per la buona organizzazione, per la continuità di indirizzo del nostro sodalizio è necessario che chi dirige l'Ufficio Centrale sia in corrente e si occupi di tutti i dettagli restando al Presidente Generale di discutere coi colleghi della Presidenza e con lui, solo l'indirizzo generale e le cose importanti. A questo più vasto compito di Segretario Generale il Prof. Barbagelata ha risposto con tutto il senso di vecchia amicizia che egli ha per me e con tutto l'entusiamo che egli ha per tutto quanto riguarda la nostra Associazione alla quale io auguro che assuma sempre maggior importanza nella vita del nostro Paese.

Vivissimi applausi. La seduta è tolta.

Il Segretario Generale — A. BARBAGELATA

Il Presidente Generale — L. EMANUELI

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI MILANO

Nei giorni 6 e 7 luglio u. s. ha avuto luogo la gita sociale della Sezione che quest'anno, per la prima volta, con simpatica iniziativa è stata effettuata in unione ai Soci della Sezione di Torino.

Meta della gita sono stati gli *impianti idroelettrici della Valtournanche*, che la *Società Idroelettrica Piemonte* ci aveva cortesemente autorizzato a visitare.

I Soci, accompagnati da buon numero di Signore e Signorine, sono partiti da Milano alle 14,30 circa del giorno 6, divisi in due comitive. Una, di una trentina di Soci, è salita direttamente al piano del Breuil, dove ha pernottato. La seconda, di un sessantina di Soci, si è recata a pernottare a Valtournanche.

Il successivo giorno 7, limpido e sereno come pochi è dato di avere, ha concesso ai Soci il godimento delle incomparabili bellezze naturali di quella bellissima conca sotto il Cervino.

I Soci che avevano pernottato a Valtournanche, sono saliti al mattino fino al Breuil; poi sono state visitate le centrali di Maen e di Covalou della S.I.P. Le centrali sono descritte nei fascicoli del 5-15-25 febbraio e 5 marzo de *L'Elettrotecnica* 1929.

Una piccola comitiva di Soci alpinisti si è spinta fino al lago di Cignana e altre hanno improvvisato ascensioni al Teodul e altrove.

Alle 13 però tutti si sono riuniti nell'Albergo Reale di Valtournanche per la colazione gentilmente offerta dalla S.I.P.

Alle frutta hanno parlato:

il Direttore Generale della S.I.P., Ing. Selmo, che ha portato ai Soci il saluto di S. E. Vallauri Presidente della Società, ed il benvenuto della Società stessa;

il Presidente della Sezione di Milano, Ing. Gasparoni;

ed il Presidente della Sezione di Torino, Ing. Dalla Verde; i quali hanno rivolto parole di ringraziamento alla S.I.P. per il cortese consenso di visitare gli impianti e la generosa e squisità ospitalità offerta, ed hanno messo in rilievo la simpatica novità della gita effettuata in comune dalle due Sezioni.

Nel pomeriggio i Soci hanno ripreso la via di Milano, dove sono giunti verso le ore 21, lieti e soddisfatti delle belle giornate trascorse.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

4 *Dicembre* - ore 21,30 (presso il Sindacato Ingegneri - Palazzo della Borsa). — PINCIROLI Dott. Ing. Andrea: « Classificazione e caratteristiche degli amplificatori a tubi elettronici ».

6 *Dicembre* - ore 21,15. — POLVANI Dott. Ing. Giovanni: Corso di lezioni sulla Fisica Moderna (4ª ed ultima lezione).

13 *Dicembre* - ore 21,15. — LORI Ing. Prof. Gr. Uff. Ferdinando: « Il ferromagnetismo e le sostanze ferromagnetiche ».

20 *Dicembre* - ore 21,15. — LAURO Prof. Ing. Gustavo: « La trazione con turbine a vapore nel quadro del problema dei carburanti nazionali ».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile*. Ind. Graf. It. STUCCHI - Milano.

VOL. XXII (XXXIX degli Atti) 25 Dicembre 1935 - ANNO XIV N. 24

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

AMMINISTRAZIONE: UFFICIO CENTRALE DELL'A.E.I.: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (2/2) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086 - C/C POSTALE 3/1189 - MILANO

SOMMARIO

In memoria di Guido Grassi.

La figura del Prof. Guido Grassi, spentosi nel settembre scorso, fu rievocata con la meritata solennità in una riunione promossa dalla Sezione di Torino. Riportiamo i discorsi pronunciati che, oltre a rievocare la nobile figura del compianto Maestro, bene esprimono i sentimenti di venerazione e di commosso rimpianto di tutti gli elettrotecnici italiani; sentimenti che già si erano unanimemente manifestati quando la triste notizia venne comunicata ai Soci nella Riunione annuale di Santa Margherita, e ai quali, anche da queste pagine, la Redazione sentitamente si unisce.

Modificazioni alle Norme "Cavi".

Col vigile senso di opportunità e di aderenza alle esigenze del Paese, che contraddistingue ogni emanazione del nostro Comitato Elettrotecnico, si è ritenuto opportuno introdurre temporaneamente alcune modifiche alle Norme Cavi, allo scopo di collaborare anche in questo campo alla resistenza contro l'iniqua politica delle sanzioni. Di tali modifiche pubblichiamo il testo in altra parte del giornale.

Lo spinterometro a sfere.

Come è noto, sebbene l'impiego di distanze esplosive per le misure delle alte tensioni sia stato adottato molto presto nella tecnica delle misure, il metodo non ha ancora trovato una sua sistemazione definitiva e completamente soddisfacente.

Il funzionamento dello spinterometro a sfere, giudicato addirittura capriccioso nei primi tempi del suo impiego per la facile e frequente variabilità dei valori forniti dall'apparecchio, si è andato gradatamente chiarendo e precisando grazie ad una massa ingente di lavoro sperimentale e teorico che ha permesso di interpretare in maniera sempre più completa e razionale i complessi fenomeni che intervengono durante la scarica e specialmente (ciò che in pratica è anche più importante agli effetti delle misure) negli istanti immediatamente precedenti alla scarica.

Tuttavia, sebbene l'uso dello spinterometro sia consigliato od ammesso da tutte le Norme dei diversi Paesi, il bisogno di ulteriori perfezionamenti è tanto sentito che la letteratura internazionale sull'argomento è sempre ricca ed abbondante.

La semplicità fondamentale del dispositivo consiglia a non abbandonarlo, mentre la necessità sempre più sentita di una maggiore precisione e sicurezza nelle misure rende difficilmente tollerabili le incertezze connesse coll'impiego di esso, disgraziatamente troppo sensibile ad una quantità di effetti perturbatori.

Così, mentre da una parte si tende addirittura a sopprimere il fenomeno della scarica, sostituendolo, agli effetti delle misure, colla repulsione elettrostatica fra le due sfere cariche, come è stato recentemente tentato in America, dall'altra si moltiplicano gli accorgimenti intesi a sottrarre la scarica alle azioni perturbatrici suddette.

Uno di tali accorgimenti che si è dimostrato praticamente assai utile è descritto oggi da E. PUGNO VANONI e C. DI PIERI nell'articolo che pubblichiamo.

L'oscillografo a raggi catodici.

I progressi compiuti nella tecnica di questo prezioso apparecchio sono stati rapidissimi e continui e si può dire che tuttora sono in incessante sviluppo. Quello che, fino a non molti anni fa, era un delicatissimo apparecchio di laboratorio riservato a ricerche speciali, si è oggi evoluto così da divenire, sotto certe forme, un apparecchio di uso industriale e, se occorre, di costruzione portatile; mentre, d'altra parte esso si è andato sempre più affinando per rispondere alle crescenti e incessanti necessità delle ricerche scientifiche più delicate, così da raggiungere sensibilità estreme e rapidità di registrazione veramente sorprendenti.

L'importanza enorme e sempre crescente raggiunta dall'oscillografo a raggi catodici ci ha consigliato di pubblicare sul giornale il testo completo della Memoria preparata dal Collega E. PONTREMOLI per la XL Riunione Annuale ma giunta troppo tardi per essere stampata e distribuita prima della Riunione stessa.

I lettori vi troveranno un quadro aggiornato della evoluzione di questo apparecchio ormai fondamentale nella tecnica moderna.

Motori sincroni a velocità variabile.

Eliminare nell'impiego dei motori sincroni il caratteristico aspetto della costanza della velocità è un problema il quale se risolto in modo soddisfacente, potrebbe senza dubbio avere larghe ripercussioni sulla diffusione di tali motori che, per altri aspetti, presenterebbero notevoli vantaggi.

È quanto si è proposto di fare il collega G. CIRILLI il quale descrive oggi sul giornale un dispositivo di regolazione di velocità basato sull'idea fondamentale dell'alimentazione a frequenza variabile. La soluzione, costruttivamente ingegnosa, raggiunge lo scopo introducendo inevitabilmente qualche complicazione, sulle quali solo una estesa pratica di esercizio potrà dare fondati elementi di giudizio. Il tentativo merita tuttavia di essere segnalato tanto più che l'A. promette ulteriori semplificazioni costruttive rispetto allo schema adottato nelle prime macchine costruite.

LA REDAZIONE.

SPINTEROMETRI A SFERE CON ANELLI DI GUARDIA

E. PUGNO VANONI - C. DI PIERI

Viene proposta l'applicazione di anelli di guardia agli spinterometri a sfere per rendere il funzionamento dello spinterometro con una sfera connessa a terra identico a quello dello spinterometro con entrambe le sfere isolate. È riportata una lunga serie di esperienze su uno spinterometro a sfere di 62,5 mm, che mostrano come la coincidenza dei comportamenti si ottenga per un largo intervallo di distanze esplosive operando sia con tensioni a frequenza industriale, sia con onde ad impulso di diversa polarità.

L'uso dello spinterometro a sfere a scopo di misura presenta alcune notevoli limitazioni quando una delle sfere è portata al potenziale del suolo.

In queste condizioni il campo elettrico diviene molto disuniforme, e quindi col crescere della tensione la distanza esplosiva cresce molto più rapidamente di quanto accada quando la ripartizione dei potenziali è simmetrica rispetto al suolo.

Questo fatto limita il campo di applicabilità di uno spinterometro, perchè, con grandi distanze esplosive, si rendono molto più sentiti sia i fenomeni che si producono durante la fase preparatoria della scarica, sia le azioni che esercitano eventuali corpi vicini (1).

Al fine di studiare l'influenza di queste disuniformità del campo alcuni autori hanno schermato gli spinterometri a sfere con gabbie. Assai nota è la disposizione suggerita dal Toepler, per la quale tutto lo spinterometro è circondato da una gabbia del tipo di quella indicata in fig. 1.

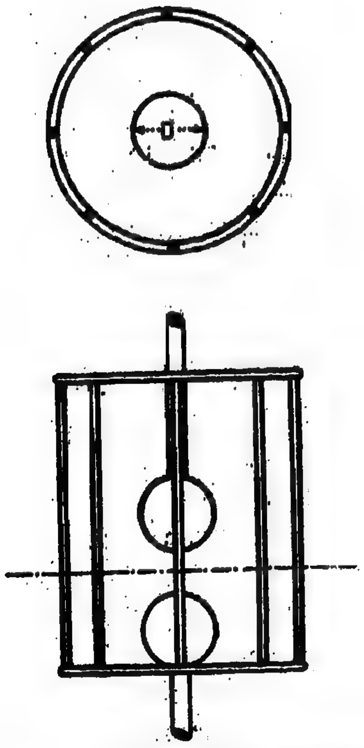


Fig. 1. — Spinterometro a sfere con gabbia schermo secondo Toepler.

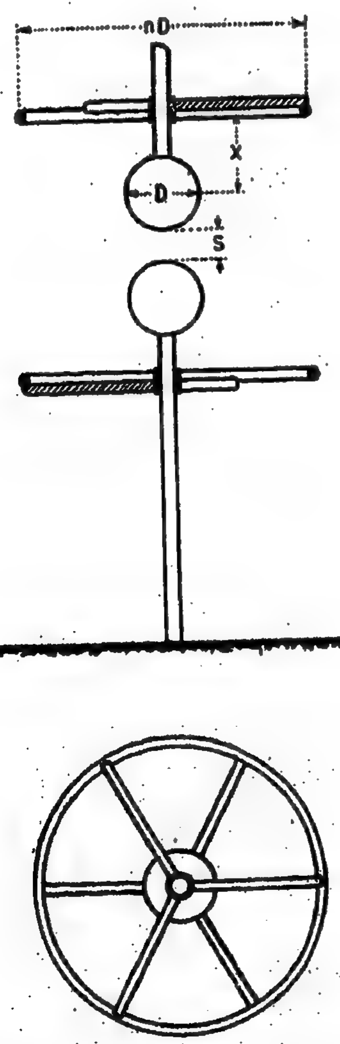


Fig. 2. — Spinterometro a sfere con anelli di guardia.

Queste schermature, da quanto ci consta, hanno avuto il solo scopo di dare una forma definita al campo, eliminando le disuniformità accidentali provenienti da azioni esterne. Esse risultano sempre molto ingombranti.

*

Ad uno degli autori della presente nota (Pugno Vanoni) è sorta l'idea di studiare la possibilità di applicare allo spinterometro un sistema di conduttori ausiliari, di forma semplice, che servisse a riportare la ripartizione del campo tra le sfere, quando una è connessa a terra, alle stesse condizioni che si hanno quando le sfere si trovano a potenziali simmetrici rispetto al suolo.

La forma più pratica di questi conduttori ausiliari è sembrata quella di due anelli col centro sull'asse principale dello spinterometro e rispettivamente connessi mediante sbarre conduttrici alle aste che portano le sfere (fig. 2).

Esperienze preliminari hanno mostrato che per questa via si potevano ottenere risultati interessanti, e quindi è stata intrapresa una ricerca sistematica, tutt'ora in corso, i cui primi risultati, già altrove accennati, vengono riferiti nella presente nota.

Lo studio sperimentale dei vari casi in cui lo spinterometro viene a trovarsi con o senza anelli è stato condotto con due metodi diversi:

a) tracciamento del campo elettrico.

b) misura delle tensioni di accensione per varie distanze esplosive a varie forme di tensione.

Le esperienze qui riportate sono state eseguite dall'altro autore della nota (Di Pieri) (2).

Per mettere in evidenza la configurazione del campo elettrico degli spinterometri a sfere nei vari casi (due sfere isolate, una sfera connessa a terra senza o con anelli di guardia) abbiamo eseguito esperienze col noto metodo del Toepler per il tracciamento delle linee di forza mediante un pezzetto di paglia posto nei punti del campo da esplorare (3).

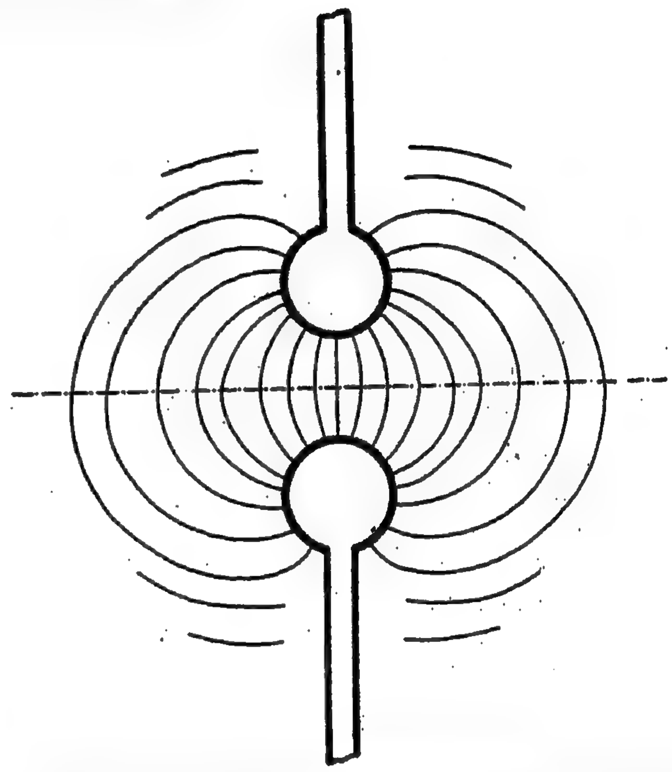


Fig. 3. — Linee di forza rilevate sperimentalmente in un campo elettrico tra sfere portate a potenziali simmetrici rispetto alla terra.

Alcuni dei risultati così ottenuti su uno spinterometro da 62,5 mm di diametro, quando la distanza esplosiva era la massima consentita dalle norme, sono riportati nelle figure 3, 4 e 5.

---

(1) E. PUGNO VANONI, C. DI PIERI: Rendiconti Riunione A.E.I., 1935.

(2) Entrambi gli autori ringraziano l'Ing. Angelo Tognana per il valido aiuto dato nello svolgimento della lunga serie di esperienze.

(3) La disposizione sperimentale adottata è la seguente:

— Lo spinterometro era posto col proprio asse verticale in mezzo alla sala prove. Opportuni grandi schermi metallici permettevano di rappresentare la superficie della terra posta nella posizione desiderata per l'esperienza.

— Una lampada da proiezione situata a circa m 4 dallo spinterometro proiettava l'ombra dello spinterometro stesso su uno schermo.

— Il pezzetto di paglia usato come indicatore era lungo 22 mm ed aveva un diametro di 2,5 mm. Esso era imperniato su un asse (costituito da un sottile filo metallico lungo 30 mm) in modo da trovarsi in equilibrio indifferente e poter rotare con attrito minimo. Due lunghi fili di seta fissati agli estremi di detto filo metallico e rispettivamente attaccati coi due capi liberi, uno presso alla lampada, e l'altro ad una bacchetta manovrata dall'operatore, permettevano di portare la paglia nei vari punti del piano passante per l'asse dello spinterometro e normale al raggio luminoso.

Tracciato sullo schermo il contorno dell'ombra degli elettrodi, si applicava il campo e si portava la paglia presso uno degli elettrodi. Sotto l'azione del campo la paglia si orientava, ed era così possibile, segnandone l'ombra sullo schermo, tracciare la tangente alla linea di forza in quel punto. Spostando la paglia in modo da portare successivamente l'estremo dell'ombra in corrispondenza all'estremità libera del tratto segnato, si poteva tracciare tutta la linea di forza.

Variando opportunamente la tensione applicata si potevano seguire le linee di forza in tutte le zone che interessavano.

Nei casi dubbi si seguì la stessa linea di forza nei due versi opposti per eliminare gli eventuali errori.

La fig. 3 si riferisce al caso in cui il potenziale applicato alle sfere è simmetrico rispetto alla terra. L'asse principale dello spinterometro era parallelo ad una superficie metallica di grandi dimensioni, connessa a terra, posta ad una distanza dal centro delle sfere pari a sette volte il diametro delle sfere stesse.

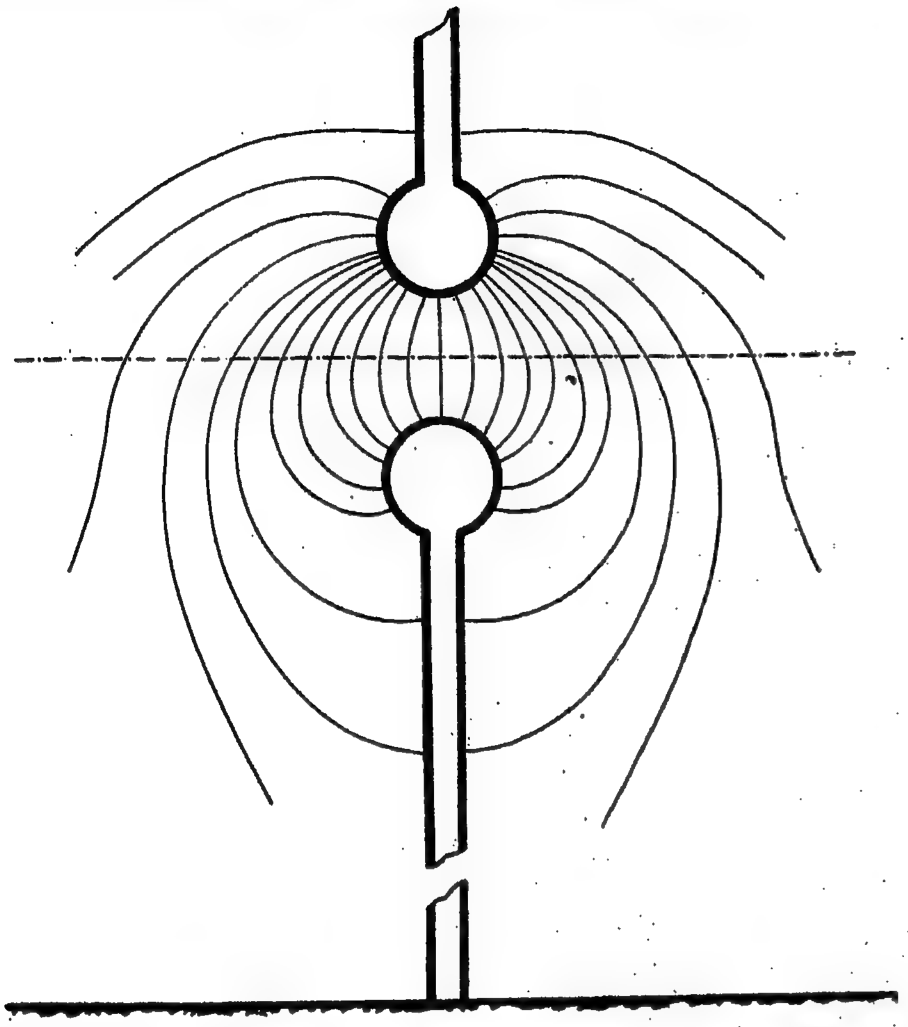


Fig. 4. — Linee di forza rilevate sperimentalmente in un campo elettrico tra sfere di uno spinterometro con un polo connesso a terra.

La fig. 4 mostra l'andamento del campo quando la sfera inferiore è connessa a terra e posta ad una distanza dal pavimento (metallico) pari a cinque volte il suo diametro.

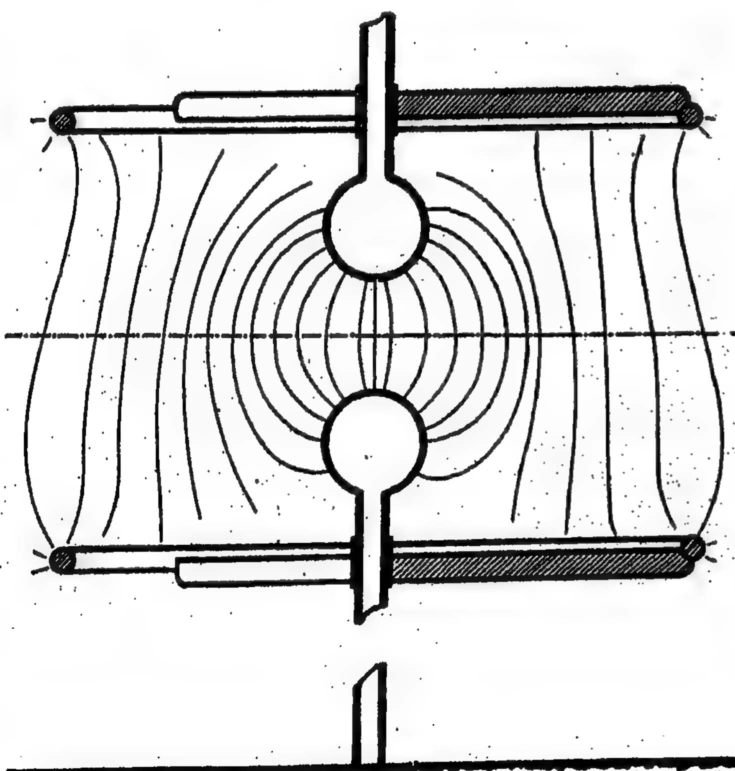


Fig. 5. — Linee di forza rilevate sperimentalmente in uno spinterometro con un polo connesso a terra e munito degli anelli di guardia di cui a figura 2.

La fig. 5 si riferisce allo stesso caso, ma entrambe le sfere sono munite di anelli di guardia di diametro pari a cinque volte il diametro delle sfere, supportati ciascuna da tre bracci metallici posti a 120°.

In fine in fig. 6 è confrontata la parte centrale del campo di fig. 3 con quello di fig. 5. Da essa appare come entrambi i campi risultino sensibilmente simmetrici rispetto ad un piano normale all'asse principale dello spinterometro e passante per il punto di mezzo dell'intervallo esplosivo, e come le linee di forza siano nei due casi coincidenti per la zona che interessa la formazione della scarica disruptiva.

*

La misura delle tensioni di accensione degli spinterometri nelle varie condizioni può essere fatta seguendo criteri diversi.

Data la complessità dei fenomeni che si producono all'atto dell'accensione di uno spinterometro a sfere, abbiamo data la preferenza a quei sistemi che permettono di mettere bene in evidenza le variazioni di distanza esplosiva, prescindendo dalle modificazioni che la rigidità dell'aria subisce in funzione della sua temperatura e umidità, e della pressione barometrica (4).

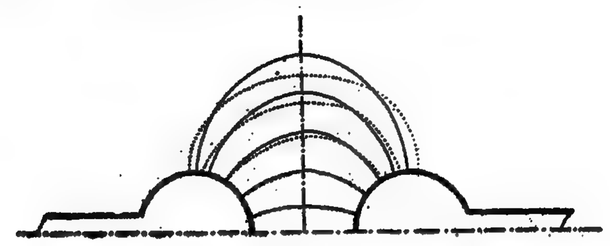


Fig. 6. — Paragone tra le linee di forza rilevate rispettivamente nelle condizioni di fig. 3 e 5. (Sfere isolate, linee a tratto continuo; anelli di guardia ed una sfera a terra, linee punteggiate).

A questo fine si sono paragonate tra di loro le distanze esplosive, a pari tensione di accensione, di spinterometri di diverso diametro, utilizzando quello di diametro maggiore in un campo in cui le azioni perturbatrici erano trascurabili, mentre quello di diametro più piccolo aveva distanze esplosive tali da rendere ben evidente l'effetto delle alterazioni del suo campo.

Una prima ricerca è stata eseguita per determinare, da un punto di vista pratico, le condizioni più semplici cui devono soddisfare gli anelli di guardia per riportare il funzionamento dello spinterometro con una sfera a terra a coincidere con quello a sfere isolate. Ciò equivale a determinare, per un dato spinterometro, il diametro minimo che possono avere gli anelli di guardia e la distanza più opportuna degli anelli dal centro delle sfere.

Per questa ricerca si sono connessi tra di loro in parallelo uno spinterometro da 250 mm di diametro ed uno da 62,5 mm. A quest'ultimo venivano successivamente applicati anelli di guardia di diverso diametro posti a diverse distanze dal centro delle sfere.

Per ciascuna disposizione, fissata una determinata distanza esplosiva dello spinterometro più piccolo, si regolava la distanza tra le sfere dello spinterometro maggiore in modo da avere scariche indifferentemente sull'uno o sull'altro.

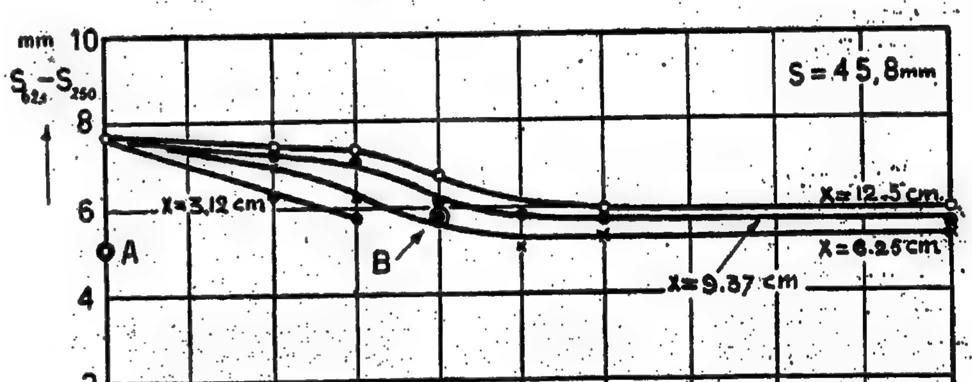


Fig. 7. — Influenza del diametro degli anelli di guardia e della loro distanza (X) dal centro delle sfere di uno spinterometro da 62,5 mm. Distanza esplosiva di 45,8 mm).

La tensione usata per provocare le scariche era alternativa a 42 Hz, ottenuta mediante un trasformatore elevatore da 20 kVA, 200 kV, alimentato dalla rete di distribuzione dell'energia attraverso ad un regolatore ad induzione.

La forma dell'onda controllata con un rilievo oscillografico dimostrò di essere sensibilmente sinusoidale.

Nelle figure 7 e 8 sono riportati alcuni risultati di esperienze così condotte, con anelli formati da una sbarra a sezione circolare di 16 mm di diametro.

---

(4) Le sfere degli spinterometri usati nelle esperienze riferite nella presente nota erano tornite dalla lastra (ottone, quello da 250 mm; rame, quello da 62,5 mm). L'esattezza della curvatura delle sfere era piuttosto scarsa, e di ciò va tenuto conto nel valutare in valore assoluto i risultati riportati. Queste inesattezze hanno invece assai scarsa importanza nei metodi di paragone da noi adottati.

Le ordinate rappresentano in mm le differenze tra le distanze esplosive dello spinterometro da 62,5 e quelle dello spinterometro da 250: in ascisse sono riportati i rapporti tra il diametro degli anelli di guardia e il diametro delle sfere. Le varie curve sono state tracciate per diversi valori della distanza X tra il piano in cui giace l'anello ed il centro della sfera.

La fig. 7 si riferisce al caso in cui la distanza esplosiva dello spinterometro da 62,5 era di 45,8 mm (70 kV per una sfera a terra, secondo le norme C.E.I.), la figura 8 ad una distanza esplosiva dello stesso spinterometro di mm 62,3 (80 kV per una sfera a terra, secondo le norme C.E.I.).

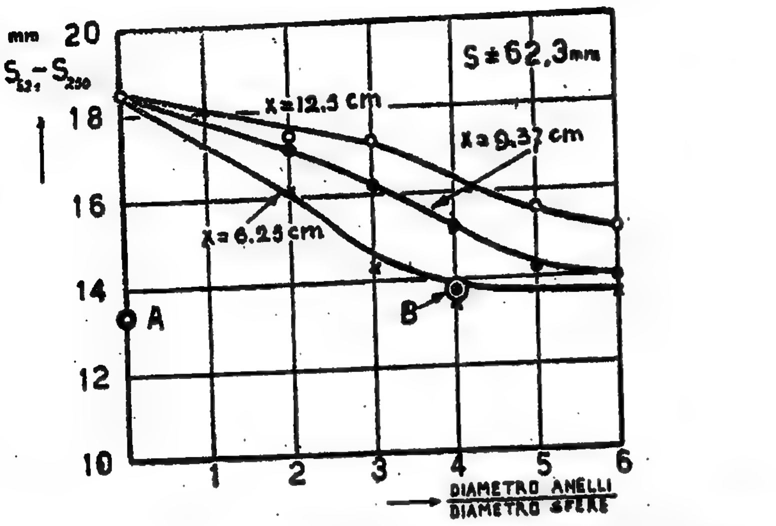


Fig. 8. — Diagramma analogo a quello di fig. 7, ma per una distanza esplosiva di 62,3 mm.

In ciascun grafico il punto segnato con A rappresenta la differenza tra le distanze esplosive dei due spinterometri quando il potenziale era applicato in modo simmetrico rispetto alla terra.

Come appare dai grafici, quando gli anelli di guardia hanno un diametro che supera quattro volte quello della sfera, e giacciono in un piano posto alla distanza D dal centro della sfera stessa, lo spinterometro da 62,5 con un polo a terra si comporta praticamente come quando ha entrambe le sfere isolate.

Una seconda serie di ricerche per mettere in evidenza l'eventuale influenza delle sbarre che reggevano gli anelli è stata eseguita ponendo entro gli anelli di diametro 4 D una piastra metallica. Il risultato ottenuto non ha mostrato nessuna differenza rispetto a quanto si aveva con gli anelli portati da 3 sbarre messe a 120° tra di loro (punto B delle figg. 7 e 8).

*

Determinato così il diametro minimo degli anelli che soddisfa alla condizione richiesta, si è passati a verificare in un largo intervallo di distanze esplosive il comportamento dello spinterometro da 62,5 mm, con una sfera a terra, con o senza gli anelli di guardia, utilizzando anelli di diametro pari a cinque volte quello delle sfere, e posti alla distanza di 62,5 mm dal centro delle sfere.

Queste esperienze sono state eseguite in modo analogo alle precedenti, ed i risultati sono riportati nella fig. 9, dove le ascisse danno le differenze delle distanze esplosive tra i due spinterometri di diverso diametro e le ordinate le distanze esplosive dello spinterometro di diametro maggiore.

La curva a si riferisce ad una ripartizione simmetrica dei potenziali rispetto alla terra, quella b al funzionamento con una sfera a terra senza anelli, quella c alle stesse condizioni, ma con gli anelli di guardia.

I grafici di fig. 9 mostrano come gli anelli di guardia sperimentati facciano coincidere le tensioni di accensione dello spinterometro con sfere isolate o con una sfera a terra per distanze esplosive (S) minori od uguali a mezzo diametro (D), e lascino sussistere solo piccole differenze per distanze esplosive maggiori (differenza che è pari a circa 1,5 %, per distanze uguali al diametro). Gli stessi grafici mostrano come senza anelli di guardia, per $S = 0,5\ D$, la differenza tra sfere isolate ed una connessa a terra sia del 6 %, e per $S = D$ del 17 %.

I risultati incoraggianti ottenuti dalle prove a 42 Hz ci hanno spinto a verificare l'uso degli spinterometri con anelli di guardia nelle misure dell'ampiezza delle onde d'impulso.

In queste misure, come è noto, per ragioni sperimentali si è praticamente sempre obbligati ad operare con un polo del circuito connesso a terra. La dissimmetria del campo che ne segue fa comparire il noto effetto di polarità nello spinterometro, e cioè per una data distanza esplosiva la tensione di accensione risulta più alta quando la polarità dell'impulso è positivi. Questo costituisce una complicazione nell'uso dello spinterometro, in quanto porta con sè la necessità di determinare due curve di taratura.

Inoltre le ricerche su onde ad impulso richiedono in generale tensioni più elevate che non le ricerche a frequenza industriale. La minor estensione del campo di utilizzazione corretta che ha lo spinterometro con una sfera a terra rispetto a quello con entrambe le sfere isolate costituisce quindi un notevole inconveniente, in quanto obbliga ad usare spinterometri con sfere di grandissimo diametro. È sembrato quindi interessante sperimentare gli anelli in queste misure.

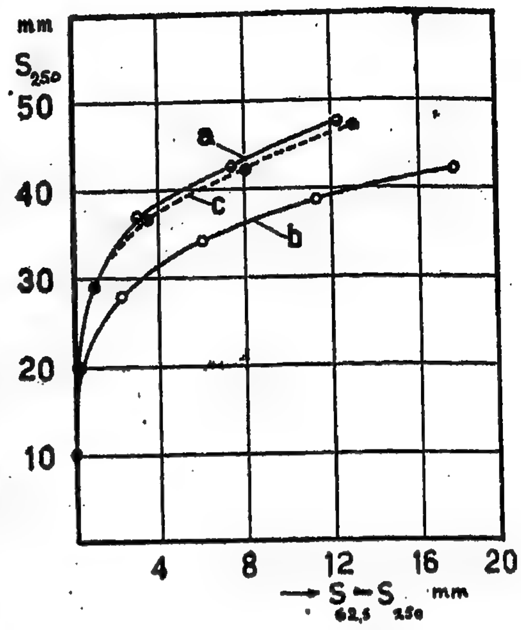


Fig. 9. — Confronto delle distanze esplosive a frequenza industriale di uno spinterometro a sfere da 62,5 mm con sfere isolate (a), con una sfera connessa a terra (b), con anelli di guardia ed una sfera a terra (c), riferite alle distanze esplosive di uno spinterometro a sfere da 250 mm di diametro.

Per le nostre esperienze ci siamo valsi di un generatore di impulsi realizzato secondo il classico metodo del Marx, costituito da quattro condensatori disposti in modo da quintuplicare all'atto della scarica il valore della tensione fornita dal circuito di carica.

Anche in questo caso si è adottato il metodo del confronto tra due spinterometri di diverso diametro, con una sfera connessa a terra, posti tra di loro in parallelo, regolati in modo che la scarica avvenisse indifferentemente su l'uno o sull'altro.

La tensione fornita dal generatore era tale che il 90 % degli impulsi desse luogo a scariche (tensione minima d'impulso secondo la definizione data dalle proposte di norme del C.E.I.).

I risultati ottenuti sono riassunti nel grafico di fig. 10, tracciato in modo analogo al precedente.

Le curve a e b ottenute senza anelli di guardia si riferiscono ad impulsi di tensione presentanti polarità rispettivamente positive e negative. Le curve c e d danno i risultati corrispondenti quando si usino anelli di diametro pari a cinque volte quello delle sfere. La coincidenza delle curve $c\ d$ si estende sino a distanze esplosive pari a 0,75 D; la differenza che si ha nel tratto seguente è molto piccola (pari a circa 1,5 % per distanz uguali al diametro).

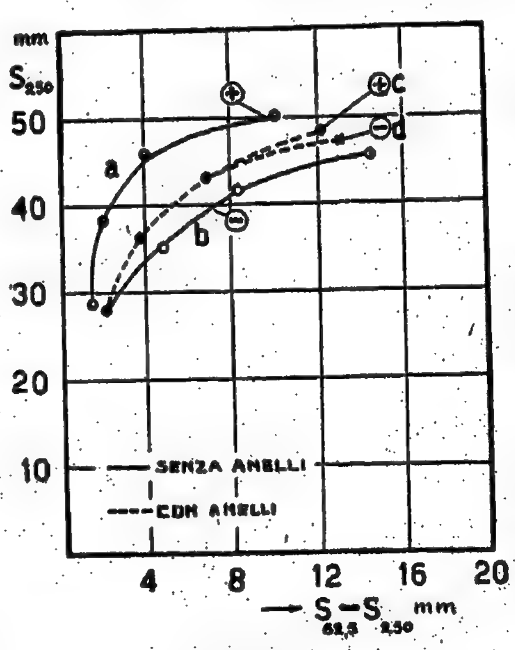


Fig. 10. — Confronto come in fig. 9 delle distanze esplosive di uno spinterometro a sfere da 62,5 mm di diametro con un polo a terra per tensioni ad impulso positive e negative.

Le curve $c\ d$ del grafico di fig. 10 risultano quasi coincidenti con quelle ottenute a frequenza industriale per sfere entrambe isolate, o una connessa a terra e anelli di guardia. Ciò sembrerebbe indicare che gli impulsi di tensione negativa danno luogo negli spinterometri a sfere a tensioni di accensione diverse da quelle che si hanno con frequenza industriale, contrariamente alle affermazioni di taluni autori.

Sono in corso ulteriori esperienze per proseguire questa ricerca con spinterometri di diametri maggiori di quelli usati per le prove qui esposte. I primi risultati mostrano come il comportamento constatato per lo spinterometro da 62,5 mm di diametro, munito di anelli di guardia, si verifica anche per spinterometri di maggior diametro.

Laboratorio di Elettrotecnica del R. Istituto Superiore d'Ingegneria di Padova.

Ottobre 1935-XIII.

LA TECNICA MODERNA DEGLI OSCILLOGRAFI A RAGGI CATODICI

E. PONTREMOLI

Si esamina brevemente lo stato attualmente raggiunto dalla tecnica degli oscillografi a raggi catodici, attraverso i progressi compiuti in questi ultimi anni nelle varie parti che lo costituiscono. Si accenna ai perfezionamenti introdotti nella conformazione e nella struttura dei tubi oscillografici, ai sistemi più usati per la produzione dell'asse lineare di tempo, e infine ai circuiti di alimentazione e di amplificazione e agli altri dispositivi accessorii di un moderno oscillografo, con particolare riferimento ai tipi portatili, che vanno sempre più diffondendosi nell'uso corrente per le loro qualità di praticità e costo limitato.

1. - Generalità.

L'uso dell'oscillografo a raggi catodici è andato sempre più diffondendosi in questi ultimi anni grazie ai notevoli perfezionamenti di cui stato oggetto e al campo sempre più vasto di applicazioni per le quali questo apparecchio si è dimostrato utile. Le ricerche fatte hanno avuto lo scopo e il risultato non solo di migliorare le qualità intrinseche di questo apparecchio, e quindi i risultati da esso forniti, ma anche e sopratutto di aumentarne la maneggevolezza e la facilità di impiego. L'impiego delle installazioni mastodontiche e costose (con tubi catodici ad altissimo potenziale, e complicate apparecchiature), le sole esistenti fino a non molti anni fa, è ora limitato nei laboratori per scopi speciali o ricerche particolarmente accurate. Per gli usi correnti la tecnica moderna si è decisamente orientata verso un tipo di oscillografo che accomuna la qualità di buona precisione a quelle di costo non eccessivo e facilità di impiego paragonabile a quelle di un comune strumento di misura. L'apparecchio ha come principale caratteristica quella di avere dimensioni molto ridotte pur comprendendo tutte le parti essenziali costitutive di un oscillografo, dal tubo catodico al sistema per la produzione dell'asse di tempo, ai dispositivi di alimentazione e di amplificazione, e richiede solo l'inserzione nella rete di distribuzione per il completo funzionamento.

Un apparecchio di questo tipo può essere utilmente impiegato nell'investigazione della maggior parte dei fenomeni che rientrano nel campo di applicazione dell'oscillografo; applicazioni che sono andate via via crescendo di numero e di importanza, e comprendono, come è noto, la misura di tensioni continue e alternative, il rilievo delle caratteristiche dinamiche dei tubi elettronici, dei cicli di isteresi, delle curve di risonanza, le misure di frequenza, di forma, di fase, ecc. L'impiego tipico consiste sempre per altro nell'esame della forma d'onda delle grandezze variabili col tempo, ed in particolare nella produzione di un diagramma chiaramente visibile e fotografabile della forma d'onda delle oscillazioni periodiche.

La presente memoria ha lo scopo di riassumere, accennando ai principi fondamentali di funzionamento, i progressi fatti e le innovazioni introdotte in questi ultimi anni nella realizzazione dell'oscillografo a raggi catodici, tenendo presenti sopratutto l'applicazione ora esposta, e le qualità suaccennate di impiego molto semplice e pratico.

Caratteristiche principali di un moderno oscillografo catodico sono sopratutto: la fedele riproduzione della forma d'onda in esame, la finezza, la brillantezza e la stabilità dell'immagine, la possibilità di spostare l'immagine stessa sullo schermo e di variarne l'ampiezza; la semplicità di manovra, la durata del tubo, ecc. Gli studi e le ricerche degli ultimi anni hanno permesso di arrivare a questo risultato grazie al perfezionamento di tutte le singole parti che costituiscono il complesso oscillografico.

I progressi compiuti nella tecnica della costruzione dei tubi catodici, e in particolare alcune modifiche nella conformazione interna dei tubi stessi, hanno permesso di raggiungere una finezza e nitidezza dell'immagine sullo schermo veramente rimarchevoli. La stabilità e la fedeltà di riproduzione della forma d'onda in esame sono derivate dall'adozione di sistemi perfezionati per la produzione dell'asse lineare di tempo. L'impiego di nuovi tubi raddrizzatori per l'alimentazione, di amplificatori lineari entro una vasta gamma di frequenza, e di altri dispositivi accessorii, ha contribuito al miglioramento generale dell'apparecchio e dei risultati da esso forniti.

Seguendo i concetti suesposti, le osservazioni relative alle varie parti dell'oscillografo possono essere distinte in tre categorie a seconda che si riferiscono ai tubi oscillografici, ai sistemi per la produzione dell'asse lineare di tempo, e all'alimentazione e alla amplificazione.

2. - Tubi oscillografici.

Un normale tubo a raggi catodici consiste essenzialmente, di un catodo per la produzione degli elettroni, un anodo per accelerarli, un sistema per concentrarli in un raggio (fessura o campo magnetico o elettrico), un dispositivo per deviare il raggio catodico (campo elettrico o magnetico) e uno schermo per la registrazione del raggio stesso; il tutto racchiuso in un involucro, generalmente di vetro, entro il quale è fatto il vuoto.

Il raggio catodico è costituito, come è noto, da elettroni emessi dal catodo che si muovono verso l'anodo spinti dalla differenza di potenziale esistente fra questi due punti, con velocità che dipende dal potenziale stesso; durante il tragitto gli elettroni sono concentrati in modo da formare un raggio il più sottile possibile, ed infine deviati secondo due direzioni, generalmente ortogonali, allo scopo di ottenere sullo schermo una rappresntazione cartesiana del fenomeno osservato. Data la massa estremamente piccola degli elettroni, il raggio ha un'inerzia trascurabile di fronte a quella degli oscillografi galvanometrici, e quindi risponde praticamente senza ritardo a variazioni del campo deviatore anche di brevissima durata.

Consideriamo separatamente le varie parti che costituiscono un tubo oscillografico, mostrandone lo stato raggiunto attraverso i perfezionamenti introdotti in questi ultimi anni.

a) *Emissione elettronica*. — Notoriamente il primo grande passo verso una maggiore praticità ed utilità del tubo fu fatto con l'introduzione del tipo a catodo caldo, in luogo di quello a catodo freddo. Nel secondo caso il catodo è un semplice cilindro metallico, per esempio di alluminio, racchiuso in un involucro in cui la pressione del gas residuo non è trascurabile (dell'ordine di 0,001 mm di mercurio), e l'emissione elettronica che costituisce il raggio catodico è consecutiva al bombardamento del catodo da parte degli ioni positivi dal gas residuo (tipi di Wehnelt, di Dufour e derivati) (23). Questo sistema presenta sopratutto l'inconveniente di richiedere alte tensioni anodiche, dell'ordine di qualche decina di kV, di necessitare di una rigorosa sorveglianza della pressione del gas durante il funzionamento (essendo la corrente del raggio catodico in diretta dipendenza della ionizzazione), e di presentare una rapida disintegrazione del catodo dovuta al bombardamento ionico.

Esso è stato perciò quasi totalmente sostituito dal tipo a catodo caldo, nel quale l'emissione elettronica è ottenuta per effetto termoionico, cioè è prodotta da un filamento incandescente; questo tipo non esige il controllo della pressione del gas, che è tenuta generalmente a valori molto bassi, e richiede valori di tensione anodica moderata, anche fino a poche centinaia di volt. Un pregio del tipo a catodo freddo consiste nel fatto che l'emissione elettronica è localizzata su una superficie estremamente piccola (qualche decimo di mm di diametro), ciò che permette una macchia fine e netta; nel caso del catodo caldo l'emissione avviene invece da una superficie notevolmente più grande. Per questa ragione, nel caso di registrazioni di fenomeni molto rapidi, o in genere di fenomeni nei quali la lettura precisa della curva esiga una finezza ed una nitidezza della linea molto grandi, si usano ancora oggi tubi a catodo freddo.

L'accensione del catodo è generalmente del tipo indiretto. Il sistema di accensione diretta, quasi esclusivamente usato per il passato, presenta varii inconvenienti, tra cui la necessità di impiegare corrente continua, e quindi una batteria separata, quando si vogliano ottenere buoni risultati. La soluzione di accensione diretta in corrente alternata, nonostante l'impiego di accorgimenti intesi a eliminare l'effetto disturbatore sul raggio del campo magnetico dovuto alla corrente stessa (ad es. costituzione del filamento in forma di due spiraline avvolte in senso contrario), non aveva dato risultati molto soddisfacenti. Per di più un inconveniente non indifferente dell'accensione diretta specialmente se fatta in c. a., consiste nella necessità di mantenere la corrente a valori ben definiti allo scopo di ottenere una sufficiente emissione con una non eccessivamente rapida disintegrazione del filamento.

Il riscaldamento diretto non presenta alcuno dei suddetti inconvenienti, e può essere fatto indifferentemente sia in c. c. che in c. a.; la sua grande inerzia termica, come pure l'ampio intervallo di temperatura in cui esso emette elettroni in quantità sufficiente, rendono praticamente prive di effetto le fluttuazioni di tensione della rete (evitando quindi una precisa regolazione della tensione di accensione). La grande stabilità dell'ossido di cui è rivestito il catodo, nonchè la grande riserva di ossido esistente,

assicurano, anche alle più elevate tensioni anodiche, un'alta costanza della nettezza della macchia, ed una lunga durata del tubo (i normali tipi in commercio funzionano regolarmente per 1000 e più ore).

b) *Concentrazione del raggio elettronico.* — La concentrazione del raggio nei tubi moderni è ottenuta mediante l'interposizione fra catodo e anodo di elettrodi, generalmente due, a potenziale opportuno. In qualche caso il catodo è circondato da un cilindro a potenziale negativo regolabile rispetto al catodo stesso, che, (oltre a proteggere il catodo dal bombardamento ionico nei tubi a gas), ha l'effetto di favorire la concentrazione del raggio elettronico. Più spesso, nelle attuazioni più moderne, è posto in prossimità del catodo un elettrodo a potenziale negativo, il cui valore può essere variato entro ampi limiti, che ha un funzionamento paragonabile a quello di una griglia: cioè controlla il numero degli elettroni

trici, dalla distanza fra il centro delle placche e lo schermo, dalla lunghezza delle placche, e inversamente dalla distanza fra le placche e dal quadrato della velocità degli elettroni. Praticamente in qualche caso si possono raggiungere deviazioni di qualche mm per volt di tensione applicata, ma nei tipi normali di tubi si resta generalmente sotto a 1 mm per volt.

La conformazione e la disposizione delle placche deviatrici hanno subito successive modificazioni sia per migliorare i risultati ottenuti, sia per raggiungere scopi speciali [vedi *e*) ed *f*)]; ad esempio per ottenere una maggiore sensibilità le placche si dispongono oggi secondo una superficie piana (fig. 2 *a*), o anche curva (fig. 2 *b*), inclinata rispetto all'asse del tubo. È da tener però presente, qualunque sia la forma, che, per evitare la dispersione del raggio nel campo non omogeneo, il raggio stesso non deve avvicinarsi di più di uno δ due mm al bordo terminale della placca stessa.

L'attacco delle placche deviatrici posto lateralmente al tubo

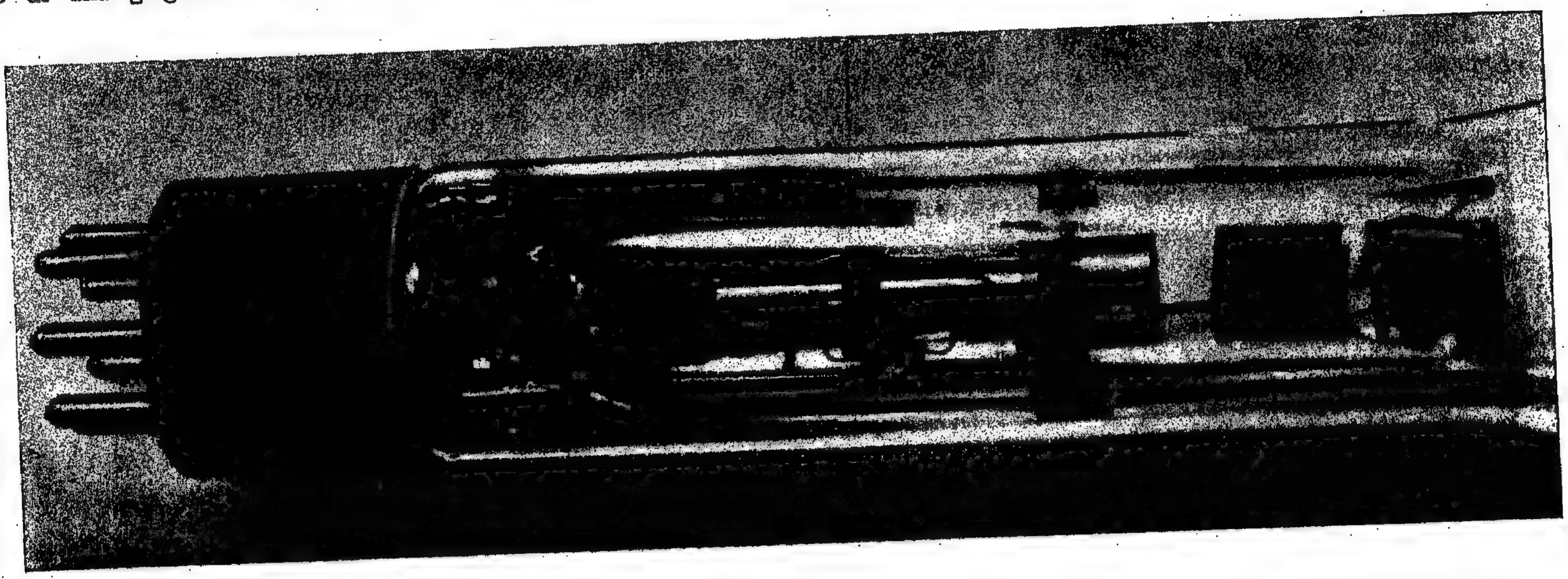


Fig. 1.

uscenti e li guida attraverso i fori degli elettrodi seguenti. L'effetto concentratore è affidato in maggior parte a un secondo elettrodo, posto fra quest'ultimo e l'anodo, a potenziale positivo pure regolabile, di valore generalmente 1/3 — 1/5 della tensione anodica totale. La variazione contemporanea del potenziale di questi due elettrodi permette la regolazione della brillantezza e delle dimensioni della macchia luminosa, e cioè di quella che si può chiamare la messa a fuoco sullo schermo. Questo sistema di concentrazione è stato detto ottico-elettronico, poichè si può fare una analogia con sistemi ottici, paragonando il catodo ad una sorgente luminosa, l'elettrodo a potenziale negativo a una fessura regolabile, i due elettrodi a potenziale positivo a due lenti convergenti. La fig. 1 mostra la realizzazione pratica di tale sistema in un tubo moderno (tipo 906 RCA). La formazione e la concentrazione del raggio catodico avvengono del tutto similmente se gli elettrodi sono in numero di quattro; una seconda griglia, posta nelle immediate vicinanze della prima, dalla parte dell'anodo, a potenziale leggermente positivo, mentre fornisce agli elettroni emessi l'accelerazione iniziale, contribuisce, insieme alla prima griglia, ad un maggior controllo della corrente elettronica.

c) *Deviazione del raggio.* — La deviazione del raggio può essere ottenuta mediante l'azione di un campo magnetico o di un campo elettrico; com'è noto, nel primo caso si utilizza l'azione elettromagnetica sul raggio di correnti circolanti in bobine esterne al tubo e convenientemente orientate, nelle quali si fa circolare la corrente da analizzare, nel secondo l'azione elettrostatica di una coppia di placche opportunamente disposte nell'interno, simmetricamente rispetto all'asse del tubo, alle quali si applica la tensione in esame; (dato che generalmente due sono le direzioni in cui si vuole deviare il raggio, i due sistemi possono anche essere usati contemporaneamente).

Attualmente, benchè col sistema magnetico si eviti l'influenza disturbatrice che possono avere sul raggio le placche interne al tubo, il sistema a placche deviatrici è quasi il solo usato, soprattutto per ragioni di praticità e di ingombro. Nel caso poi di esame di fenomeni non periodici con variazioni rapide, i sistemi a deviazione elettrostatica sono quelli che dànno risultati più ottenibili.

La deviazione che può essere ottenuta sullo schermo dipende, oltre che direttamente dalla tensione applicata alle placche devia-

(come ad es. nel tipo di fig. 6), ne rende la capacità così piccola da ridurre grandemente il carico capacitivo e gli accoppiamenti parassiti per i circuiti di misura collegati colle placche stesse; ma più spesso, sopratutto per ragioni di praticità, si preferisce inserire detto attacco nello zoccolo insieme a quelli degli altri elettrodi.

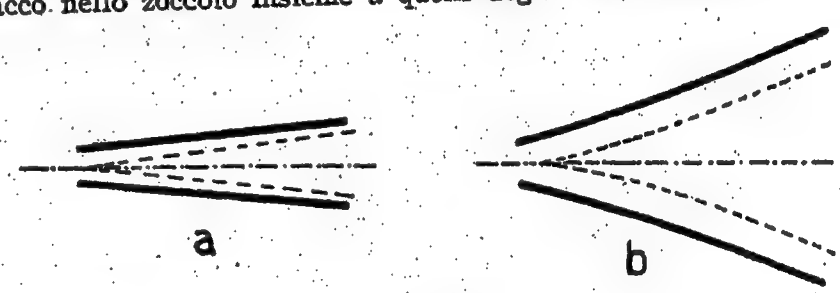


Fig. 2.

Le placche deviatrici sono generalmente a sezione rettangolare, ma per misure accurate è meglio conformare le placche della seconda coppia secondo un settore circolare. Ci si rende ragione di questo pensando che il raggio elettronico deviato dalla prima coppia, nel raggiungere il campo di azione della seconda, compie

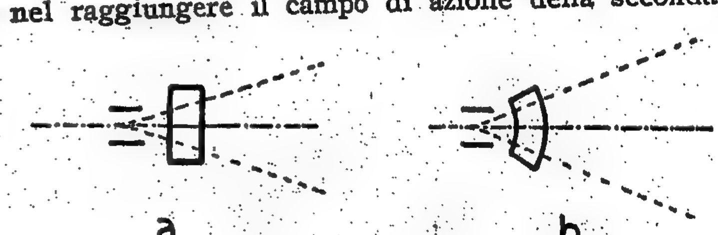


Fig. 3.

un cammino diverso a seconda che si trovi nella posizione centrale o sia deviato: e precisamente per la posizione centrale il cammino è minore (fig. 3 *a*). Dato che la deviazione sullo schermo è proporzionale al cammino stesso fra le placche, ne risulta una irregolarità nel comportamento del raggio esterno rispetto al raggio centrale. Questo effetto non è molto sentito nella maggior parte dei casi; per altro la conformazione razionale, di uguale percorso, è quella di figura 3 *b* (29).

Due delle quattro placche deviatrici, una per coppia, devono avere un potenziale definito rispetto all'anodo, e perciò sono generalmente connesse all'anodo stesso (massa); questa connessione

però può generare un inconveniente derivante da una variazione di velocità del raggio. Applicando alle placche una tensione alternativa, la connessione placca-anodo fa sì che il potenziale acceleratore non sia più costante, ma varii, essendo al suo primitivo valore sommati i valori positivi, e sottratti i valori negativi della tensione applicata. Generalmente il valore della tensione alternativa da fornire alle placche per avere una sufficiente deviazione è dal ± 5 al ± 15 % della tensione anodica totale, e quindi di questo ordine è il valore della variazione suaccennata. Ne risulta sullo schermo uno spostamento della macchia maggiore nella direzione corrispondente alla placca negativa che per la positiva, e di conseguenza una distorsione.

L'inconveniente è eliminato sostituendo alla connessione placche-anodo uno dei dispositivi di fig. 4 *a*) e *b*), mediante i quali le placche di ciascuna coppia hanno in ogni momento potenziale eguale e contrario rispetto a massa (29).

d) *Registrazione.* — La registrazione del raggio catodico può essere fatta o all'interno o all'esterno del tubo, mediante una superficie fotografica sensibile che riceva direttamente il raggio elettronico, o mediante uno schermo ricoperto di sostanza fluorescente, (urtando la quale il raggio trasforma la sua energia cinetica in energia luminosa), che si può poi fotografare dall'esterno. Specialmente quando si tratti di fenomeni molto rapidi, solo la fotografia all'interno permette di ottenere un tratto che sia sufficientemente fine e netto; ma l'inconveniente di dover rifare ogni volta il vuoto nel tubo (e quindi la necessità di munire l'apparecchio di pompe ed altri dispositivi), e una certa difficoltà di operazione, fanno comprendere come oggi giorno ci si rivolga per gli scopi usuali esclusivamente agli schermi fluorescenti, che permettono la diretta visione dell'immagine. Importanti studi perciò sono stati fatti per migliorare le caratteristiche delle sostanze fluorescenti usate per gli schermi, sopratutto in relazione alle tre qualità di luminosità, tempo di persistenza della luminosità stessa, e resistenza alla disintegrazione.

Riguardo alla luminosità si è pervenuti a risultati sorprendenti: con accurate misure eseguite mediante cellule fotoelettriche tarate sembra si sia riscontrata, per sostanze speciali, una luminosità dello stesso ordine di grandezza di quella di una lampada ad arco (27). Le radiazioni emesse devono naturalmente rientrare nel maggior numero possibile nel campo dei raggi visibili e attinici, ed in particolare essere limitate all'uno o all'altro campo a seconda dell'impiego a cui il tubo è destinato. Fra le sostanze più usate sono la willemite (silicato di zinco), di un colore giallo verde, che le cui radiazioni rientrano nel campo di massima sensibilità dell'occhio, il tungstato di calcio, che dà una luce bluastra particolarmente adatta per fotografie; e varii solfuri metallici. Molto spesso si forma una miscela delle varie sostanze perchè lo schermo risponda ugualmente ai varii scopi.

Il tempo di persistenza della macchia sullo schermo deve essere generalmente il più piccolo possibile. Per molte sostanze questo tempo si aggira su $1 \div 2 \cdot 10^{-6}$ secondi; per una sostanza speciale conosciuta sotto il nome di sostanza di Schleede, di composizione ignota, è stato raggiunto il valore minimo di $0{,}6 \cdot 10^{-6}$ secondi. Inversamente per scopi speciali sono usati schermi appositi in cui la persistenza della luminosità si estende ad un tempo molto lungo, anche fino a qualche decine di secondi; questi schermi, se usati in camera oscura, permettono lo studio dei transitori senza bisogno di fotografarli; d'altra parte nel caso di esame di fenomeni periodici, non deriva gran disturbo, a causa della forte differenza fra la luminosità iniziale (totale) e quella residua (il rapporto è dell'ordine di 100 a 5).

Un inconveniente proprio degli schermi fluorescenti, e che può disturbare la nitidezza dell'immagine, è la formazione attorno alla macchia luminosa di un alone, prodotto dai raggi che, dopo la rifrazione attraverso il vetro, subiscono una riflessione totale, e incidono di nuovo sulla superficie fluorescente internamente. L'inconveniente non può essere eliminato totalmente, ma grandemente attenuato, e reso tale da non arrecare praticamente un sensibile disturbo, facendo in modo o che l'alone abbia all'incirca le stesse dimensioni della macchia, o che abbia dimensioni molto maggiori, tali cioè da interessare tutta la superficie dello schermo, e dare luogo quindi ad una luminosità diffusa, molto piccola in confronto a quella della macchia stessa (12).

La potenza che può essere dissipata da uno schermo dipende dal riscaldamento e dalla disintegrazione della sostanza fluorescente e del vetro del tubo; per un dato schermo esiste un limite massimo di tensione anodica e di corrente elettronica che non devono essere sorpassati. Una più forte corrente elettronica fornisce una macchia più brillante, e quindi uno schermo capace di maggiore dissipazione può prestarsi all'esame di transitori di maggiore velocità. I tubi moderni previsti per usi normali hanno uno schermo la cui potenza dissipabile è di qualche decina di milliwatt per cm² di superficie.

Per misure di una certa precisione è richiesta una perfezionata tecnica di costruzione nei riguardi del tubo, perchè se ad esempio il raggio di curvatura dello schermo non è uguale alla

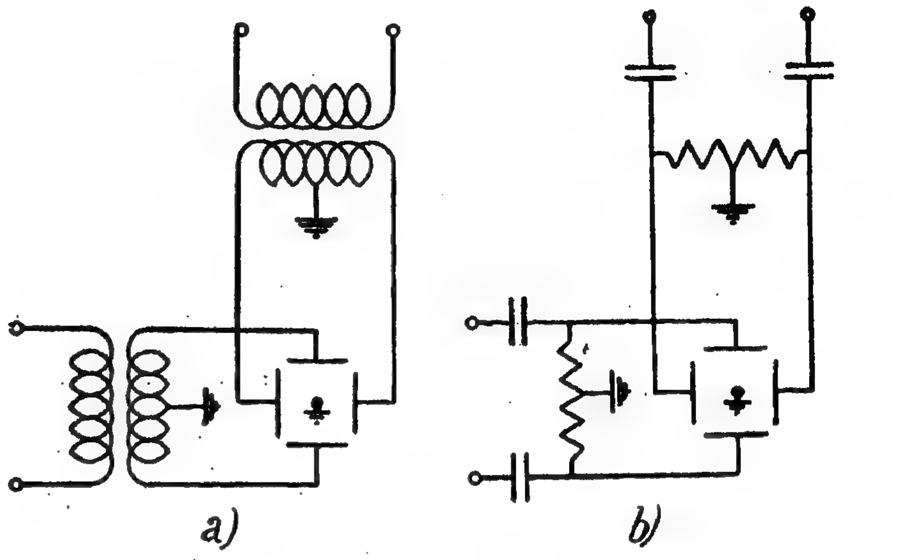


Fig. 4.

distanza fra le placche deviatrici e lo schermo stesso, o l'asse di simmetria dello schermo non coincide con quella delle placche, un errore non trascurabile può avvenire per forti deviazioni; analogamente la formazione dello schermo, che avviene generalmente per deposizione in strato sottile della sostanza fluorescente mescolata a vetro solubile, deve essere particolarmente curata.

e) *Tubi ad alto vuoto e tubi a riempimento di gas.* — Seguendo i criteri suesposti, i costruttori si sono orientati verso due tipi di tubi, quello ad alto vuoto e relativamente alta tensione anodica, e quello a riempimento di gas e generalmente bassa tensione anodica. Nei primi, che sono diffusi sopratutto in America, la tensione anodica varia generalmente da 1000 a diverse migliaia di volt, e la pressione del gas all'interno è portata a valori paragonabili a quelli di una ordinaria valvola termoionica. Nei secondi, diffusi sopratutto in Europa, la tensione anodica varia da qualche centinaio a poche migliaia di volt, e all'interno del tubo sono introdotte traccie di gas, generalmente argon, elio o idrogeno. La funzione del gas è quella di collaborare alla messa a fuoco del raggio, in quanto gli ioni positivi del gas ionizzato, prodotti dall'urto degli elettroni in moto, e che per la loro notevole massa hanno una grande inerzia rispetto a quella degli elettroni, formano una specie di guaina intorno al raggio catodico, contrastando la tendenza propria del raggio stesso a divergere, tendenza dovuta alla repulsione che si manifesta fra le cariche negative degli elettroni (5).

Per una data velocità del raggio e una data tensione anodica è richiesta una determinata densità di ioni positivi, perchè il raggio assuma un diametro minimo, e perchè si ottenga la migliore messa a fuoco. La densità degli ioni dipende dalla corrente elettronica, dalla pressione del gas e dall'efficacia di ionizzazione degli elettroni:

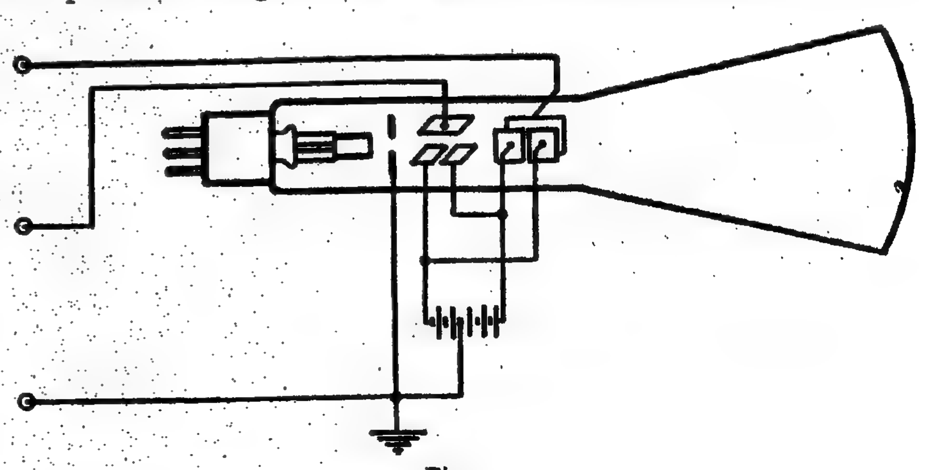


Fig. 5.

quest'ultima, misurabile ad esempio con il numero di ioni formati da ogni elettrone per un mm di percorso, varia da gas a gas, ed è minore per l'elio che per l'argon, e minore ancora per l'idrogeno (26).

I tubi ad alta tensione forniscono una macchia più brillante, data la maggior velocità degli elettroni, ma in compenso, per la stessa ragione, presentano una sensibilità minore; d'altra parte la deviazione è meno facilmente influenzabile dai campi esterni, e quindi la distorsione più difficile. I tubi ad alto vuoto sono carat-

terizzati da una lunghissima durata e dall'assenza di anomalie dovute al riempimento gassoso. I tubi a gas hanno, a parità di tensione anodica, una luminosità della macchia circa doppia di quella presentata nei tubi ad alto vuoto, e possono essere preferiti in tutti i casi in cui è necessaria una grande luminosità, quali ad esempio la registrazione fotografica di fenomeni molto rapidamente variabili (28).

Tra gli inconvenienti accennati proprii dei tubi a riempimento gassoso uno dei più importanti è quello del cosidetto errore di zero, consistente in una brusca diminuzione di sensibilità di deviazione del raggio catodico in corrispondenza dell'asse del tubo. L'effetto è spiegato con una variazione nella struttura del campo fra le placche, causata dalla presenza del gas ionizzato: gli ioni positivi formati per urto dal raggio elettronico, a causa della loro grande massa si muovono lentamente verso la placca negativa, mentre gli elettroni si muovono rapidamente verso quella positiva; la differenza fra le velocità di trasporto causa una discontinuità nel campo, per la quale il minimo di intensità del campo stesso si trova in posizione spostata dal centro dello spazio fra le placche. Questo fenomeno è diversamente accentuato secondo il rapporto fra l'intensità del campo prodotto dalla tensione applicata e quella del campo causato dalla carica spaziale, ed è meno accentuato fra le tensioni maggiori.

Varii artifizi sono stati escogitati per annullare o almeno attenuare questa irregolarità; si applica ad esempio ad una delle placche deviatrici di ciascuna coppia una forte tensione negativa: il raggio elettronico che si sposta dalla posizione centrale allontanandosi così dalla regione di campo non uniforme, si riporta al centro dello schermo mediante una campo magnetico esterno. Questo concetto può essere diversamente attuato mediante coppie di placche disposte non simmetricamente rispetto all'asse del tubo; il potenziale negativo applicato è compensato dalla distanza diversa, ed il raggio resta quindi centrato sullo schermo.

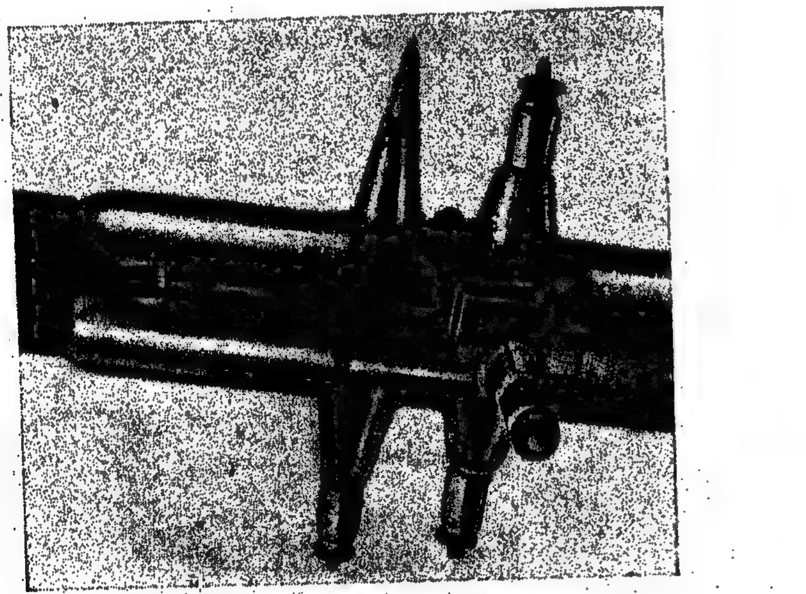


Fig. 6.

Il sistema più adatto sembra essere quello usato da Von Ardenne: in ciascuna coppia, la placca verso massa è divisa nel senso longitudinale in due placchette uguali, tra ciascuna delle quali e la massa è applicata, mediante una batteria ausiliaria, una tensione continua uguale e contraria per le due placchette. La tensione applicata è di valore molto maggiore della massima tensione di deviazione, in modo che la tensione risultante in ogni placca non è mai zero. Il raggio è deviato dalla prima placca di un certo angolo, e poi dalla seconda dello stesso angolo in senso opposto, e quindi riportato nella primitiva direzione, ma secondo un asse spostato parallelamente rispetto al precedente, di una quantità però trascurabile (fig. 5) (18).

I tubi di entrambi i tipi ora considerati conservano le loro caratteristiche immutate per un intervallo assai esteso di frequenza; solamente ai valori di frequenza molto alti, appaiono delle irregolarità di funzionamento che ne impediscono l'impiego nella loro conformazione usuale. Per i tubi a gas un primo inconveniente si manifesta quando il periodo della oscillazione in esame è paragonabile al tempo di ionizzazione del gas (circa 10^{-6} secondi), in quanto è diminuito l'effetto concentratore sul raggio elettronico della carica spaziale formata dagli ioni positivi. Per tutti i tubi poi in generale, quando la frequenza è tanto alta che, per una data tensione anodica, il tempo impiegato dal raggio elettronico a percorrere il cammino lungo le placche deviatrici non è trascurabile di fronte al periodo della oscillazione analizzata, si manifesta una alterazione nella sensibilità ed una distorsione di fase. Nei tubi ordinari questo effetto però si manifesta per frequenze dell'ordine di 10^8 p/sec.

L'effetto di distorsione di fase può essere in una certa misura ridotto impiegando la disposizione di fig. 6, dove una delle due coppie di placche viene suddivisa in due, poste simmetricamente rispetto all'altra coppia (10).

Da quanto detto risulta che in generale va data una certa preferenza ai tubi in alto vuoto in confronto a quelli di riempimento di gas, per gli inconvenienti che questi ultimi presentano in maggior numero, quali: minore durata del tubo, a causa del bombardamento ionico del catodo, il cui effetto distruttivo è ancora maggiore per le superfici emittenti ad ossido; maggiore difficoltà di ottenere una buona messa a fuoco della macchia luminosa sullo schermo, dipendendo questa da una precisa regolazione della corrente elettronica; anomalie nel comportamento, quali l'errore di zero; maggiore difficoltà di operare alle alte frequenze; impossibilità di prevedere e prevenire le variazioni che si possono verificare nella pressione del gas, dovute ad assorbimento od emissione di gas dalle pareti del tubo o dalle parti metalliche in esso contenute, e che possono risultare di entità non trascurabile, data la minima quantità di gas contenuta nel tubo (alcuni millesimi di mm di pressione).

f) *Tubi speciali.* — In qualche caso, per il raggiungimento di scopi speciali, la conformazione del tubo si allontana da quella usuale, pur restando fedele ai principi fondamentali di funzionamento. Una estesa trattazione di questo argomento, oltre che riuscire eccessivamente lunga, esulerebbe dallo scopo precipuo di questa nota; tuttavia si crede opportuno accennare ad alcuni tipi di tubi a raggi catodici particolarmente interessanti per l'ingegnosità delle soluzioni e per l'importanza che rivestono per qualche scopo particolare.

Ad esempio un tubo che permette lo studio contemporaneo di due oscillazioni mediante la visione di due oscillogrammi è rappresentato schematicamente in fig. 7. Il raggio elettronico è prodotto e concentrato come nei tubi normali, ma, prima di essere sottoposto all'azione delle placche deviatrici, incontra una sottile placchetta

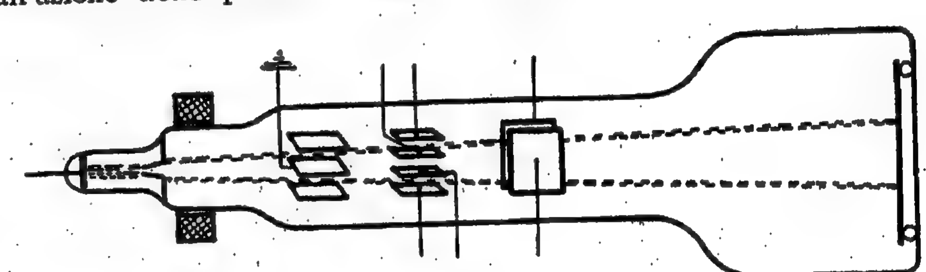


Fig. 7.

metallica, posta a massa, disposta sul cammino del raggio come mostrato in figura, in modo da dividere il raggio stesso in due parti. Altre due placchette poste a fianco e parallele alla prima, e sottoposte a tensioni positive di valore opportuno, impediscono ai due raggi così prodotti di divergere, guidando ciascuno di essi entro una coppia di placche deviatrici (orizzontali), soggette alle tensioni in esame, dopo la quale sono entrambi sottoposti all'azione di un'unica coppia di placche verticali, a cui è applicata la tensione ausiliaria (22). In tal modo si è ottenuto facilmente lo scopo, con qualche piccola modificazione nella conformazione interna del tubo, senza ricorrere a dispositivi esterni, quali commutatori meccanici o elettronici (30).

Un altro tubo che si differenzia notevolmente dai normali è un tubo a gas ad alta efficienza progettato da Von Ardenne. Caratteristica fondamentale di questo tubo è quella di un maggiore rendimento, inteso come rapporto fra l'energia luminosa utile e la potenza anodica; a parità di potenza anodica si ha in altri termini una macchia molto più brillante. In tal modo risulta possibile la ripresa fotografica di fenomeni molto rapidamente variabili nel tempo. Il risultato di una maggior brillantezza è stato raggiunto aumentando la percentuale di elettroni che arrivano allo schermo (generalmente meno del 50 % della corrente elettronica totale, emessa dal catodo, raggiunge lo schermo), riducendo le perdite di velocità degli elettroni stessi, e aumentando il rendimento della trasformazione dell'energia cinetica in energia luminosa sullo schermo. Per lo scopo si è accorciato il percorso del raggio, si è impiegato uno schermo metallico conduttore (alluminio), collegato coll'anodo, e si è adottato per lo schermo una disposizione speciale quale risulta in figura 8.

Naturalmente il diagramma non può più essere esaminato per trasparenza, bensì deve essere osservato dallo stesso lato di incidenza degli elettroni, e quindi essere disposto in posizione incli-

nata come appare dalla figura stessa. La distorsione che deriverebbe dalla disposizione adottata per lo schermo è evitata dando una inclinazione opportuna a una coppia di placche, in modo da produrre un campo più intenso dove la lunghezza del raggio è minore, e meno intenso dove la lunghezza è maggiore. L'immagine è poi proiettata all'esterno mediante un sistema di lenti appositamente studiato; e la grande brillantezza permette di ottenere un ingrandimento notevole (13).

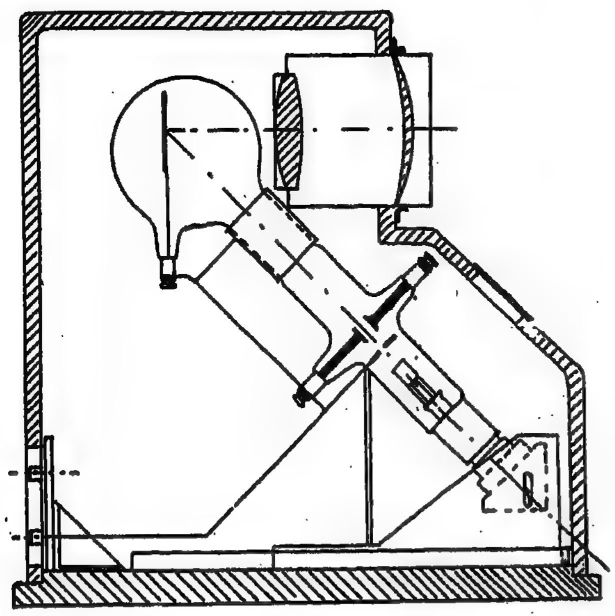


Fig. 8.

Un altro tubo che presenta qualche particolarità degna di nota è quello rappresentato in fig. 9: come risulta dalla figura, il collo ha la usuale forma circolare, ma è molto più corto del solito: ne risulta un aumento della distanza utile fra le placche deviatrici e lo schermo; a parità di lunghezza totale la sensibilità è superiore del 50 % ed oltre. Per di più un adatto sistema delle connessioni degli elettrodi elimina il pericolo di scariche. Al tempo stesso risulta aumentata sensibilmente la rigidità meccanica degli elementi del tubo.

L'impiego recentemente proposto dal tubo a raggi catodici negli apparati di televisione, applicazione per la quale pure si è mostrato utilissimo, ha contribuito grandemente all'incremento di studii e perfezionamenti, e ha richiesto l'adozione di talune modificazioni e di nuovi disposizioni particolarmente adatti allo scopo, sui quali però non si crede opportuno soffermarsi (7) (24).

3. - Sistemi per la produzione dell' asse di tempo.

L'applicazione principale dell'oscillografo catodico consiste, come si è detto, nell'esame della forma d'onda delle oscillazioni periodiche. A tale scopo per la deviazione del raggio si utilizza generalmente l'effetto elettrostatico, applicando la tensione considerata a una delle due coppie di placche deviatrici, e sottoponendo contemporaneamente l'altra coppia ad una tensione ausiliaria, di forma e frequenza opportuna, in modo da dare alla figura due dimensioni.

La figura ottenuta sarà visibile per effetto stroboscopico sotto forma di una figura immobile quando le due frequenze saranno legate l'una all'altra da un rapporto razionale (figure di Lissajou); quanto più questo rapporto sarà semplice, tanto più semplice sarà in generale la figura stessa. Noti con esattezza il rapporto fra le frequenze e la legge di variazione nel tempo (forma) dell'oscillazione ausiliaria, dalle figure così ottenute sarà sempre possibile ricavare la legge di variazione nel tempo dell'oscillazione esaminata, sotto forma, ad esempio, di un usuale diagramma in scala lineare di tempo.

L'operazione generalmente complessa e non sempre effettuabile con elevata precisione del passaggio dalla figura oscillografica ad un diagramma in scala lineare di tempo, resta completamente eliminata quando si adottino una frequenza e una forma opportuna per l'oscillazione ausiliaria. Ciò avviene precisamente quando la frequenza di quest'ultima sia sottomultipla dell'altra, e la forma tale da presentare un tratto rettilineo (variazione proporzionale al tempo), per un'estensione uguale almeno a $1/n$ del periodo, se n è il rapporto fra le due frequenze. In tal caso la figura ci fornisce almeno un ciclo della oscillazione esaminata sotto forma di diagramma in scala lineare di tempo, e cioè come nelle nostre usuali rappresentazioni grafiche (1).

Naturalmente conviene che il tratto rettilineo occupi la quasi totalità del periodo; si ha così il vantaggio sia di migliorare il rendimento rendendo possibile l'adozione di un rapporto più basso, che di ridurre al minimo il tratto di ritorno, cioè il tempo occupato dalla macchia luminosa a ritornare sullo schermo alla posizione di partenza, e che, se lungo, disturberebbe la chiara visione dell'oscillogramma. La forma più adatta è quella cosidetta a denti di sega, e per ciò generalmente si cerca di provvedere il tubo oscillografico di un generatore di oscillazioni avente una forma vicina a questa.

Si può osservare che talvolta la generazione di un diagramma esponenziale e non lineare può rispondere meglio per scopi speciali. Ad esempio nel caso in cui il diagramma considerato sia caratterizzato da una grande rapidità di variazione iniziale e successiva minore (ad es. onde a fronte ripido), può convenire l'uso di un'asse di tempo a variazione logaritmica, come si può ottenere dalla scarica di un condensatore su di una resistenza normale; questo sistema permette di leggere bene la prima parte dell'onda, il fronte, che è quello che maggiormente interessa, pur consentendo, in scala più ridotta, la registrazione di tutto il fenomeno (33). Ma, come si è detto, in generale è la forma a denti di sega quella che è usata nella quasi totalità dei casi.

Vari dispositivi sono stati escogitati per produrre l'asse di tempo, tenendo presenti oltre ai requisiti capitali di linearità e di ritorno rapido, quelli di semplicità, piccolo ingombro, facilità di controllo e di variazione della frequenza e dell'ampiezza dell'oscillatore generata, ecc. Trascurando i sistemi meccanici che primi furono usati, e che sono da considerarsi superati per i vari inconvenienti che presentano, i principali sistemi adottati per la produzione di un asse di tempo che risponda ai suddetti requisiti sono tutti statici, e si possono suddistinguere in 2 gruppi, a seconda che l'oscillazione sottomultipla ad andamento lineare nel tempo sia generata per deformazione di una altra oscillazione di differente forma, ovvero direttamente.

a) Sistemi a generatore-deformatore. — Per ottenere una oscillazione di frequenza esattamente sottomultipla di una frequenza data si può ricorrere al noto principio della demoltiplicazione statica di frequenza. Se si inserisce ad esempio nel circuito di griglia di un triodo, capace di entrare in autooscillazione, una f.e.m. di ampiezza opportuna, e avente frequenza f, si può ottenere di porre il triodo in oscillazione ad una frequenza rigorosamente uguale ad f/n, essendo n un numero intero, purchè la frequenza f/n non si discosti troppo da quella che il triodo generatore presenterebbe naturalmente (fig. 10).

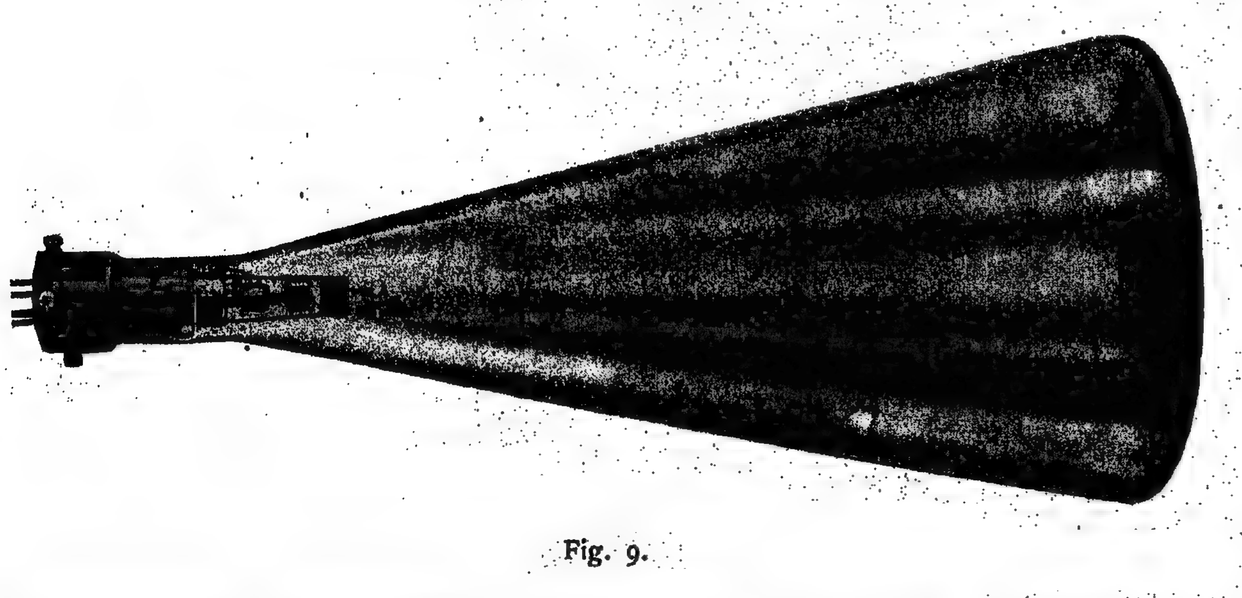


Fig. 9.

Se sinusoidale, l'oscillazione può anche essere utilizzata direttamente per l'asse di tempo. In un diagramma sinusoidale infatti si ha una porzione attorno al passaggio per lo zero che può considerarsi rettilinea, la cui estensione è di circa 1/4 di periodo; e se si adopera quindi come asse di tempo una tensione sinusoidale di frequenza 5 volte minore di quella dell'oscillazione in esame, detta oscillazione sarà almeno per un ciclo rappresentata in scala lineare di tempo.

Con una tensione sinusoidale, o quasi, risultati assai migliori di quelli che può fornire l'utilizzazione diretta si ottengono quando si provveda a deformare l'oscillazione stessa nel modo seguente. Con riferimento alla fig. 11, l'oscillazione sinusoidale di frequenza f/n viene applicata al circuito di griglia di un triodo insieme ad una notevole polarizzazione negativa, e nel circuito anodico del tubo stesso viene inserito un condensatore, su cui si deriva una resi-

stenza. La fig. 12 mostra la trasformazione che subisce il diagramma: il tratto ascendente corrisponde alla fase di carica del condensatore attraverso il triodo conduttore, e il tratto discendente alla fase di scarica del condensatore stesso sulla resistenza (in questa fase il triodo non permette il passaggio di corrente anodica) (1).

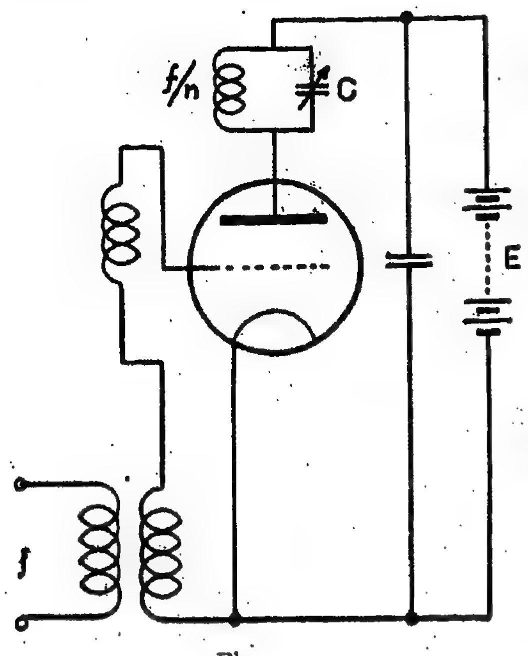


Fig. 10.

La durata del tratto di carica, se la corrente che il circuito anodico che il triodo può sopperire è sufficiente, risulta minore di un quarto periodo; e sarà tanto più ridotta quanto più forte è la polarizzazione negativa adottata. (In luogo della polarizzazione fissa può anche senza inconvenienti essere usata la polarizzazione automatica per la rettificazione di griglia).

Si comprende come il risultato di ottenere una fase di carica (tratto di ritorno) molto breve di fronte alla scarica (tratto di andata), resterebbe agevolato se la tensione a frequenza f/n applicata alla griglia del triodo deformatore avesse una forma a guizzo invece che sinusoidale. Ciò che può essere ottenuto facilmente mediante l'impiego di oscillatori del tipo Mazzotto ovvero a multivibratore, i quali si dimostrano particolarmente indicati anche per la facilità di ottenere energiche sincronizzazioni (8).

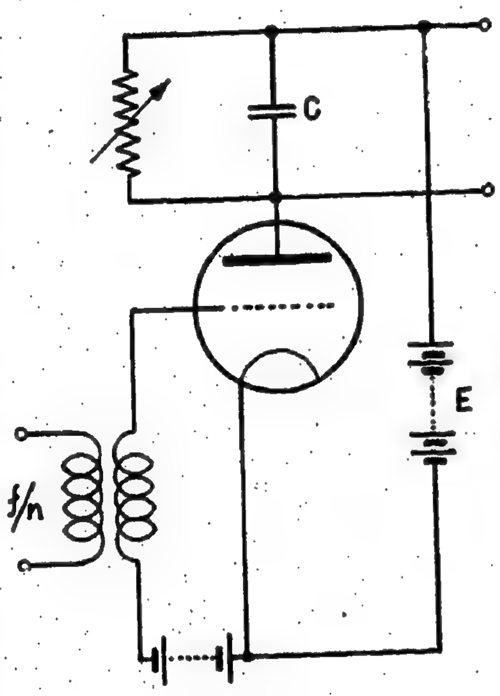


Fig. 11.

In generale il processo di scarica (o carica) di un condensatore su di una resistenza avviene, come è noto, secondo una legge esponenziale; e precisamente se indichiamo con E la tensione continua applicata, con R la resistenza, e con C la capacità, il valore istantaneo v della tensione ai capi del condensatore durante la scarica è dato in funzione del tempo t dellla relazione:

$$v = E\, e^{-\frac{t}{RC}}$$

che sviluppata in serie dà:

$$v = E\left(1 - \frac{t}{RC} + \frac{t^2}{2}\,\frac{1}{R^2C^2} + \dots\right).$$

Per t molto piccolo, trascurando i termini di ordine superiore al primo, si ha semplicemente:

$$v = E\left(1 - \frac{t}{RC}\right);$$

cioè la variazione della tensione ai capi del condensatore ha luogo con una legge che può considerarsi lineare rispetto al tempo, purchè si consideri un piccolo tratto della esponenziale, e cioè si utilizzi una variazione di tensione che sia solo una piccola parte della tensione applicata. Variando i valori della capacità e della resistenza si ottiene la variazione della frequenza della tensione data entro ampi limiti.

Se invece si desidera ottenere una tensione lineare più ampia è necessario sostituire alla resistenza un dispositivo che mantenga la corrente di scarica del condensatore ad un valore costante; questo può essere ottenuto mediante la sostituzione a una normale resistenza di un diodo funzionante nella zona di saturazione, o meglio del circuito di un pentodo, la cui tensione di schermo venga mantenuta ad un valore costante. In questo modo si ottiene che la tensione ai capi del condensatore cresca proporzionalmente al tempo secondo l'espressione $v = q/c = i/c \cdot t$. L'impiego del pentodo è preferibile per il fatto che anche nella zona di saturazione la corrente di un diodo non è assolutamente indipendente dalla tensione applicata.

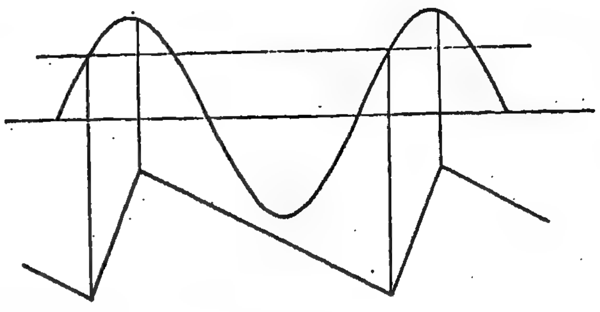


Fig. 12.

L'impiego della resistenza normale (carica con legge esponenziale) presenta l'inconveniente accennato di portare all'utilizzazione di una piccola parte della tensione totale disponibile; onde deriva la necessità di dove amplificare la tensione così ottenuta prima di applicarla alle placche deviatrici dell'oscillografo, o di disporre di tensioni esageratamente elevate (soluzione non consigliabile), per ricavare l'ampiezza di escursione necessaria sullo schermo.

Il dispositivo di scarica a corrente costante, fornendo un'oscillazione lineare direttamente applicabile alle placche dell'oscillografo, senza la necessità di alcuna amplificazione, permette di raggiungere frequenze più elevate, data l'eliminazione di ogni difficoltà relativa all'amplificazione medesima.

Nei casi normali i due sistemi potrebbero essere impiegati indifferentemente; si preferisce però in genere l'uso della resistenza con la relativa amplificazione, perchè l'amplificatore così inserito può agevolare la regolazione delle dimensioni della figura sullo schermo, e per di più si presta ad essere utilizzato anche per le altre applicazioni del tubo in cui al posto dell'asse di tempo si voglia inserire una qualsiasi tensione di origine esterna.

Lo schema generale di figura 11 si presta a modificazioni aventi il risultato di ottenere una semplificazione del circuito, o di permettere il conseguimento di scopi speciali. Ad esempio per la produzione di oscillazioni ad alta frequenza appare indicato il circuito di fig. 13: il tubo usato per la scarica del condensatore è del tipo '59, che per piccole tensioni positive di griglia permette il passaggio di una forte corrente, ed è comandato da un oscillatore ausiliario non rappresentato in figura. Dato che alle alte frequenze è necessario che la capacità sia estremamente piccola, non esiste condensatore aggiunto, ma si utilizzano le capacità parassite. La carica del condensatore avviene con sistema a corrente costante attraverso quattro pentodi tipo '58 in parallelo (di cui uno solo rappresentato in figura), che forniscono un'ampia corrente. Il tutto è racchiuso in un involucro schermante di rame. Con questo circuito sembra si possano esaminare oscillazioni fino alla frequenza di qualche decina e anche centinaia di megacicli (32).

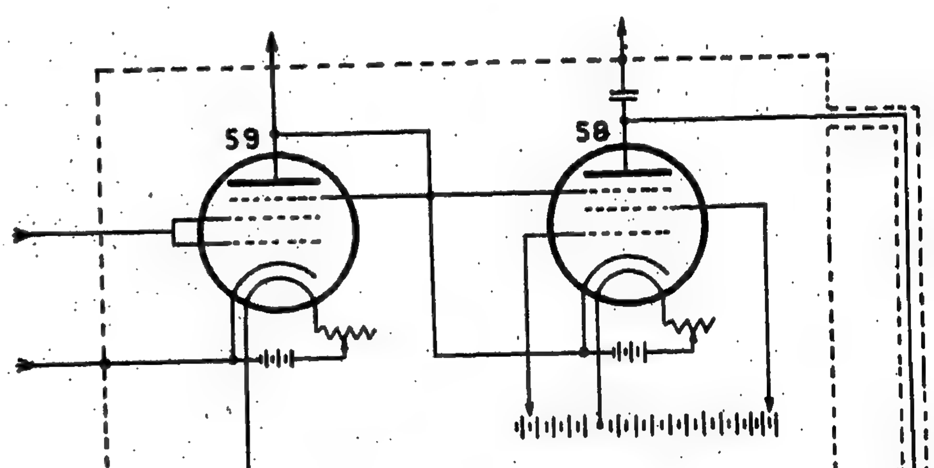


Fig. 13.

Oscillazioni a forma di dente di sega possono essere ottenute mediante il circuito di fig. 14 che, pur ispirandosi agli stessi principi generali dei precedenti, ha un funzionamento sostanzialmente

diverso. In questo caso le due azioni di generazione e successiva deformazione dell'oscillazione prodotta sono esplicate da una sola valvola (P_1), che si comporta però effettivamente come due valvole distinte. P_1 è un pentodo che ha doppio ufficio; funziona come oscillatore, e come corto circuito per il condensatore C_2; P_2 funziona solo come amplificatore della tensione (o corrente) generate. Nel breve intervallo di tempo in cui la griglia è positiva, e la tensione di schermo sufficientemente elevata, il pentodo P_1 è conduttore, e attraverso di esso si scarica il condensatore C_2 caricato attraverso la resistenza R_2 dalla batteria anodica. La frequenza dell'oscillazione a denti di sega così generata varia col variare di C_1 e R_1, e può estendersi da qualche periodo al secondo a molte migliaia.

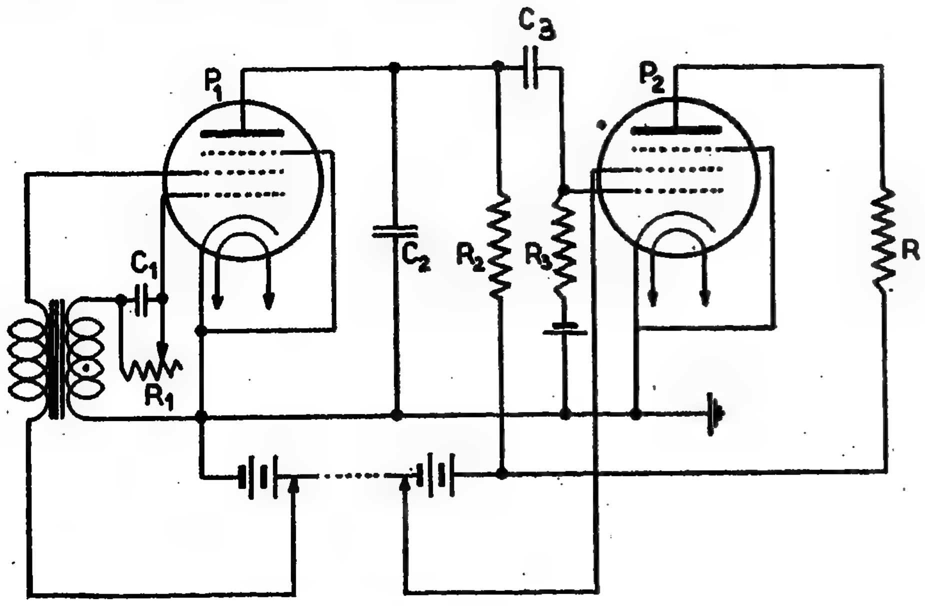


Fig. 14.

Un grande pregio di questo sistema è quello accennato di richiedere l'impiego di una sola valvola (oltre l'amplificatrice); la frequenza del dente di sega è abbastanza alta, benchè sopra un certo limite il ritorno non sia più così rapido come è desiderabile: da esperienze fatte è risultato che per $f = 20$ p/s il tempo impiegato dal ritorno è circa 1/100 del periodo, mentre per $f = 2000$ è già uguale a 1/10. Presenta il vantaggio di una facile sincronizzazione che può essere ottenuta in varii modi; particolarmente efficace si dimostra quello di applicare la tensione sincronizzante attraverso una piccola capacità in serie con la alta resistenza alla griglia di P_1 (21).

b) Sistemi a generazione diretta. — Un altro procedimento che si è dimostrato semplice e pratico è quello di ricorrere all'uso di oscillatori formati da lampade a gas, i quali permettono di ottenere direttamente diagrammi della forma voluta per l'applicazione alle placche dell'oscillografo, e al tempo stesso risultano molto sensibili alle azioni sincronizzanti.

Appartengono a questa categoria gli oscillatori utilizzanti tubi a gas, in particolare lampade al neon e thyratron, i cui diagrammi di oscillazione si avvicinano grandemente e praticamente si identificano con quelli a denti di sega, che si è visto essere i più convenienti. Il risultato resta all'incirca lo stesso altrimenti ottenuto coi metodi già visti; il vantaggio è quello di ridurre il numero di valvole, e di ottenere una maggiore semplicità di funzionamento e facilità di impiego.

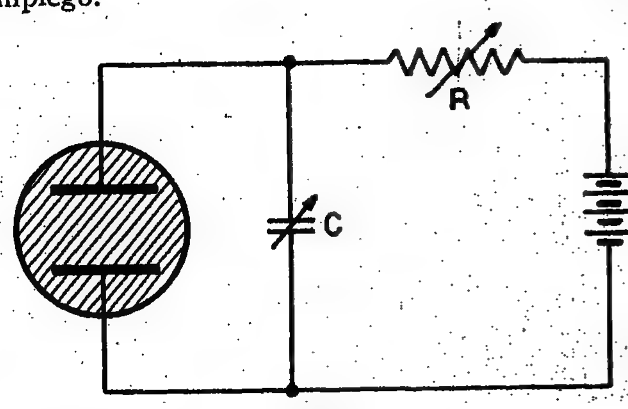


Fig. 15.

Anche in questo caso la carica del condensatore può avvenire sia attraverso una normale resistenza, sia attraverso un diodo o un pentodo (corrente costante). Con il circuito di figura 15, comportante una lampada al neon, il processo della generazione dell'oscillazione a dente di sega ha luogo in una maniera facilmente comprensibile, data la irreversibilità fra le tensioni di scarica e di estinzione proprie del tubo: a partire dal valore più basso, la tensione ai capi del condensatore sale finchè raggiunge il valore del potenziale di scarica, al quale il tubo diviene conduttore; allora si produce una brusca scarica che abbassa la tensione del condensatore al valore del potenziale di estinzione del tubo, a partire dal quale il condensatore ricomincia a caricarsi e il processo si ripete.

La lampada al neon è stata quasi generalmente soppiantata dal thyratron, che presenta rispetto ad essa notevoli vantaggi. Difetti inerenti alla lampada al neon sono principalmente i seguenti: anzitutto nè il potenziale di scarica nè quello di estinzione sono controllabili, ed in generale di valore piuttosto elevato, e troppo vicini l'uno all'altro, sicchè il diagramma delle oscillazioni ottenibili non risulta sufficiente a coprire interamente lo schermo dei normali oscillografi, a meno che non si adotti un'amplificatore. Il potenziale di scarica dipende inoltre dalla ionizzazione residua del gas, e diminuisce col crescere della frequenza, in modo da rendere impossibile il raggiungimento di frequenze molto alte; per di più i tubi dello stesso tipo hanno in generale caratteristiche sensibilmente diverse, e non sempre risultano quindi intercambiabili. L'immagine che si ottiene sullo schermo adottando la tensione così prodotta per l'asse di tempo non è molto stabile, e non si presta facilmente alla sincronizzazione (2).

Nel thyratron invece l'elettrodo di controllo, griglia, mediante l'uso di una polarizzazione negativa regolabile, permette di variare a piacere entro vasti limiti il potenziale di scarica, che risulta all'incirca espresso da μV_g, dove V_g è la tensione di polarizzazione, e μ il coefficiente di controllo della valvola.

Oltre al vantaggio del controllo del potenziale di scarica, il fatto dell'essere la griglia del tubo polarizzata negativamente, impedisce quasi totalmente il passaggio di quella piccola corrente che nei tubi a gas a due elettrodi scorre sempre anche nel periodo di carica dando luogo a irregolarità; sotto questo riguardo il comportamento del thyratron è simile a quello di un triodo in alto vuoto.

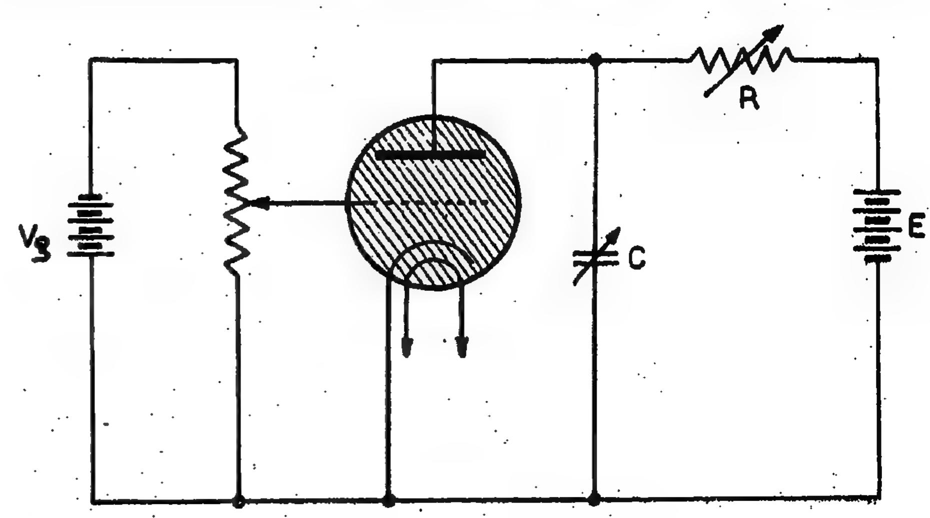


Fig. 16.

Il passaggio di corrente termina quando la tensione ai capi del condensatore si riduce a un valore di circa 15/20 volt, e la griglia ricoperta di uno strato di joni positivi non esercita più alcuna influenza; cessata la scarica e deionizzato il tubo, la griglia riassume nuovamente il controllo. Quando, come in fig. 16, la carica del condensatore è affidata ad una normale resistenza, detta carica avviene sempre naturalmente secondo una legge esponenziale, ma mediante regolazione del potenziale di griglia, si può limitare la scarica ad un tratto anche molto breve, e quindi praticamente rettilineo.

La corrente durante la scarica può raggiungere valori assai elevati, anche di diversi decimi di ampère, in quanto è limitata solamente dalla piccola resistenza del condensatore, dalla resistenza del tubo e delle connessioni; mentre il valore medio della corrente stessa,

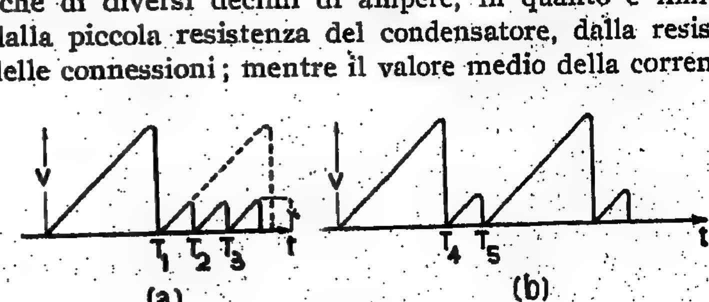


Fig. 17.

che corrisponde all'incirca alla corrente di carica del condensatore, resta sempre piuttosto basso, data la frazione brevissima del periodo che la scarica occupa. Per aumentare la durata del tubo si limita la corrente di scarica mediante una opportuna resistenza in serie colla placca del thyratron (R_1 in fig. 18); naturalmente converrà che il valore di detta resistenza sia piuttosto basso, per non aumentare troppo la durata del tratto di scarica.

È da osservare che nel funzionamento oscillatorio la tensione ai

capi del condensatore scende ad un valore inferiore ai 15-20 volt accennati, perchè, data la rapidità della scarica, il tubo non ha sufficiente tempo per deionizzarsi completamente. Se la capacità è molto piccola la tensione ai capi del condensatore può addirittura assumere valori leggermente negativi: infatti se durante il tempo di deionizzazione il rapporto fra la corrente di scarica e quella di carica è troppo alto, può avvenire che si stabilisca ai capi del condensatore una tensione negativa; applicando allora la tensione così prodotta alle placche deviatrici del tubo oscillografico, si vedrebbe il raggio elettronico ritornare ad una posizione arretrata rispetto all'usuale punto di partenza.

Dalla presenza della griglia deriva nel thyratron altresì la facilità di ottenere una sincronizzazione facile e molto efficace. La sincronizzazione si ottiene sovrapponendo alla tensione di polarizzazione negativa di griglia una moderata frazione della tensione oscillatoria in esame, la quale ha l'effetto di aumentare o diminuire, a seconda della fase, il valore del potenziale di scarica, e quindi di accorciare o allungare il periodo di carica, senza per altro mutare l'andamento della carica stessa.

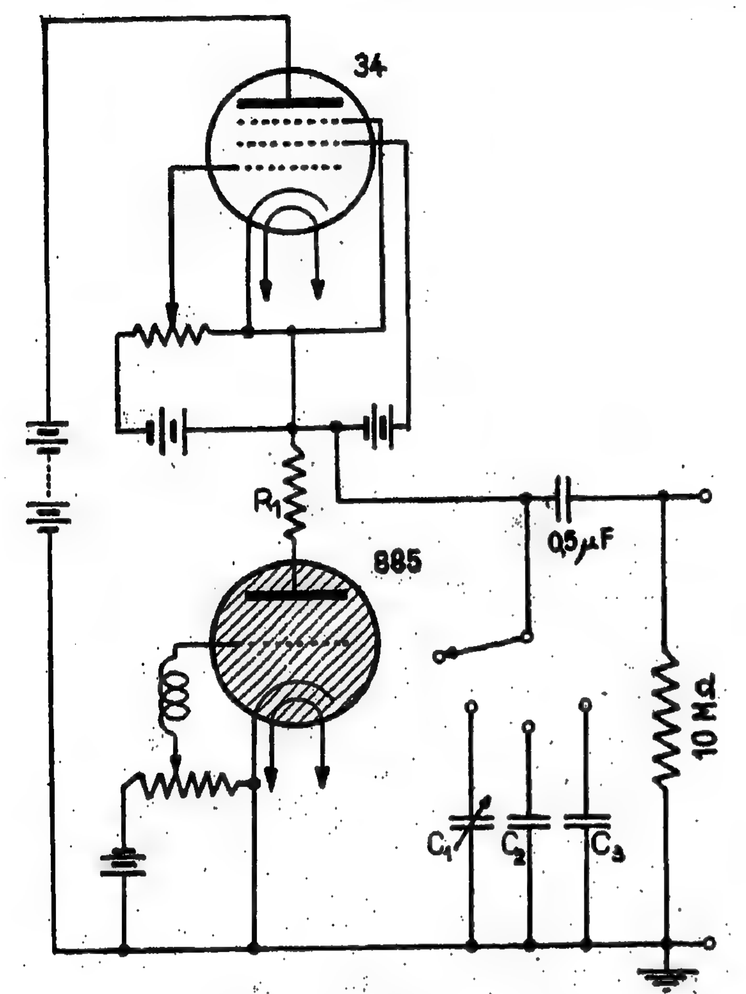


Fig. 18.

La frequenza dell'oscillazione a dente di sega, una volta fissato il potenziale di griglia e la tensione di alimentazione, dipende come si è visto, dai valori della resistenza e della capacità; variando questi due parametri si può ottenere una regolazione di frequenza entro limiti molto estesi, tenendo però presenti alcune limitazioni derivanti dalle caratteristiche del thyratron, e dall'obbligo di non sorpassare certi limiti nel valore del rapporto fra resistenza e capacità.

Ad esempio, con riferimento alla fig. 17 *a*), per un dato valore della tensione del dente di sega, il tempo richiesto per la deionizzazione del thyratron pone un limite alla frequenza ottenibile. La tensione, raggiunto il valore V cade bruscamente al valore di estinzione; il processo di deionizzazione, che ha inizio a T_1, impiega un certo tempo a compiersi, e continuerà ad esempio oltre T_2. Se l'inclinazione del tratto di salita è relativamente forte, può accadere che la valvola si riaccenda ad un potenziale assai più basso di quello fissato, come se il potenziale di griglia avesse un valore assoluto minore. Avvenuta la scarica a questo punto, può avere di nuovo inizio un ciclo di oscillazione normale, come in fig. 17 *b*, od anche, in certe condizioni, possono prodursi più cicli a frequenza più elevata e a tensione ridotta, come in fig. 17 *a* (a T_3 la deionizzazione è maggiore che a T_1 (15).

La corrente di carica, che normalmente dipende essenzialmente dal valore adottato per la resistenza in serie col circuito anodico, è bene sia compresa entro certi limiti; se troppo piccola essa può risultare infatti non abbastanza preponderante di fronte alla debole corrente che passa nel thyratron anche nella fase di carica del condensatore, la quale ultima ha un andamento irregolare: si avrebbe perciò il risultato di una deformazione nel diagramma di carica. Se troppo grande essa può condurre a un'eccessiva durata della fase di scarica, ciò che può essere svantaggioso anche per la durata del tubo.

Nel caso di carica del condensatore a corrente costante mediante l'impiego di un pentodo, si può adottare un circuito quale in fig. 18. In particolare va tenuto presente che, diminuendo la tensione applicata fra placca e catodo del pentodo, la corrente cessa di essere costante ad un valore all'incirca di qualche decina di volt, e perciò bisogna fissare il potenziale di scarica del thyratron ad un valore che sia almeno di questa quantità inferiore alla tensione totale applicata (19).

Il valore massimo della frequenza dell'oscillazione a denti di sega che si può ottenere con circuiti a thyratron, usando moderni tubi di questi tipo, a tempo di deionizzazione estremamente piccolo, e con speciali accorgimenti, è dell'ordine di 20.000 p/s; e già a questo limite si hanno degli inconvenienti, quali la non perfetta linearità dell'asse, e l'influenza delle capacità del circuito e proprie

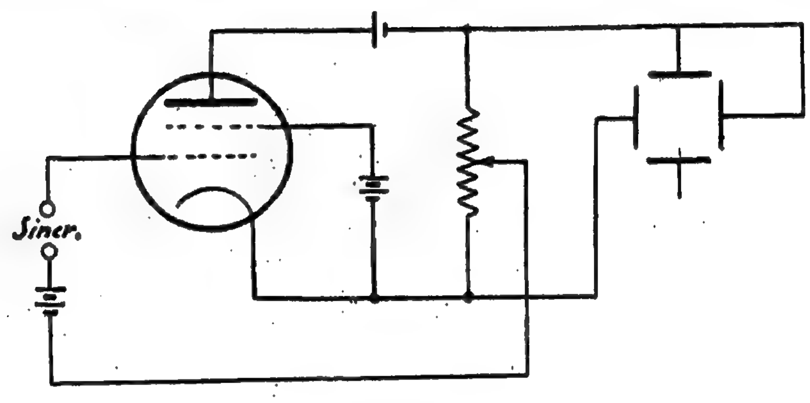


Fig. 19.

del tubo (generalmente dell'ordine di qualche micromicrofarad), che a frequenze così alte assumono un valore preponderante. Ed è questa la sola ragione che limita l'impiego di questo sistema, che nel campo delle alte frequenze è sostituito da altri più adatti.

In fig. 19 ad es. è rappresentato schematicamente un circuito per generare oscillazioni a dente di sega ad altissima frequenza che, oltre alla particolarità già notata di funzionare sulla capacità parassita delle connessioni e del tubo, ha quella di impiegare un dinatron. Si può ottenere in tal modo un ritorno molto rapido, e si possono esaminare oscillazioni fino alla frequenza di qualche decina di megacicli (4).

È però da osservare che un'asse di tempo che generi oscillazioni a dente di sega fino a la frequenza di 10-15.000 periodi, e che permette quindi l'esame di fenomeni a frequenza fino a circa 100.000 periodi, si dimostra sufficiente per buona parte delle applicazioni pratiche. In questo campo di frequenza il thyratron possiede una no-

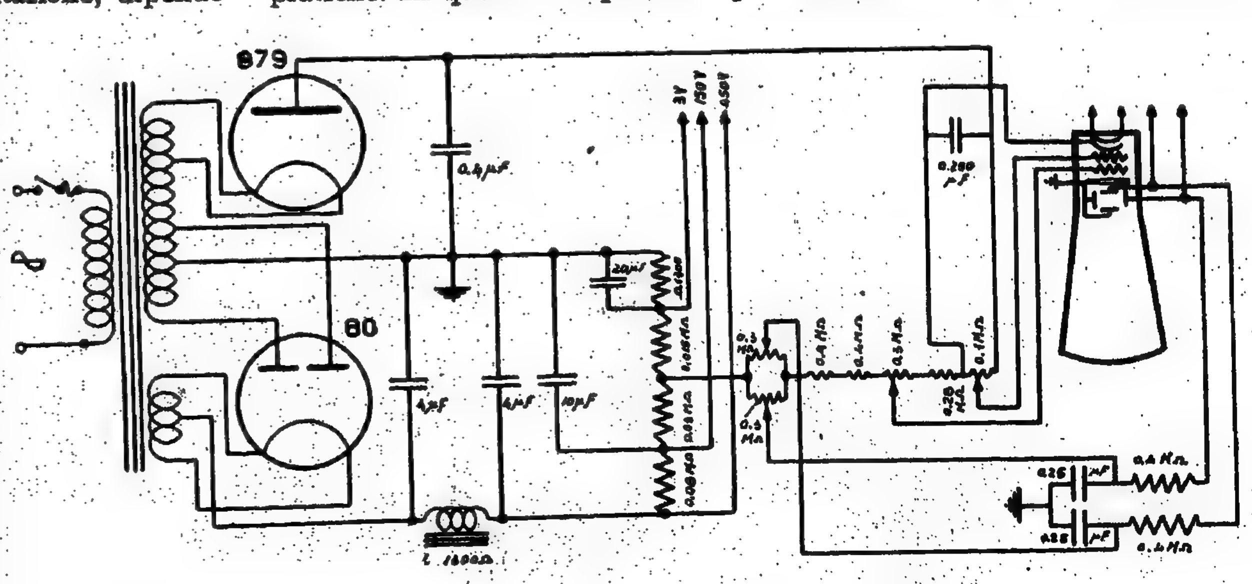


Fig. 20.

tevole sicurezza di funzionamento, che, unita alle qualità di facilità di realizzazione e di impiego, alla buona linearità, e al piccolo ingombro, rendono questo sistema di grande utilità e quindi di impiego quasi generale.

4. - Alimentazione, amplificazione. Oscillografi portatili.

I progressi della tecnica elettronica, nella conversione di corrente alternata in continua e nella amplificazione, e l'evoluzione

dei tubi catodici, hanno semplificato grandemente i circuiti di alimentazione e di amplificazione negli oscillografi, rendendo la loro realizzazione molto facile, poco ingombrante e costosa. Senza soffermarci su questo argomento, esamineremo brevemente qualche attuazione pratica riferentesi a oscillografi del tipo portatile, recentemente realizzati e messi in commercio, con qualche riferimento pure alle caratteristiche generali dei tipi esaminati, e a qualche dispositivo particolarmente interessante, escogitato per un più pratico ed utile impiego dell'apparecchio.

In questi tipi l'alimentatore, che potrebbe anche formare una unità a sè, è generalmente incorporato nell'apparecchio, coll'evidente risultato di ottenere maggiore praticità e minore ingombro. Date le tensioni relativamente basse ora richieste per l'alimentazione del tubo oscillografico, un unico raddrizzatore può in qualche caso essere usato per l'alimentazione del tubo stesso, e degli altri tubi facenti parte dell'apparecchio. Un trasformatore, il cui primario sia inserito nella rete di distribuzione, fornisce l'accensione ai varii tubi e alimenta il raddrizzatore; la tensione raddrizzata è livellata da un filtro, e attraverso un divisore di tensione alimenta i vari elettrodi del tubo oscillografico e le placche delle altre valvole.

Il trasformatore deve essere calcolato in modo da avere un basso valore dell'induzione, per diminuire, data la vicinanza del tubo oscillografico, i flussi dispersi, che possono disturbare fortemente il raggio catodico. Inoltre, e per la stessa ragione, il trasformatore deve essere orientato nella maniera più opportuna rispetto al tubo oscillografico, ed essere circondato da un involucro metallico che agisca da schermo.

Quando la differenza fra i valori delle tensioni del tubo catodico e delle altre valvole è rilevante, l'alimentatore è generalmente diviso in due parti, una relativa al tubo oscillografico, che necessita di alte tensioni e correnti molto basse, l'altra relativa alle valvole, che richiedono tensioni minori e assorbono correnti apprezzabili. In questo modo si può ridurre al minimo il filtro del circa 1200 volt, ed è fornita da un tubo tipo 879; un condensatore di 0,4 microfarad si rivela sufficiente per un buon livellamento. La tensione di alimentazione degli altri tubi, che ha un valore di 450 volt, è fornita da una '80.

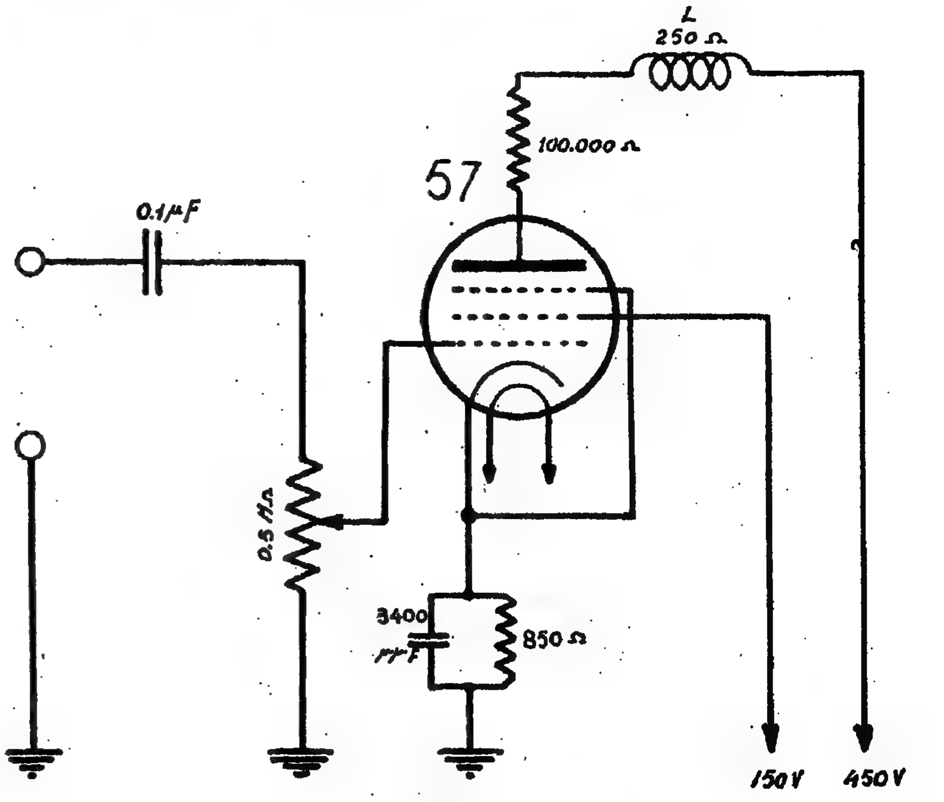


Fig. 21.

Agli altri elettrodi del tubo la tensione è fornita mediante un divisore di tensione col sistema a potenziometro, in modo che esso risulti facilmente variabile entro ampi limiti per la regolazione del-

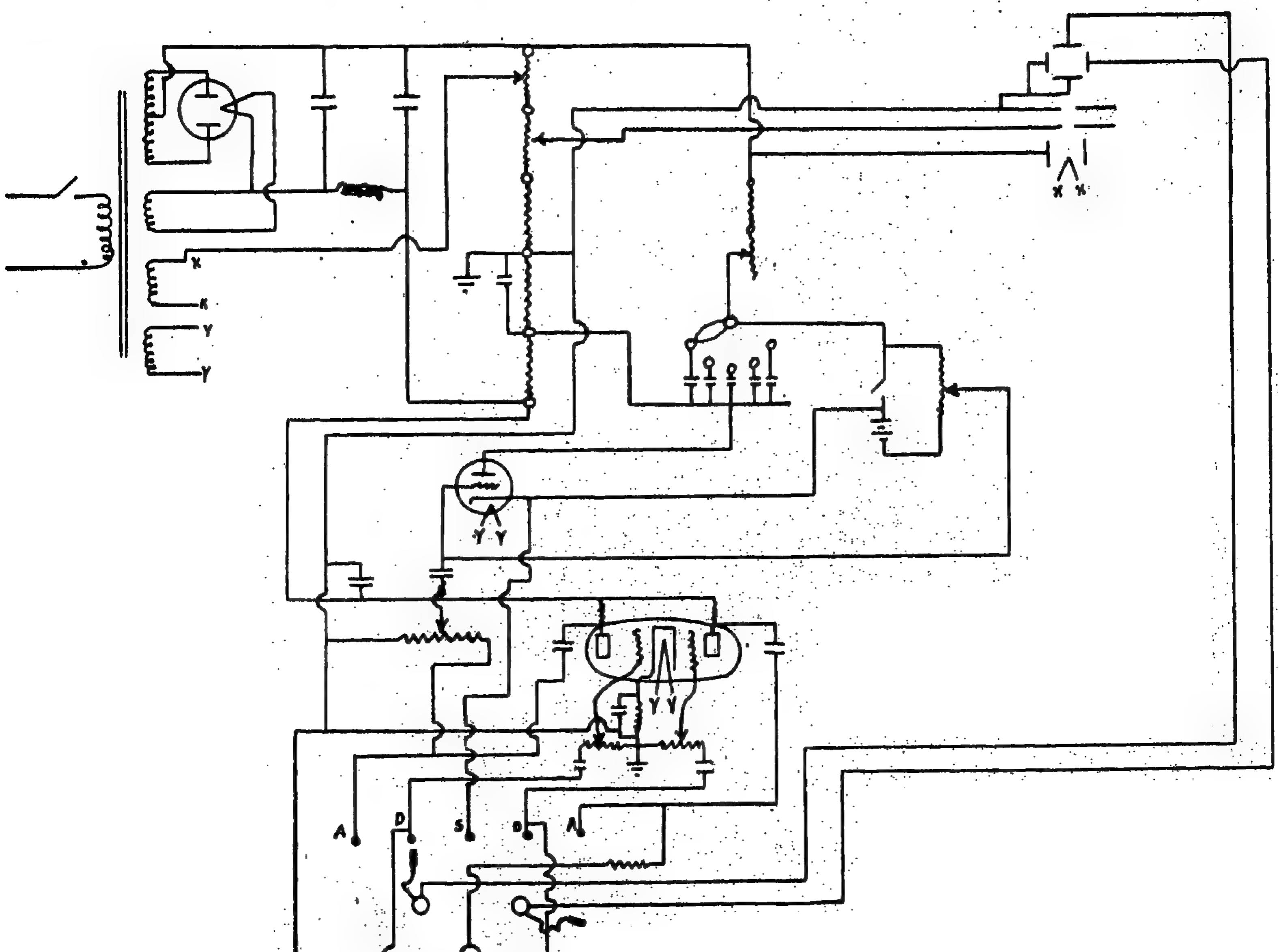


Fig. 22.

raddrizzatore ad alta tensione ed ottenere altri vantaggi, quali risultano dallo schema di fig. 20, che è quello adottato nell'oscillografo portatile R.C.A. tipo TMV-122-B, che si crede opportuno descrivere sommariamente (34).

In questo oscillografo la tensione dell'elettrodo acceleratore è di l'intensità e della concentrazione del raggio elettronico. Il circuito per l'asse di tempo, dove la carica del condensatore si verifica su di una resistenza normale, comprende un triodo a gas del tipo 885, che è uno dei più adatti allo scopo; mediante la commutazione di quattro condensatori e di una resistenza in serie sono generate oscil-

lazioni a dente di sega in un ampio intervallo di frequenza, che va all'incirca da 20 a 15.000 p/s.

Nello schema stesso si può osservare un dispositivo per la centratura della macchia sullo schermo; i due potenziometri da 300.000 ohm in parallelo permettono, variando la tensione rispetto a massa delle due placche non connesse fra loro, di spostare a piacimento la macchia luminosa nelle due direzioni ortogonali; il che come è evidente, può essere di grande utilità.

L'oscillografo contiene due valvole amplificatrici, una per l'asse di tempo e una per l'oscillazione in esame, o per eventuali tensioni di origine esterna. Mediante l'uso di una piccola induttanza in serie con la resistenza di placca, e l'impiego di un piccolo condensatore in parallelo sulla resistenza di polarizzazione, inserita dal lato del catodo, aventi l'effetto di innalzare l'amplificazione alle alte frequenze, si ottiene il risultato di raggiungere impiegando tubi del tipo '57, una amplificazione praticamente uniforme fino alla frequenza di 100.000 periodi al secondo. L'amplificazione fornita da ciascuna valvola è di circa 70 volte.

Un oscillografo di questo tipo richiede, come si vede, l'impiego oltre al tubo oscillografico, di un certo numero di valvole, cinque

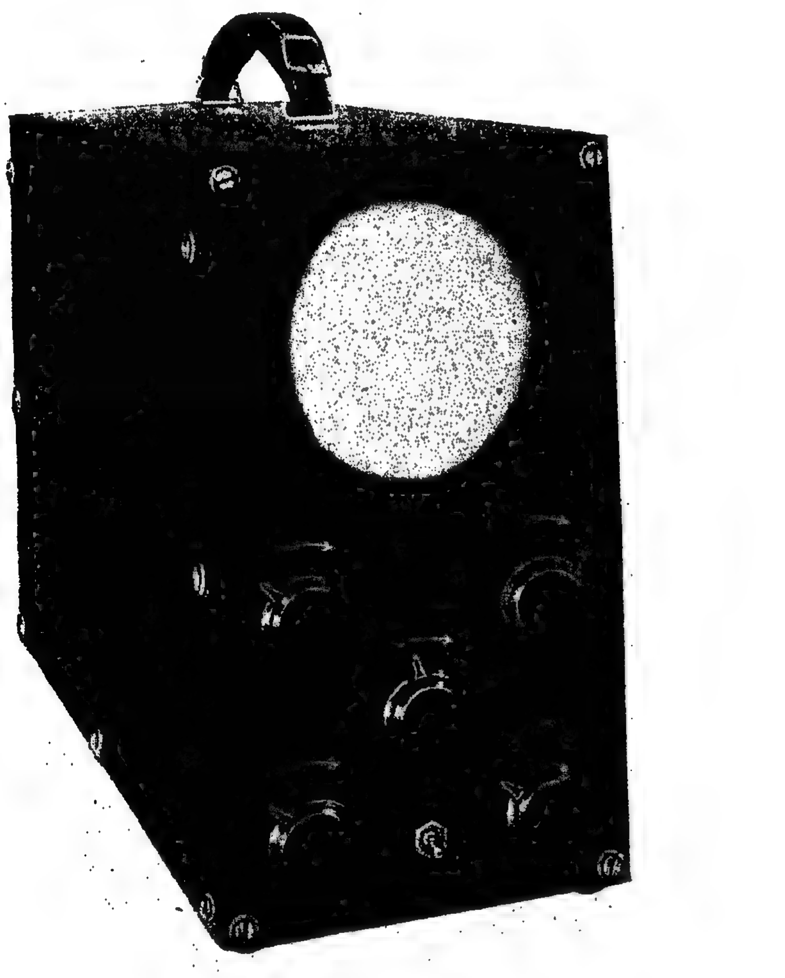


Fig. 23.

nel caso presente. Questo numero può anche essere ridotto, comprendendo le due amplificatrici in una sola, del tipo '53, e ancora usando una sola raddrizzatrice.

Lo schema di un apparecchio semplificato in questo modo è rapresentato in figura 22. Si noti la semplicità del circuito, ed in particolare di quello di alimentazione, provvisto di una sola valvola raddrizzatrice tipo '80 speciale, che alimenta tanto il tubo oscillografico quanto il thyratron e la valvola amplificatrice.

L'asse di tempo è realizzato semplicemente mediante un tubo a gas del tipo 128, in serie con una resistenza regolabile. La variazione della tensione di polarizzazione del thyratron, ottenuta mediante una pila ed un potenziometro, permette di variare l'ampiezza dell'oscillazione a dente di sega, che è applicata direttamente alle placche deviatrici del tubo oscillografico. Leggero inconveniente di tale sistema è che la regolazione dell'ampiezza è accompagnata necessariamente da una variazione di frequenza, la quale ultima dovrà essere riportata al valore voluto mediante la manovra simultanea della resistenza regolabile in serie col circuito anodico. Sul pannello (fig. 23) sono installati tutti i comandi necessarii per la messa a punto dell'apparecchio, relativi cioè alla variazione di frequenza dell'asse di tempo, alla messa a fuoco della macchia luminosa sullo schermo, e alla sincronizzazione; posteriormente sono inseriti quelli relativi alla regolazione della amplificazione, i morsetti di entrata, e un commutatore a spina che permette l'inserzione o l'esclusione dell'asse di tempo e degli amplificatori (A-D-S in fig. 22).

Lo schema riportato è dell'oscillografo portatile Du Mont tipo 145. L'apparecchio riunisce tutti gli organi necessari al funzionamento in uno spazio molto limitato (circa 20 × 35 × 45 cm), pur essendo fornito di un tubo oscillografico di 14 cm di diametro.

Lo scrivente è grato al Prof F. Vecchiacchi per l'aiuto di consigli e suggerimenti ricevuto.

Milano, settembre 1935-XIII.

Laboratorio dell'Istituto di Elettrotecnica Generale del R. Politecnico (Sezione Radiotecnica).

BIBLIOGRAFIA

(1) F. Vecchiacchi: « Applicazione della demoltiplicazione statica della frequenza all'oscillografo catodico ». *L'Elettrotecnica*, 25 ottobre 1928, XV, pagg. 805-814.
(2) A. L. Samuel: « A method of obtaining a linear time axis for cathode ray oscillograph ». *Rev. Scient. Instr.*, settembre 1931, II, pagg. 532-540.
(3) Johnson: « Cathode ray oscillographs ». *The Bell Syst. Tech. Journ.*, gennaio 1932, XI, pagg. 1-28.
(4) Günter Ulbricht: « Eine neue art Zeitproporzionaler Kathodenstrahlablenkung ». *Hochfreq. und Elek.*, aprile 1932, XXXIX, 4, pagg. 130-133.
(5) J. T. Mac Gregor-Morris e H. Wright: Accuracy of measurements made with hot-filament cathode ray oscillographs, and the effect of the gas in their performance ». *Journ. I.E.E.*, giugno 1932, LXXI, 426, pagg. 57-59.
(6) A. B. Wood: « Recent developments in cathode ray oscillographs ». *Journ. I.E.E.*, giugno 1932, LXXI, 426, pagg. 41-56.
(7) A. B. Du Mont: « Electrode Structure in cathode ray tubes for television ». *Proc. I. R. E.*, dicembre 1932, XX, 1873-1877.
(8) F. Vecchiacchi: « Le varie forme di oscillazione realizzabili per mezzo delle valvole termoioniche ». - Congresso Internazionale di Elettricità - Parigi 1932).
(9) C. E. Haller: « A linear timing axis for cathode ray oscillographs ». *Rev. Scient. Instr.*, luglio 1933, IV, pagg. 385-386.
(10) H. E. Hollman: « The use of the cathode ray oscillograph at ultrahigh frequencies ». *Wir. Eng.*, agosto e settembre 1933, X, 19-120, pagg. 430-433 e 484-486.
(11) M. von Ardenne: « Fortschritte auf dem Gebiete der Schwachstrom Kathodenstrahl » Einrichtungen. *Funk. Tech. Monat.*, settembre 1933, 9, pagg. 333-340.
(12) M. Von Ardenne: « Bedeutung und Beseitigung der Lichthofstörung bei Kathodenstrahlröhren ». *Hochfreq. und Elek.*, ottobre 1933, XLII, 4, pag. 113-115.
(13) M. von Ardenne: « A new high efficiency cathode ray tube ». *Wir. Eng.*, novembre 1933, X, 122, pagg. 592-595.
(14) Zworykin: « Description of an experimental television system and the kinescope ». *I.R.E.*, dicembre 1933, XII, pagg. 1655-1674).
(15) R. C. A. *Cathode ray tubes, and allied types.* - Techn. Series TS-2.
(16) K. Harris: « A new cathode ray oscillograph and its application to the study of power factor in dielectric materials ». *Bur. of Stand.*, gennaio 1934, XII, pagg. 87-100.
(17) G. Burger: « Progrès réalisés dans l'oscillographie cathodique ». *Rev. Gén. Electr.*, marzo 1934, XXXV, 10, pagg. 307-318.
(18) M. von Ardenne: « A new method of removing distorsions due to the space charge in gas-filled cathode ray oscillograph tubes ». *Proc. I.R.E.*, aprile 1934, XXII, 4, pagg. 423-429.
(19) W. L. Meier e P. A. Richards: « Power supply and linear time axis for cathode ray oscillograph ». *Electronics*, aprile 1934, pagg. 110-112.
(20) M. Knoll, W. Kleen: « Kathodenstrahl-Oszillograph ». *A. T. M.*, aprile 1934, III, pag. 53-54.
(21) K. Takayamagi, A. Yamashita, K. Yamaguchi: « One method of generating currents and voltages of saw-teeth wave form for television ». *Journ. I.E.E.*, Japan, maggio 1934, LIV, pagg. 429. (Riass. inglese, pagg. 65-66).
(22) K. Kasai, S. Ogihara, F. Tadamo, K. Yoshida: « A new type of multielement cathode ray oscillograph. » *Journ. I.E.E. Japan*, maggio 1934, LIV, pagg. 332 (Riass. inglese, pag. 48).
(23) H. Gondet e Ch. Beaudouin: « Nouvel oscillographe cathodique Dufour ». *Rev. Gén. Electr.*, settembre 1934, XXXVI, pagg. 291-301.
(24) F. Michelssen: « Construction and applications of gas-filled cathode ray tubes for television ». *Hochfreq. und Elek.*, settembre 1934, XLIV, pagine 95-100.
(25) H. P. Kuehni: « A low voltage cathode ray oscillograph with fluorescent screen ». *Gen. Electr. Rev.*, settembre 1934, XXXVII, pagg. 429-432.
(26) J. T. Mac Gregor-Morris, J. A. Henley: « The theoretical and practical sensitivities of gas-focused cathode ray oscillographs, and the effect of the gas on their performance ». *Journ. I.E.E.*, ottobre 1934, LXXV, 454, pagg. 487-496.
(27) W. Schnabel: « Untersuchung von Fluoresezenmaterialen für Fernseh und Kathodenoscillographische Zweche ». *Arch. f. Elek.*, dicembre 1934, XXVIII, pagg. 789-797.
(28) J. M. Stinchfield: « Cathode ray tubes and their applications ». *Electr. Eng.*, dicembre 1934, LIII, pagg. 1608-1625.
(29) A. B. Du Mont: « Elimination of distorsion in cathode ray tubes » Electronics, gennaio 1935, pagg. 16-17.
(30) L. Garceau: « Duplex cathode ray oscillograph. ». *Rev. Scient. Instr.* giugno 1935, VI, 6, pagg. 171-172.
(31) S. P. Smith, E. Bradshaw, C. E. Szeghö: « Cathode ray oscillograph equipment ». *Journal I.E.E.*, giugno 1935, LXXVI, 462, pagg. 656-665.
(32) T. T. Goldsmith, Jr., L. A. Richards: « A high frequency sweep circuit ». *Proc. I.R.E.*, giugno 1935, XXIII, 6, pagg. 653-657.
(33) P. Schuep, M. Sollima: « L'oscillographe a rayons cathodiques du Laboratoire Ampère ». *Rev. Gén. Electr.*, agosto 1935, XXXVIII, 7, pagg. 241-246.
(34) F. Diehl: « The cathode ray oscillograph ». *Rad. Eng.*, giugno - settembre 1935, XV, pagg. 10-15: 14-16.

MOTORE SINCRONO A VELOCITÀ VARIABILE

G. CIRILLI

AEI Comunicazione tenuta alla Sezione di Torino il 16 gennaio 1935

Viene descritto un motorino sincrono che può essere fatto funzionare entro ampi limiti di velocità alimentandolo a frequenze variabili attraverso apposito dispositivo, e ne sono illustrate le caratteristiche di funzionamento.

Il motore che in seguito descriviamo brevemente, consta sostanzialmente di un motore sincrono propriamente detto il quale, attraverso un complesso convertitore di frequenza, costituito da un collettore fisso, cilindrico, internamente al quale gira un sistema di spazzole motrici comandate da un piccolo motore a corrente continua, può essere alimentato a frequenze variabili entro ampissimi limiti, ed assumere pertanto velocità a loro volta, entro gli stessi limiti, variabili.

Esaminando lo schema fig. 1 meglio si comprenderà la costituzione della macchina nel suo assieme. Attraverso il sistema commutatore (anelli 4, spazzole rotanti collettore fisso 2, connes-

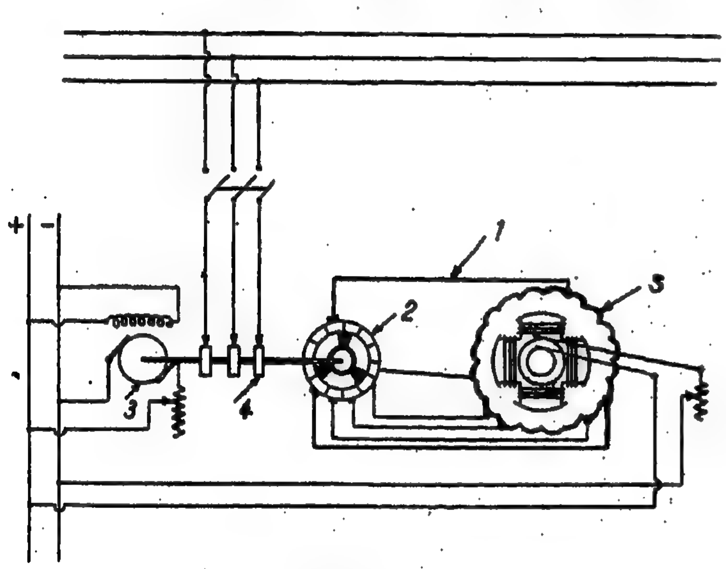


Fig. 1.

sioni multiple dello statore 1) si alimenta l'indotto del motore sincrono *S*. Quando il motorino ausiliario 3 gira con una velocità eguale alla sincrona e in senso opposto a quello che corrisponde alla successione ciclica delle fasi, la frequenza d'alimentazione è nulla, il campo di statore è fisso, il motore è fermo. Se il motorino 3 viene arrestato, il campo di statore gira al sincronismo.

Naturalmente questa macchina può funzionare con velocità ipersincrone, quando alla velocità del campo rotante venga a sommarsi quella nello stesso senso delle spazzole; il motore in ogni caso funziona ad una frequenza somma algebrica della frequenza della linea e della frequenlza corrispondente alla velocità del motorino.

Riservandoci di tornare in seguito sui risultati delle esperienze, accenneremo qui che le considerazioni generali per quel che riguarda la commutazione, restano anche per questo motore, come del resto per tutti i motori a corrente alternata con collettore, nel campo un poco nebuloso dei fenomeni non ancora sufficientemente interpretati; delle due componenti che danno luogo alle tensioni di scintillamento, quella (e') indotta dal campo rotante negli elementi messi in corto circuito dalle spazzole è massima per le velocità del rotore che si avvicinano al sincronismo, laddove l'altro (e''), risultante delle f.e.m. di autoinduzione che si generano negli stessi elementi messi in corto circuito cresce coll'aumentare della velocità del portaspazzole, ossia con la diminuzione di velocità dell'albero motore.

A spazzole ferme dunque e' è massima, e se la costruzione del motore fosse stata eseguita senza nessun accorgimento, gli elementi messi in corto circuito dalle spazzole stesse brucerebbero; per eliminare questo inconveniente e per poter funzionare al sincronismo, si arrestano queste ultime, mediante un dispositivo automatico e molto semplice, su tre lamelle situate fra loro a 120° e di spessore maggiore della larghezza della spazzola, in maniera che nessun elemento risulti in corto circuito.

I conduttori che collegano le varie sezioni del circuito statorico alle corrispondenti lamelle del collettore hanno naturalmente sezioni calcolate tenendo conto del fatto che essi lavorano soltanto per brevi istanti, ossia quando sono messi in contatto con le spazzole. Questo permette di poter utilizzare conduttori di piccole sezioni, con risparmio di spazio e rame. Fanno eccezione quelli relativi alle tre maggiori lamelle per il funzionamento al sincronismo, che sono calcolati in base ad una intensità continuativa.

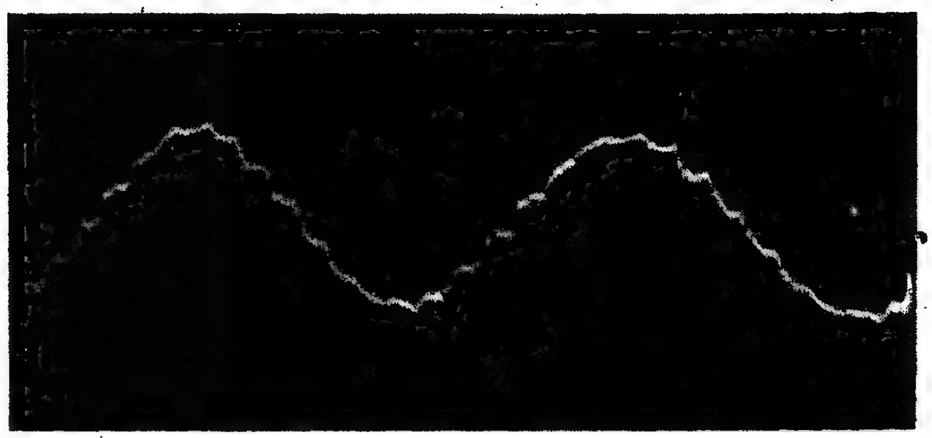


Fig. 2.

In un motore così costruito l'impiego di polini di commutazione sembra impossibile, a meno di non voler realizzare degli artifici meccanici ed elettrici molto complessi; ma la esperienza ha dimostrato che pur in assenza di dispositivi particolari, le stesse caratteristiche costruttive della macchina intervengono in senso favorevole, dando luogo ad una sorta di regolazione automatica che praticamente si dimostra d'indubbia efficacia.

La fig. 2 rappresenta un oscillogramma della tensione esistente fra gli anelli di presa del rotore a macchina ferma, mentre le spazzole giravano con una velocità $N/2$. Per questa prova ci si servì del motore parzialmente raffigurato in fig. 3 (statore del motore, da ∿ 13 kW, 160 V, 50 per/sec, 4 poli, avvolgimento a passo

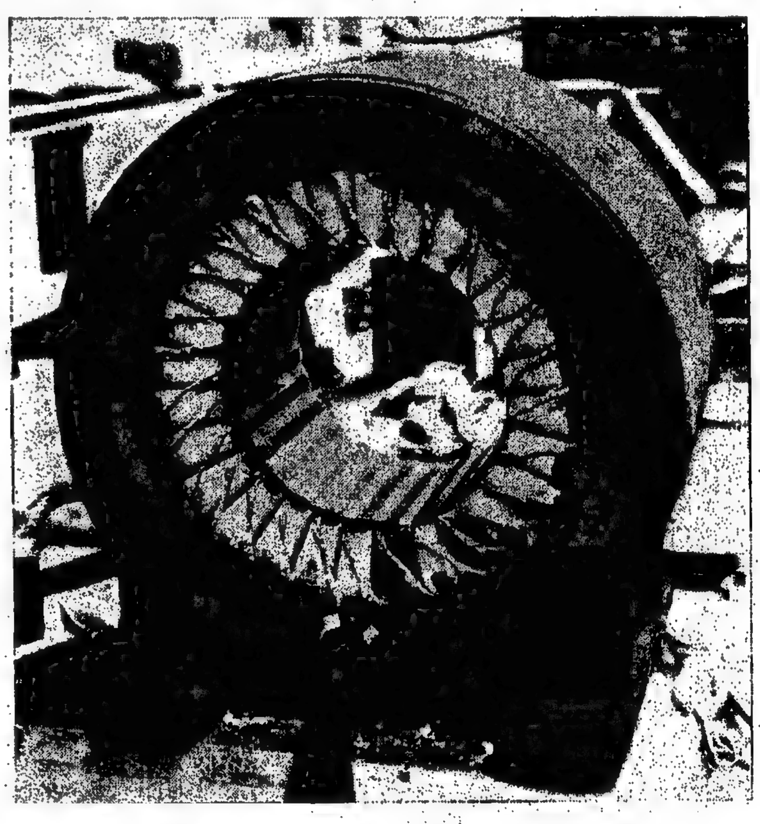


Fig. 3.

molto raccorciato); le armoniche sono sensibili, data la larghezza dei denti e la profondità dei canali, in parte però esse sono anche smorzate dai poli massicci componenti il rotore.

Questa macchina si avvia con mezzi propri: facendo invero girare il portaspazzole con velocità prossima a quella di sincronismo, la frequenza del campo rotante sarà molto bassa, e quindi chiudendo l'interruttore, il motore funzionando inizialmente come asincrono si metterà in marcia facilmente ed avrà tendenza di portarsi al sincronismo. Rallentando gradatamente la velocità del motorino che comanda il portaspazzole, la frequenza risultante della corrente immessa nello statore aumenterà in proporzione inversa, ed il motore aumenterà di velocità.

Le figg. 4 e 5 rappresentano le curve caratteristiche di un motore Savigliano da 30 kW, 270 V, e di un motore originariamente pure Savigliano da 18 kW, 220 V, molto gentilmente offertoci per la trasformazione dalle Cartiere G. Bosso.

Esaminando questi diagrammi, si osserva l'identico comportamento delle due macchine per quanto riguarda il rendimento ed

il cos φ; le curve delle correnti assorbite sono molto simili, differenti invece quelle delle potenze assorbite e rese.

La prima macchina cui corrispondono le curve di fig. 4, è un motore munito di un circuito magnetico di abbondanti dimensioni, che può permettere alti valori di flusso nel traferro; lo stesso non si può dire per il motore di fig. 5, in cui la corona statorica era di piccola sezione, e per esiguità di spazio, piccolo potè essere il numero di ampere-spire dell'induttore.

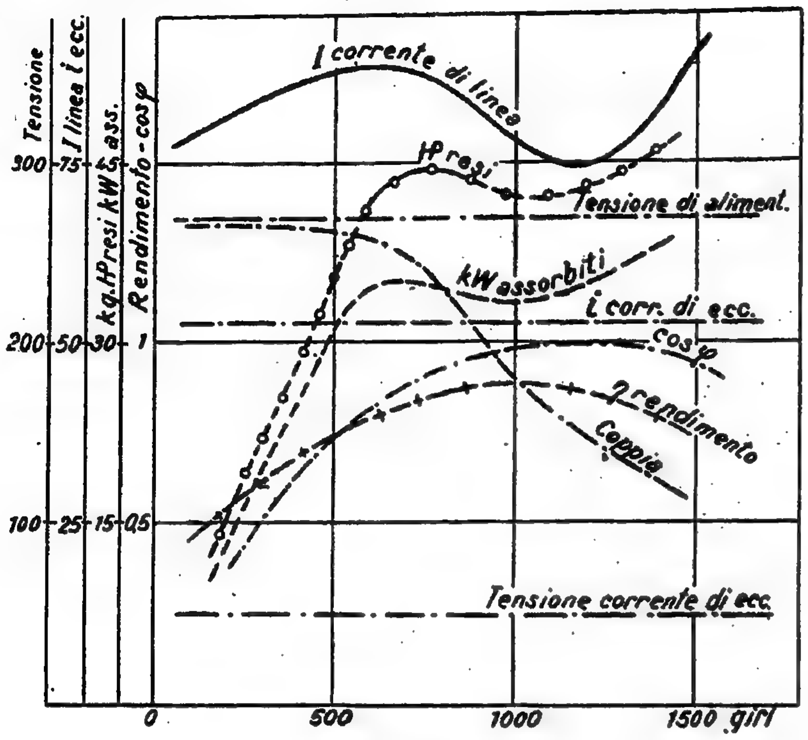


Fig. 4.

Per il motore da 30 kW si utilizza una reattanza, onde ridurre all'avviamento il colpo di corrente, reattanza che viene esclusa una volta raggiunti i 400 giri; mentre per il motore delle Cartiere Bosso, si ha un autotrasformatore che permette un funzionamento con 80 V fino ai 600 ÷ 700 giri, per poi passare ai 170 V per le velocità superiori. In quest'ultima macchina si è dovuto adottare questo sistema per la difficoltà di poter regolare entro limiti vasti di velocità la f.c.e.m. col solo flusso induttore.

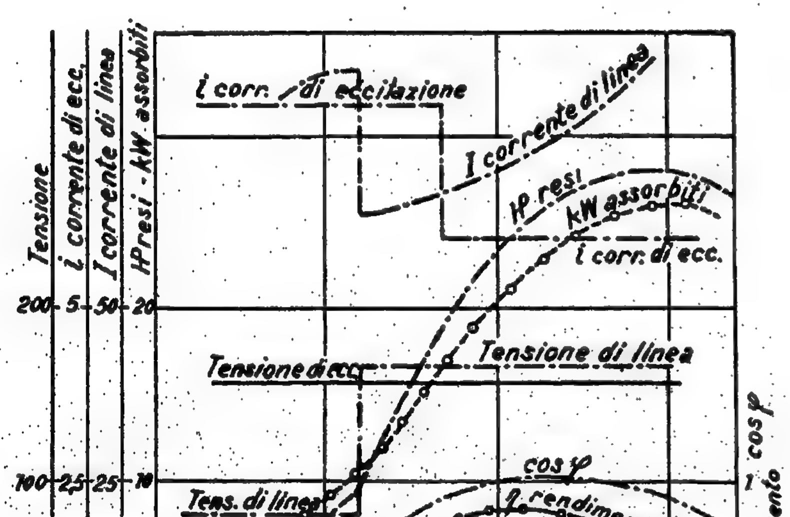


Fig. 5.

Volendo trarre delle conclusioni, per poter giustamente valutare i pregi e i difetti, di una macchina così costruita, sarebbe necessario giudicarla sotto il doppio aspetto di motore sincrono e di motore a collettore a corrente alternata.

Del motore sincrono, pur non perdendone i pregi, ha eliminati molti inconvenienti avendo un facile avviamento, e la possibilità di funzionare in un campo di velocità con limiti vasti; non comprendendo l'organo commutatore, il motore ha mantenuto egualmente la sua semplice costituzione.

Condivide con i motori a collettore, la impossibilità d'ottenere alti valori di differenza di potenziale fra lamella e lamella, con l'inconveniente di un elevato numero di sezioni e di una limitata potenza per polo. Però, trattandosi in questo motore di un sistema commutatore completamente separato dalla macchina, si possono senza tema raggiungere riscaldamenti maggiori; le spazzole, sono nei periodi di lavoro in continuo movimento, e si trovano quindi raffreddate assai energicamente dall'aria, che esse stesse agitano. Abbiamo ottenuto a questo proposito un buon funzionamento, anche con 7 volt fra lamella e lamella; un leggero scintillio, trattandosi di corrente alternata, si può senza tema tollerare, non deteriorando il collettore.

Da molti si ritiene, che gli organi di commutazione muniti di spazzole mobili e collettore fisso non diano gli stessi buoni risultati dei sistemi a collettore rotante e spazzole fisse. I risultati da noi ottenuti, utilizzando collettori cavi, con gli organi in movimento interni, nulla lasciano a desiderare a questo proposito. Dovendo adottare spazzole, dure e resistenti, che sono anche le più leggere, minimi risultano gli effetti della forza centrifuga, basso il riscaldamento del collettore dovuto all'attrito; facendo lavorare le spazzole con angoli superiori ai 45° risultano ancora maggiormente ridotti i fenomeni di forza centrifuga. Siccome poi le lamelle sono molto basse (la loro altezza non ha mai superato i 25 mm), è industrialmente trascurabile l'inconveniente di dover far lavorare le spazzole sulla base più stretta del trapezio.

Difetto principale di questi motori rispetto alle altre macchine a collettore, è di necessitare di una doppia alimentazione; difetto di lieve entità per applicazioni in stabilimenti ove, sia pure in quantità limitata, esiste una produzione di corrente continua. Quando queste macchine funzionano a bassa velocità richiedono naturalmente elevate correnti di eccitazione; nel casi più sfavorevoli però la potenza assorbita in corrente continua non supera il 10 % della potenza assorbita in corrente alternata. Un piccolo gruppo convertitore, è sufficiente per fornire questa energia; il suo posto, specie se si tratta di un'applicazione plurimotore, grava poco sul prezzo totale dell'istallazione, e viene compensato, riferendolo ad un lavoro medio, dall'elevato rendimento della installazione, risultando bassi i valori delle correnti assorbite a vuoto, e buoni valori del cos φ anche per piccoli carichi.

Stiamo ora studiando la possibilità di eliminare anche l'inconveniente della doppia alimentazione; e sarà per noi motivo di grande soddisfazione, se potremo su questa Rivista, in un futuro molto prossimo, presentare dati conclusivi in proposito.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulla prova indiretta dei raddrizzatori.

Riceviamo:

Leggo nell'interessante Memoria dell'Ing. R. Savagnone « Sulla determinazione del rendimento di un gruppo trasformatore-raddrizzatore » *presentata al recente Congresso di S. Margherita Ligure, che l'egregio Autore propone, per misurare il rendimento complessivo di un gruppo trasformatore-raddrizzatore, di eseguire su questo il corto circuito, e, alimentando a tensione variabile il primario del trasformatore, forzare attraverso la connessione di corto circuito la corrente continua normale.*

Le perdite misurate sul primario del trasformatore darebbero (opportunamente deducendo da esse quelle nel ferro del trasformatore stesso) la potenza totale dispersa dal gruppo.

A me sembra che non sia lecito prescindere da un dato di fatto importante ed è che i valori efficaci delle correnti secondarie e primaria del trasformatore, pur rimanendo inalterata la corrente continua, non sono uguali nei due casi di funzionamento a piena potenza e in corto circuito.

Ciò è dovuto alla reattanza del trasformatore la quale agisce in modo ben diverso nei due casi, i risultati differendo tanto più fra loro quanto più alti sono la reattanza del trasformatore e il valore della tensione continua, ammettendo la caduta dell'arco praticamente la stessa per tutti i raddrizzatori indipendentemente dalla tensione.

Mi pare insomma (e può bastare qualche esempio pratico per convincersene) che anche a parte altre circostanze pure sfavorevoli, la cosidetta « *prova del corto circuito totale* » *può condurre a risultati molto peggiori di quelli a cui si perviene nella determinazione del rendimento globale, partendo da misure separate sul trasformatore e sul raddrizzatore.*

In generale il metodo proposto dà perdite minori delle reali, per quanto non sia da escludere che esso possa offrire qualche risultato ove trascurabile sia la reattanza del trasformatore o bassa la tensione raddrizzata.

A proposito poi delle cosidette perdite nel rame di un trasformatore adibito a servizio di raddrizzatori, noto che l'A. si riferisce anche ad una dizione delle Norme raddrizzatori non ancora definitivamente approvate.

La attuale dizione è per lo meno imprecisa, e, ove non vogliasi addirittura sostituire specificatamente col metodo De Blieux, io penso

che l'articolo V-I-0.1 delle proposte Norme possa essere rifatto, per esempio, come segue:

« Le perdite negli avvolgimenti vanno determinate con opportune prove di corto circuito alimentando il primario con una tensione sinusoidale di valore tale da determinare negli avvolgimenti primari una corrente di valore efficace pari a quella normale.

Lo scopo di questa prova è di servire a calcolare, per i diversi schemi usati, le resistenze equivalenti dei singoli rami di avvolgimento istituendo delle equazioni sulla base delle perdite misurate in corto circuito.

Ricavate le resistenze equivalenti, ognuna di esse si moltiplica per il quadrato di un valore efficace appropriato della corrente che effettivamente la percorre in funzionamento e si fanno le necessarie somme. Le perdite così ottenute vanno riportate alla temperatura di 75 °C tenendo presente quanto specificato nelle Norme C.E.I. ».

Tale proposta, all'incirca, io ho avanzato sin dal 24 aprile c. a. al Comitato Elettrotecnico Italiano.

Così facendo si trascura, è vero, qualche cosa, ma penso tuttavia, che l'errore commesso è sempre minimo a confronto di quello a cui può dar luogo il metodo suggerito dall'Ing. Savagnone.

Grato per l'ospitalità, porgo deferenti ossequi.

Milano, 23 ottobre 1935-XIII. B. CERRETELLI.

*

L'ing. R. Savagnone, a cui abbiamo comunicato la presente, così risponde:

Ho letto l'interessante lettera dell'egregio Ing. B. Cerretelli e sono lieto che Egli, con la ben riconosciuta competenza e con i grandi mezzi a disposizione, voglia entrare nel vivo della questione; apportando anche, mediante la Sua proposta, un contributo al difficile problema della determinazione del rendimento di un gruppo trasformatore-raddrizzatore.

A migliore chiarimento delle cose desidero intanto richiamare quanto segue.

È noto che il funzionamento delle macchine elettriche, alimentate con tensioni alternate, si può concepire come la sovrapposizione di due stadi limiti di funzionamento: il funzionamento a vuoto, ed il funzionamento in corto circuito. È noto altresì, che il rendimento di queste macchine si può calcolare in base ad opportuni dati, ricavati da prove eseguite nei due predetti regimi.

Mancando ora nella letteratura tecnica una generalizzazione di questo razionale procedimento al caso dei gruppi trasformatore-raddrizzatore, ho creduto non inutile impostare uno studio in questo senso, concependo cioè il gruppo trasformatore-raddrizzatore come un particolare trasduttore (per riferirmi agli studi ed alla dizione del Ch.mo Prof. Bottani), trasduttore avente, ben inteso, la complicazione di presentare una resistenza variabile in funzione della corrente. Si premette ciò allo scopo di stabilire anzitutto una giustificazione di principio al metodo in parola.

In conseguenza, nella citata memoria, proponevo di misurare il rendimento di un gruppo trasformatore-raddrizzatore mediante due distinte prove: una prova a vuoto per la determinazione delle perdite nel ferro del trasformatore di alimentazione, ed una prova in corto circuito del gruppo stesso per la determinazione globale delle perdite nel rame nel trasformatore, negli archi del raddrizzatore e nelle induttanze o bobine di assorbimento in circuito (misurando naturalmente a parte le perdite nelle apparecchiature ausiliarie). Nella nota riferivo i risultati delle prime prove eseguite su un piccolo raddrizzatore, risultati che si sono mostrati di buona attendibilità.

Però ulteriori prove eseguite su un gruppo trasformatore-raddrizzatore di maggiore potenza (300 V, 80 A), di recente acquistato dal Laboratorio, hanno messo meglio in evidenza diversi nuovi elementi, tra i quali il più importante è quello che in regime di corto circuito, a parità di correnti catodiche, le correnti anodiche e primarie efficaci riescono alquanto minori di quelle di esercizio, conformemente a quanto rileva l'egregio Ing. Cerretelli.

Gli studi in corso in Laboratorio mostrano però che malgrado ciò il metodo del corto circuito offre lo stesso il modo di pervenire ad un'esatta valutazione delle perdite dipendenti dalla corrente.

Un primo metodo, attualmente in prova, consiste nello scindere l'unica prova di corto circuito in due prove separate: una per la misura delle perdite nel raddrizzatore; l'altra per la misura delle perdite nel solo trasformatore; cercando, ben inteso, di riportare le correnti nelle due prove al valore che interessa l'elemento in misura.

Un secondo metodo consiste nell'operare adeguate prove di corto circuito controllato.

Tutto ciò verrà riferito ampiamente in un articolo di prossima pubblicazione in questa Rivista.

Accennato così brevemente allo stato attuale della questione ed alle mie ricerche, vorrei qui ancora mettere in evidenza le ragioni che mi spingono a ritenere, il metodo del corto circuito preferibile nel principio agli altri metodi, per quanto concerne la determinazione delle perdite nel rame del trasformatore di alimentazione.

Questi ultimi metodi traggono origine dalla determinazione delle resistenze effettive degli avvolgimenti del trasformatore mediante prove di corto circuito del solo trasformatore, in regime sinoidale. *A mio avviso questo comune punto di partenza non può portare a risultati esatti. Infatti è noto che la resistenza effettiva R_s in regime sinoidale è il rapporto tra la potenza dissipata nel rame ed il quadrato della corrente efficace che percorre il circuito. Il valore di questa resistenza dipende dall'entità e distribuzione dei flussi dispersi che investono i conduttori. Ora nei trasformatori che alimentano i raddrizzatori* la distribuzione dei flussi dispersi è notevolmente diversa *di quella che si ha in regime sinoidale, a causa della presenza di correnti pulsanti nel secondario. Evidentemente ciò dà luogo ad una particolare resistenza effettiva R_p, diversa dalla R_s, perchè diversa è la distribuzione e forma del flusso disperso. Per un computo esatto delle perdite nel rame occorrerebbe quindi prendere in considerazione la R_p e non la R_s. Ora la usuale prova di corto circuito del solo trasformatore fornisce una R_s che non riguarda il nostro problema.*

Invece il metodo del corto circuito totale, nella sua prima forma approssimata, oppure meglio in quella corretta, come accennato prima, evita questa spinosa questione in quanto l'aggiunta del raddrizzatore nel circuito secondario del trasformatore obbliga le correnti ad assumere la voluta forma, apprestando così automaticamente la vera resistenza effettiva, corrispondente alla coesistenza di flussi alternati primari e flussi pulsanti secondari. Una volta definiti meglio gli esatti valori da assegnare alle correnti durante le prove di corto circuito, le perdite possono essere misurate con tutta esattezza; cosa che invece non si potrà mai ottenere prendendo a base del computo delle perdite le resistenze effettive, ricavate da prove eseguite in un regime diverso da quello reale.

Prima di terminare questa lettera non posso fare a meno di mettere in evidenza che il metodo del corto circuito permette di caricare a fondo i gruppi trasformatore-raddrizzatore senza che con ciò s'incontrino particolari difficoltà, anche quando la corrente nel conduttore di corto circuito ammonti a parecchie migliaia di ampere. La potenza immessa è in ogni caso ridotta a quella corrispondente alle sole perdite, e quindi la prova stessa non è onerosa.

Queste considerazioni, unitamente ai buoni risultati ultimamente ottenuti, mi spingono a ritenere che il metodo del corto circuito possa rendere utili servizi.

Con ogni osservanza. R. SAVAGNONE.

NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE

Movimento delle Società Elettriche

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. Ital. Riscaldamenti, Anonima — Milano.

Si è deliberato di aumentare il capitale sociale a L. 500.000 mediante emissione di 400 azioni da L. 1000 ciascuna.

S. A. Elettromobili Rognini — Milano.

Aumenta il capitale sociale da L. 200.000 a L. 500.000.

S. A. Acciai, Costruzione Impianti Elettrici, Rappresentanze — Genova.

Aumenta il capitale da L. 100.000 a L. 250.000.

COSTITUZIONE E SCIOGLIMENTO DI SOCIETÀ.

Soc. An. Urtis — Milano.

Si è costituita della Società An. per materiale elettrico ed impianti di illuminazione col capitale di L. 20.000 in azioni da L. 100.

* *

Rassegna economica del mese di novembre.

Mentre scriviamo queste righe, il regime di sanzioni economiche decretato dall'insipienza ginevrina contro l'Italia è in pieno funzionamento da tempo. Il triste esperimento, come si è voluto chiamarlo con ingiustificabile incoscienza, è cominciato il 18 novembre: la data è stata bollata di « ignominia e di iniquità nella storia del mondo », dalla deliberazione votata dal Gran Consiglio del Fascismo, e tale essa resterà veramente nella storia, quando, superate le passioni torbide che offuscano le menti dei piccoli uomini di oggi, accecati nel loro egoismo, intorpiditi nelle loro coscienze, la realtà dei fatti e delle parole potrà essere esaminata e pesata colla necessaria freddezza.

È per vero iniquità maggiore, più perversa ipocrisia, più sfrontato egoismo non si è conosciuto nella vita dei popoli. Per fermare l'Italia sulla sua strada non si è esitato a dimenticare ogni solidarietà europea, a mettere sullo stesso piano la civiltà di Roma e quella del Negus, dando così una dimostrazione del proprio modo di concepire e valutare la civiltà; non si è esitato a rinnegare il sangue sparso per una causa comune, a insultare alle tombe di 600.000 morti, sulle quali del resto si era già barattato a Versailles;

non si è esitato a compiere le più evidenti violazioni di procedura e di forma, a portare l'Europa sull'orlo di un baratro spaventoso, a compromettere tutta la ricostruzione economica già avviatasi, a rigettare nella disoccupazione, nella miseria, nel travaglio nuove schiere di lavoratori in tutti i Paesi del mondo.

Contro l'azione dell'Italia, colpevole di non lasciarsi soffocare, e di aspirare a compiere, in piccola misura, quell'espansione coloniale che gli altri Paesi hanno compiuto in scala tanto maggiore, tutte le più fosche e disparate forze del mondo si sono coalizzate; l'imperialismo inglese, il sovversismo comunista, le cospirazioni massoniche, il più losco fuoriscitismo, il più vuoto formalismo protestantico, tutte le oblique forze tendenti a scuotere l'ordine sociale, e a tutte queste sinistre potenze si è accodato, più o meno a malincuore e più o meno renitente, il pavido patriottismo francese che da Versailles in avanti non ha ancora trovato una base che abbastanza lo soddisfi per fondarvi la sua « sicurezza ».

Così le sanzioni sono entrate in funzione. La macchina ginevrina sotto la pressione inglese si è messa rumorosamente in movimento. Non è senza ironia il ricordare come tutto questo zelo per la difesa societaria dell'Abissinia sia manifestato proprio da Londra che solo pochi anni or sono fece esplicita opposizione all'ammissione, nella Società delle Nazioni, dell'Abissinia stessa giudicata indegna di sedere in un consesso di popoli civili! Ma non è certo nella storia d'Inghilterra che ci si può meravigliare di trovare simili stridenti contradizioni.

Non si fermano qui gli aspetti ironici della situazione presente. Che dire quando a condannare l'Italia si alza la Cina che proprio dalla Società delle Nazioni ha avuto quei buoni ed efficaci servizi che tutti sanno? O quando alle Sanzioni si associa la Bolivia la quale ha potuto per anni condurre una guerra feroce senza che la sullodata Società si degnasse a disturbarsi per nominare nemmeno una di quelle famose Commissioni? Come prendere sul serio il consesso ginevrino quando a giudicare l'operato di Roma intervengono solennemente Paesi di così antica e ben nota civiltà come, ad esempio, la repubblica di Haiti, o quella di Cuba, o governi notoriamente così rispettosi della buona convivenza internazionale, come quello Sovietico?

Di tutta questa balorda congerie, il popolo italiano ha fatto giustizia con una scrollata di spalle. Ma in mezzo al tragico e buffonesco confusionismo ginevrino il popolo italiano ha anche rilevato alcune note particolarmente caratteristiche e, vorremmo dire, particolarmente dolorose. Che le piccole nazioni possano, fino ad un certo punto, avere visto nelle misure contro l'Italia una specie di assicurazione protettiva nel caso di propri futuri bisogni e si siano così disciplinatamente accodate alla marcia della gran cassa inglese, si può fino ad un certo punto comprendere; non testifica a favore della loro evoluzione morale e politica nè del loro senso di dignità nazionale, ma si può comprendere. Ma gli Italiani non potranno dimenticare mai la partecipazione attiva ed efficace presa al sanzionismo ginevrino da certi Paesi che, come la Polonia e la Cecoslovacchia, non avrebbero oggi, senza l'Italia, nemmeno la loro entità nazionale costituita, o che come il Belgio sono all'Italia debitori, più che di tanto sangue e di tanto sacrificio, di così sincero e spontaneo amore. È vero che anche in questi Paesi parte della opinione pubblica si è levata a protestare contro l'opera antitaliana dei rispettivi governi, ma tale contributo verbale è ben piccola cosa confrontato coll'entusiasmo dei volontari delle Argonne o al sacrificio dei morti di Bligny!

Potremo, come è stato autorevolmente detto, riconciliarci; dimenticare, mai. E forse è questo uno dei non pochi vantaggi dell'episodio sanzionista. Troppo ha influito nel passato, sulla nostra storia, il fattore emotivo, l'entusiasmo idealistico, l'attaccamento a tradizioni di passate solidarietà. Le sanzioni col loro brutale realismo, provocando a Ginevra lo schieramento di tutti i nemici e di tutti gli amici, con tutte le acredini e tutte le sfumature, ci hanno disincantati sia pur bruscamente ma salutarmente. Oggi noi possiamo guardare all'avvenire con un senso di assoluta libertà di orientamenti, di completa padronanza di noi, che prima non avevamo. Hanno creduto di umiliarci, e noi ci sentiamo come sollevati da un peso. Coloro ai quali credevamo di essere, in un certo senso, legati per unità di intenti, per ricordi cocenti, per solidarietà di sentimenti, hanno rinnegato apertamente tutti questi argomenti, hanno tagliato i ponti con noi. Ed ecco noi sappiamo che domani, davanti ad una eventualità qualsiasi, noi potremo decidere in base ai nostri soli interessi, adoperare la nostra forza (che non può essere, essa, dimenticata o misconosciuta) soltanto a vantaggio del nostro Paese, del nostro sviluppo, della nostra civiltà. E questa libertà ci potrà essere preziosa e renderci, forse, ancora una volta, arbitri dei destini del mondo!

Non vogliamo dire con ciò che l'Italia abbia ad abbandonarsi, nemmeno in politica estera, ad un materialismo positivista che ha così efficacemente cambattuto nella sua politica interna. No, l'Italia non rinnegherà mai la propria fede efficace nei grandi principi idealistici che reggono la storia; ma poichè l'italica e latina civiltà per propria natura a tali motivi fondamentali si conforma, l'Italia difendendo e dilatando la sua civiltà nel cospetto del mondo sa, e meglio ricorderà nel futuro, di difendere e dilatare proprio la realizzazione di quei grandi motivi idealistici.

E a chi ben guardi, appunto questa apparirà, in fondo, la ragione per la quale l'Italia ha contro di sè oggi la coalizione del mondo; essa sola, contro tutti; essa, apportatrice di libertà e di progresso, contro lo schiavismo e la barbarie abissina; essa, simbolo di fierezza nazionale, contro tutti i pavidi e tutti i clienti; sostenitrice del disciplinato convivere civile, contro tutte le forze del sovversismo e della rivoluzione; franca assertrice delle più alte idealità religiose e sociali, contro gli intrighi delle sette, e contro ogni deperimento famigliare e morale; proclamatrice dei diritti dei popoli giovani, sani, laboriosi, contro l'egoismo imperialistico dei popoli ricchi e possidenti. Mai come in questo momento in cui la si è voluta umiliare, l'Italia è stata nobile e grande; a simbolo altissimo nella storia dei tempi moderni l'hanno fatta assurgere le sanzioni; e la storia, che ha più memoria dei piccoli uomini, ricorderà.

*

Accennavamo nelle Note precedenti che le sanzioni avrebbero procurato parecchie sorprese ai loro sostenitori.

La prima e probabilmente la più dura e la più grande sorpresa, è stata indubbiamente data dalla meravigliosa compattezza del popolo italiano. Ci si era, specialmente in certi Paesi più lontani dal nostro per positura geografica e per natura di animo o in certi ambienti accecati dalla passione di parte, molto illusi a questo proposito.

Si era cominciato, e fatto chiaramente capire, col contare su un distacco fra popolo e governo; non erano bastati tredici anni di vita fascista per convincere della perfetta corrispondenza esistente fra il popolo italiano e il suo regime, che ad esso è caro proprio perchè è espresso dal suo seno, e rappresentativo, come non mai, del suo sentire e del suo volere. Non si voleva, non si poteva credere; questo popolo italiano che lascia le competizioni di parte per fondersi come un animo solo in un superiore ideale nazionale, era una cosa troppo nuova, troppo discordante colle abitudini delle genti e dei tempi d'oggi, era, sopratutto, una cosa troppo scomoda. E si tentò lo scalzamento; e non riuscì, perchè ciò che si era creduto ammasso informe, era un blocco solo!

Poi si provò il colpo di forza; e la flotta più potente del mondo, quella creata per mettere paura agli imperi e dominare i mari di tutti i continenti, fu, con atto inaudito, concentrata nel Mediterraneo; come avrebbe potuto l'Italia non sentirsi cadere le braccia davanti alla minaccia immane? Dalle tolde delle navi, dalle nebbiose sponde del Tamigi si scrutavano sui volti d'Italia i segni dello sgomento; e non c'erano! Il mondo stupiva, tacendo. Eravamo sull'orlo della più tremenda guerra che si potesse immaginare, e il popolo italiano trovava di colpo l'animo e la calma delle grandi ore. Chi ha vissuto quei giorni tremendamente belli ricorderà sempre con fervido orgoglio. Non un tumulto nelle nostre piazze, non un momento di panico, non un episodio di sconforto. Non cieca incoscienza, chè il popolo nostro è troppo intelligente per non comprendere la gravità dell'ora; le fronti erano aggrottate, ma i cuori erano sereni e le menti decise. La preparazione militare era al colmo ma la vita civile non aveva turbamento nè sosta; proprio in quei giorni fierissimi si svolgeva con perfetta regolarità la nostra XL Riunione Annuale che resterà memoranda!

Gli alleati di ieri e nemici di oggi, che si erano ostinati a non capire il Piave dopo Caporetto, non capivano nemmeno questa volta. E le grandi navi restarono come attonite e impacciate a sballonzolare pel mare nostro, che aveva visto ben altre tempeste, e finirono col trovarsi spaesate e quasi vergognose di sè; si dovettero inventare ragioni fantastiche per giustificare la loro presenza, e oggi si parla di farle tornare un po' alla volta a domicilio.

E allora, fuori le sanzioni! A tutto, un popolo esaltato può resistere, pensavano molti mercanti in Europa, ma non alla borsa e al ventre! Fuori le sanzioni contro questi cocciuti italiani che non vogliono obbedire all'Inghilterra; fermate il commercio italiano, perchè il Negus possa continuare in santa pace il suo commercio di schiavi; niente materie prime all'Italia, ma forniture di palle dum-dum agli abissini; e se l'Italia vuole il necessario per vivere, paghi col suo oro, che fa sempre comodo agli altri; fin che ne ha, e poi pieghi i ginocchi e chieda perdono!

E il popolo italiano risponde inalberando tutte le sue bandiere e cantando tutto il suo entusiasmo! Non un minuto di incertezza, non un minuto di dubbio. L'offesa sanguinosa e volgare, non mai conosciuta nella storia delle nazioni, è risentita da tutto il popolo come una offesa personale. Se mai i nemici nostri volevano avere la conferma di che cosa sia oggi il popolo italiano, essi l'hanno ben avuta.

La fermezza colla quale l'applicazione delle sanzioni è stata accolta, ha riscontro soltanto nei tempi eroici dell'antica Roma. Chi vive in questi giorni ha quasi la sensazione di rileggere romantiche istorie di vecchi tempi, abbellite dalla fantasia del narratore. Si raccomanda di economizzare la carne, e i consumi discendono più del necessario. Si raccomanda di economizzare la benzina, e si deve ammonire di non esagerare anche su questa strada. Si diffonde l'idea che la scarsità d'oro può essere un pericolo per la resistenza della nazione, ed ecco spontaneamente da ogni dove affluire le offerte d'oro, che presto si contano a quin-

tali e a tonnellate. Tutti i ceti dei cittadini concorrono, con una solidarietà così piena e completa che la storia del mondo non ne conosce altro esempio. E la manifestazione raggiunge il suo culmine nella offerta degli anelli nuziali da parte di tutte le donne d'Italia, dalla più umile alla Sovrana che ritrova, nell'occasione, parole che traducono, nella femminile fierezza, tutta la nobiltà della Stirpe.

Scrivendo queste righe temiamo, in qualche momento, di lasciarci prendere la mano da una vieta retorica. E ci fermiamo allora a ricercare se, proprio, non trovassimo nella storia del mondo altri esempi che con questo si possano commisurare. Ma la fredda ragione e l'attenta ricerca ci dicono che no, veramente, simile spettacolo di così completa dedizione di tutto un popolo, la storia non conosce!

Oggi lo conoscono, stupefatti, i nostri avversari!

*

Un'altra sorpresa, e questa veramente assai meno comprensibile, è stata pei sanzionisti la energica ritorsione prontamente decisa dal nostro governo con la più calda approvazione di tutto il Paese.

Alla interdizione opposta dai societari all'acquisto di merci italiane, l'Italia ha risposto immediatamente coll'interdizione dell'acquisto di merci provenienti da Paesi sanzionisti. La misura di ritorsione è stata applicata col più severo rigore e colla più completa realizzazione. Dal 18 novembre le correnti commerciali provenienti dai Paesi rigidamente sanzionisti sono state nettamente troncate.

E questo è stato un duro colpo. Molti si erano illusi che l'Italia sopportasse in pace le sanzioni economiche adattandosi ad esse con rassegnazione; e, magari, avevano nutrito la segreta speranza che le esportazioni in Italia potessero continuare per la via obbliqua del contrabando tollerato, giusto con quel tanto di maggiorazione nei prezzi che conveniva ai maggiori rischi!

Niente di tutto questo. Al rifiuto delle merci straniere provenienti da Paesi sanzionisti si oppose non solo la energica opera del governo, ma la ribellione spontanea di tutto il popolo. Comprare soltanto da chi compera era già una direttiva che andava affermandosi nella nostra politica commerciale; oggi essa è divenuta, più che una norma imperiosa, una affermazione cosciente della volontà popolare.

D'altra parte essa era imposta dalla necessità stessa delle cose. L'Italia che non prende in ischerzo le sanzioni, che si prepara ad affrontarle tanto a lungo quanto sarà necessario, vuole e deve premunirsi contro quello che è il pericolo vero e maggiore: l'esaurimento delle riserve auree. Lo stesso slancio col quale il popolo si è prodigato nelle offerte del prezioso metallo impongono il dovere di economizzarlo e di spenderlo colla maggiore oculatezza.

Ne deriva le necessità di intensificare gli scambi coi Paesi non sanzionisti cercando di compensare gli indispensabili acquisti con altrettante esportazioni o per lo meno di concentrare gli acquisti stessi in quei Paesi che siano disposti a farci favorevoli condizioni di pagamento. La comprensione che a questo riguardo l'Italia ha trovato in alcuni Paesi d'Europa (specialmente fra gli ex-nemici) e in alcune grandi Nazioni latine dell'America ha grandemente facilitato il nostro compito. Sono così nuovi vincoli che si stringono, nuovi orientamenti commerciali che si affermano, e che, non vi è da dubitarne, permarranno come permarrà nel nostro popolo il ricordo delle sanzioni.

Gli effetti di questa politica di difesa attiva, non hanno mancato a farsi presto sentire presso parecchie nazioni sanzioniste, che hanno subito dure ripercussioni nella loro economia nazionale. Non a torto si è parlato di sanzionisti sanzionati; l'Italia mette i danni delle sanzioni nel conto della grande impresa alla quale si è accinta e della difesa della propria pdignità e della propria espansione; i sacrifici prendono significato e colore e sono largamente ricompensati. Ma per le nazioni sanzioniste i danni sono in pura perdita, rappresentano sacrifici fatti ad una ideologia nebulosa, per servire inconfessati interessi altrui, o sono tutt'al più sfogo di un malcelato livore. Queste ragioni non reggono al contrasto della realtà economica; tanto più, quando i danni si prevedono crescenti nel tempo e perpetrantisi nel futuro.

La stessa Inghilterra ha accusato nettamente la botta, specialmente per quanto riguarda le esportazioni di carbone in Italia che si sono fermate di colpo contrariamente, a quanto, probabilmente, si sperava. Le esportazioni inglesi in Italia nel 1934 sono ammontate a 9.321.000 sterline mentre le importazioni dall'Italia in Inghilterra si sono limitate a 438.000 sterline. La chiusura del mercato italiano significa per l'industria inglese del carbone una perdita di 4 milioni di sterline all'anno, ben difficilmente collocabili altrove; per i macchinari, una perdita di 623.000 sterline in 9 mesi e di 385.000 sterline per l'industria della lana, pure in 9 mesi. Si tratta di perdite tutt'altro che trascurabili anche per l'industria inglese e specialmente per quella del carbone che non attraversa certo momenti felici. Le ripercussioni si sono infatti sentite subito.

E questo senza contare le perdite che subiranno i domini inglesi coinvolti nella folle politica sanzionista della madre patria. Le lamentele in India si sono subito manifestate con energiche proteste da parte dei commercianti indigeni i quali temono di perdere un buon cliente che comperava per oltre 6 milioni di rupie all'anno mentre le esportazioni italiane in India non arrivavano alla metà di tale valore. Anche più energiche sono state le proteste suscitate nel Sud-Africa dove forti correnti nella pubblica opinione si sono levate ad affermare l'autonomia dell'Unione Sud-Africana e a chiedere nientemeno che il distacco da Londra! Perfino le Trade Union australiane nel loro Congresso si sono dichiarate a grande maggioranza contrarie alle sanzioni. Il comportamento del Canadà ha assunto in qualche momento aspetti quasi drammatici, arrivando alla aperta sconfessione del delegato a Ginevra sospetto di prestarsi alle mene inglesi per l'estensione delle sanzioni anche al petrolio e ad altre materie prime.

Tutto questo movimento di malcontento ed autonomia nelle direttive, unito agli aperti e sanguinosi moti rivoluzionari in Egitto hanno certamente dato molto da riflettere al governo di Londra e non sono estranei alla evoluzione che si è manifestata nel suo atteggiamento.

Un altro aspetto non meno caratteristico, nel campo economico, della tensione italo-inglese è quello della fuga dei capitali dal mercato londinese. Tutto il lavorio di risollevamento del mercato finanziario inglese dopo il clamoroso episodio della caduta della sterlina nel settembre 1931, è stato compromesso dalle imponenti correnti di esportazione di oro che si sono andate manifestando e sempre più incrementando dopo le complicazioni suscitate intorno all'episodio italo-etiopico. Mentre nel novembre 1935 lo stock aureo degli Stati Uniti raggiungeva i 10 miliardi di dollari ed enormi quantità di argento, la Banca d'Inghilterra non può presentare che 197 milioni di sterline oro e l'Equalization Fund vede esaurirsi le sue riserve.

Ed anche questa conseguenza dell'atteggiamento anti-italiano non può non essere stata una ben dura sorpresa per Londra la quale vede sempre più diminuire la propria autorità di centro finanziario mondiale e per di più vede fallire tutte le sue manovre contro il blocco aureo e specialmente contro il franco il quale resiste magnificamente a tutte le insidie della City, appoggiato alla poderosa riserva di 70 miliardi di franchi d'oro!

Ma se le ripercussioni del confusionismo ginevrino sono state particolarmente gravi per chi ha assunto la maggiore responsabilità di esso, non per questo sono state trascurabili per gli altri Paesi sanzionisti.

Altamente significativo è stato a questo riguardo il voto di protesta contro le sanzioni emesso dal Comitato Internazionale degli Scambi, che raccoglie come è noto, i principali Paesi produttori dell'Europa e del resto del mondo; il voto di energica riprovazione, assume uno specialissimo significato per l'autorità e la competenza dell'Ente che lo ha emesso.

Nella Spagna le proteste sono pure state vivissime, appoggiate sia alla affinità spirituale dei due popoli latini, sia al fatto che che scambi italo-iberici erano favorevoli alla Spagna per oltre 6 milioni di pesetas oro, e per alcune regioni spagnole, specialmente nelle zone pescherecce, le esportazioni in Italia rappresentavano fonte essenziale di ricchezza.

La Polonia perde oltre il 4 % delle sue esportazioni ed è gravemente preoccupata di perdere il mercato italiano anche per l'avvenire, specialmente per l'industria carbonifera, che attraversa già una grande crisi.

Gravi preoccupazioni si manifestano in Grecia dove già si nota una forte recrudescenza nella disoccupazione che arriva quasi al 25 % dei lavoratori ellenici e che sarà ulteriormente aggravata dalla cessazione delle importanti correnti commerciali coll'Italia.

Vivaci opposizioni alle sazioni si sono manifestate in Turchia, in Danimarca, in Norvegia, ecc.

In Rumenia le cose hanno assunto un aspetto anche più grave e la opposizione si è manifestata aperta e decisa specialmente nella potentissima industria petroliera che ha nell'Italia il suo migliore cliente e che non vuole sentire parlare in nessuna maniera di « embargo ».

Tragica addirittura è divenuta la situazione di certe regioni della Jugoslavia che trovavano nel commercio coll'Italia il loro elemento fondamentale di vita. Le industrie forestali della Slovenia sono letteralmente rovinate. Le esportazioni iugoslave in Italia hanno rappresentato nel 1934 un quantitativo di 1.100.000 tonnellate di merci per un valore di circa 800 milioni di dinari che rappresentano il 20 % dell'intera esportazione iugoslava. E al danno diretto si aggiunge il dispetto di vedere Paesi limitrofi non sanzionisti, come l'Austria e l'Ungheria, fornire liberamente all'Italia quei prodotti che erano prima forniti dall'industria iugoslava!

In Cecoslovacchia, la politica sanzionista ha giocato un tiro birbone al suo troppo zelante sostenitore, il Ministro Benes, il quale, proprio per l'opposizione suscitata da tale sua politica, ha minacciato di perdere la successione alla Presidenza della repubblica, dopo il ritiro di Masaryk.

Potremmo continuare a lungo questa rassegna poco allegra. Ma quanto abbiamo detto, unito al comportamento filo-italiano di di tutta l'America meridionale, alla neutralità degli Stati Uniti, all'agnosticismo antiginevrino della Germania, alla leale e fiera condotta dell'Austria e dell'Ungheria, basta ad intendere come

la trovata ginevrina non abbia troppe rosee prospettive di successo e come la barca sanzionista navighi in acque molto infide e tra scogli assai pericolosi!

*

Nessuna soddisfazione dunque, anzi molto malcontento, nella maggior parte dei Paesi sanzionisti, e assai scarse soddisfazioni miste a molte preoccupazioni anche per l'autore della trovata: il societarissimo governo inglese. Forse l'unica ad essere soddisfatta di tutto questo trambusto, di questo malessere generale, di questa crescente tensione internazionale, è la fosca politica sovietica la cui unica speranza di successo consiste appunto nel progressivo sgretolamento della solidarietà europea.

Ma non è motivo nemmeno questo che possa consolare il governo inglese il quale non può non sentire fremere sotto di sè la minaccia comunista già nel passato apertamente manifestatasi, e non può certo molto contare sulla parola del governo russo di astenersi dalla propaganda attiva, anche se in questo momento si stia intrecciando una specie di idillio societario-finanziario fra la City e Mosca! I recentissimi moti rivoluzionari brasiliani a fondo nettamente sovietico stanno a confermare ancora una volta, se ve ne fosse bisogno, quanto subdola e pericolosa sia la malafede sovietica. È di questi giorni il grido di allarme del Governatore dell'India!

Ma ben altri avvenimenti che non le chiacchiere ginevrine o le proteste del negus, passano sul teatro della storia. E l'attenzione dei popoli, già turbata dall'« esperimento » sanzionista, si accorge che è stato ben singolare abbaglio quello che le ha fatto credere per un momento che il conflitto italo-etiopico fosse al centro del mondo.

La Germania non era nè scomparsa nè addormentata come pareva che molta gente credesse. L'accordo navale anglo-tedesco ha servito molto bene a Berlino per poter ricostruire al più presto la flotta, ma a Londra si è dovuto amaramente confessare che ulteriori trattative per limitare gli armamenti tedeschi non hanno incontrato alcuna probabilità di successo! E la Germania forte, riarmatissima, piena di energie espansionistiche, fa sapere apertamente che « non può fare a meno delle colonie »! C'è vento di tempesta sul Mare del Nord? Come ci si troverà la Home Fleet abituata agli ozii di Capua sotto il bel sole mediterraneo?

E che cosa fa in estremo oriente il Giappone? Eccolo alzarsi e proibire la manovra monetaria cinese organizzata dalla City; e come non bastasse, eccolo ingoiarsi una nuova fetta di Cina con molti melliflui eufemismi diplomatici. La Cina, aveva sì, voglia di rivolgersi a Ginevra, ma la Lega aveva troppo da fare pel negus, che, del resto, è più sottomano e non stà così lontano come il Giappone: e così la Cina fu pregata di non scomodarsi. Ci sarà ancora nei mari d'oriente qualche incrociatore inglese per salutare le trionfanti flotte del sole levante? Ce ne sarà qualcuno almeno nel porto di Singapore dove l'influenza inglese sembra ormai ricacciata dalla invadente espansione giapponese?

Si direbbe che le sanzioni, anzichè ammonire i popoli esuberanti ed arditi, ne abbiano eccitate le velleità espansioniste. La storia ha di questi momenti in cui essa assume una forma di giustiziera delle ipocrisie e dei delitti contro i diritti di natura!

In queste prospettive, si inizia la conferenza navale. E qui nuove nubi si addensano. Il Giappone chiede apertamente la completa parità navale, il che significherebbe, date le vicinanze degli obiettivi e delle basi in confronto alle enormi distanze degli altri Paesi interessati, il predominio assoluto e incontestabile del Giappone nei mari orientali. Gli Stati Uniti già si stanno ritirando dalle Filippine, ma oltre le Filippine ci stà l'Australia!

C'è da meravigliarsi se Londra comincia a capire che il Mediterraneo è troppo piccolo per la Home Fleet? E poi è anche scomodo, con tutti quei sottomarini che hanno preso l'abitudine di andare in giro, non si sa mai cosa possa succedere! E con quegli egiziani esaltati, e colla Francia che, tira, tira, di far sul serio non ne vuol sapere; e adesso anche la Spagna si mette a fortificare le Baleari e a progettare sottomarini! Che bella cosa le sacre tradizioni e i nostri cari amici italiani, che siamo sempre andati così d'accordo, e non crearsi delle noie per strada quando c'è bisogno di avere le vie libere per arrivare così lontano! Proprio, l'Inghilterra e l'Italia sono fatte per andare d'accordo; l'Italia forte, con un bel governo fascista sul quale si possa contare nei momenti bruschi, con la sua flotta che pare messa lì apposta per mantenere sgombre le vie del Mediterraneo, che non ci vengano degli estranei importuni come è successo altre volte! Cosa è venuto in mente al negus di far nascere questo putiferio? La smetta una buona volta, e vediamo di accontentare i nostri cari amici italiani che hanno tanto bisogno di terre, di espansione, di navigare liberamente nel Mediterraneo e anche nel Mar Rosso; liberamente, loro come tutti, senza dover guardare ogni momento di non colare a fondo un sottomarino! Mettiamoci a discorrere, finiamola fuori!

Queste erano ad un certo punto le giustificate direttive del governo inglese. Ma contro il tentativo, sia pur timido ed incipiente, di trattative di conciliazione sono insorti furiosi il cieco societarismo, l'isterismo demo-massonico, l'antifascismo comunista. E il tentativo è stato silurato!

Ma c'è da scommettere che fra non molto tornerà a galla!

*

L'ambiente borsistico risente naturalmente le ripercussioni della situazione internazionale e sebbene non si abbia mai avuto alcuna traccia di panico, il mercato è stato piuttosto svogliato e pesante.

Nelle ultime settimane tuttavia si è andata delineando una migliore disposizione che ha fatto aumentare il volume degli affari ed ha sollevato le quotazioni.

L'evoluzione della situazione internazionale verso migliori e più razionali indirizzi non mancherà di avere favorevoli ripercussioni sull'andamento dei mercati borsistici.

Continua metodicamente su larga scala la sottoscrizione al nuovo prestito 5 %.

Renato San Nicolò.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di novembre.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	200	241,75	231,50	230,75
Lombarda	400	375,—	353,—	354,—
Bresciana	200	242,—	239,—	244,—
Gen. Elettrica Cisalpina priv.	125	120,50	122,—	120,—
» » » ord.	125	74,25	69,50	67,—
Unione Esercizi Elettrici	10	9,80	9,75	9,40
Elettricità Alta Italia	100	94,—	90,—	90,—
Adriatica	100	154,—	151,—	149,25
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	200	240,—	231,50	230,50
Officine Elettriche Genovesi	100	165,—	167,—	168,—
Generale Elettrica della Sicilia	100	71,25	68,—	66,50
Soc. Elettrica Piacentina	150	165,50	165,—	166,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	360,—	350,—	344,—
Forze Idrauliche Crespi	375	325,—	318,—	319,—
Elettriche Valdarno	100	147,—	144,—	140,—
Tirso	250	104,50	89,—	89,50
Terni	200	200,50	193,—	194,—
Meridionali d'Elettricità	250	222,50	220,—	213,—
Idroelettriche Piemontesi	50	47,12	46,—	45,25
Dinamo	200	252,50	242,—	244,—
Soc. Romana d'Elettricità	300	339,—	338,50	340,—

*

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di novembre.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:						
Cardiff primario	L.	—,—	a	L.	—,—	alla tonn.
Americano	»	—,—	»	»	—,—	»
Slesia	»	—,—	»	»	—,—	»
Sarre	»	—,—	»	»	—,—	»
Antraciti:						
Inglese primaria (in pezzatura)	»	—,—	»	»	—,—	»
Tedesca (in pezzatura)	»	—,—	»	»	—,—	»
Coke:						
Coke da gas nazionale	»	—,—	»	»	—,—	»
» » » inglese	»	—,—	»	»	—,—	»
» metallurgico nazionale	»	208,—	»	»	210,—	»
Petrolio	»	409,90	»	»	413,10	al Q.le
Nafta:						
Per Diesel	»	1296,60	»	»	1372,—	alla tonn.
Per caldaie	»	240,20	»	»	260,20	»
Benzina in fusti	»	496,70	»	»	540,70	al Q.le

METALLI

Ghisa:						
Engliton N. 1	L.	—,—	a	L.	—,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	»	—,—	»	»	—,—	»
Ematite	»	—,—	»	»	—,—	»
Lussemburgo-Lorena	»	—,—	»	»	—,—	»
Ferro:						
Laminato omogeneo	»	85,50	»	»	—,—	al Q.le
Poutrelles	»	83,50	»	»	—,—	»
Lamiere da 4 mm. in più	»	98,50	»	»	—,—	»
Acciaio:						
Rapido per utensili	»	250,—	»	»	3200,—	»
Martin Resist. 50-70	»	90,—	»	»	135,—	»
Tubi bollitori	»	285,—	»	»	—,—	»
Rame elettrolitico	»	410,—	»	»	450,—	»
» in fogli comuni	»	800,—	»	»	900,—	»
» in barre tonde e quadre	»	825,—	»	»	850,—	»
Stagno in pani	»	2400,—	»	»	2500,—	»
Zinco in pani la fusione	»	270,—	»	»	300,—	»
Piombo in pani la fusione	»	250,—	»	»	280,—	»
Antimonio	»	780,—	»	»	850,—	»
Ottone in barre	»	700,—	»	»	750,—	»
Alluminio in pani	»	950,—	»	»	1000,—	»

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Corso di Perfezionamento per Ingegneri elettricisti. — Presso il *R. Istituto Superiore di Ingegneria di Milano* sono aperte le iscrizioni al consueto Corso di Perfezionamento per Ingegneri elettricisti, il quale è diviso in due Sezioni: *Industriale*, diretta dal Prof. A. Barbagelata e *Radiotecnica* diretta dal Prof. F. Lori. Oltre agli allievi normali per i quali il corso durerà dal 10 gennaio al 30 giugno 1936-XIV, saranno anche quest'anno ammessi per concorso *sei allievi interni* (quattro per la sezione industriale, due per la sezione radiotecnica) i quali dovranno impegnarsi a frequentare i laboratori dal 10 gennaio sino a tutto il dicembre 1936-XV — con l'interruzione dei mesi di agosto e settembre e riceveranno, ciascuno, un assegno di *lire seimila* in dodici mensilità posticipate —. Tali allievi interni, oltre a seguire nei primi mesi le lezioni del Corso, parteciperanno all'attività normale dei rispettivi laboratori e dovranno sviluppare un lavoro di ricerca teorico-sperimentale.

Verranno anche ammessi *allievi uditori* alle lezioni che si terranno nelle ultime ore del pomeriggio.

Per maggiori informazioni rivolgersi alla Segreteria del R. Politecnico.

* *

Borse di studio per allievi ricercatori elettrotecnici. — Il Comitato per l'Ingegneria (Reparto Elettrotecnico) del C.N.R. mette a concorso tre borse di studio per allievi ricercatori, che intendano avviarsi al *lavoro sperimentale nel campo dell'elettrotecnica* in un laboratorio universitario italiano.

Le proposte di assegnazione delle borse, in carta libera, debbono essere formulate ciascuna da un Direttore di laboratorio universitario od equiparato (di elettrotecnica o di scienze affini) ed inviate alla Segreteria del Comitato per l'Ingegneria del C.N.R. (Roma, corso Vittorio Emanuele 251) entro il 15 gennaio 1936-XIV).

Nella proposta il Direttore di laboratorio indica il nome dell'allievo ricercatore, a cui la borsa dovrebbe concedersi, i suoi titoli di studio, la data da cui l'assegnazione dovrebbe decorrere e l'indirizzo di massima del lavoro da intraprendere.

La concessione della borsa comporta la liquidazione di L. 500 lorde mensili, da effettuarsi a favore dell'assegnatario fino ad un massimo complessivo di lire 5.000 (durata della borsa 10 mesi), oltre ad un premio di L. 1.000 da concedersi al termine del periodo di 10 mesi, se impiegato dall'assegnatario in modo ben rispondente ai fini della borsa.

La liquidazione avviene per bimestri posticipati in seguito a dichiarazione favorevole del Direttore di laboratorio proponente. Essa è subordinata altresì alla dichiarazione, da parte dell'assegnatario, di non percepire per nessun titolo altri compensi e di dedicare la propria attività professionale esclusivamente al lavoro di ricerca.

La liquidazione dell'assegno cessa (anche prima del termine di 10 mesi), se per qualunque motivo cessano di essere soddisfatte le condizioni predette, o se l'assegnatario vi rinuncia, o se il Direttore ne fa proposta per insufficenza di attitudini o di buona volontà, dimostrata dall'allievo.

Sull'assegnazione delle borse deciderà entro il gennaio 1936-XIV, il Comitato per l'Ingegneria del C.N.R.

* *

Borse di specializzazione. — Nel prossimo gennaio avrà inizio, presso il R. Istituto Superiore Agrario di Pisa, il corso annuale della scuola di specializzazione in bonifica al quale potranno partecipare, mediante esame di ammissione, i laureati in Scienze Agrarie. Sono a disposizione degli ammessi al corso *dieci* borse di studio delle quali otto di L. 1.800 nette e due di L. 2.000 lorde. Le iscrizioni avranno termine col 31 dicembre.

* *

Una rivista tecnica sulle Materie Plastiche. — Sotto questo titolo si pubblica da qualche tempo in elegante veste tipografica una rivista bimestrale in fascicoli del formato di cm 23×30, ricchi di illustrazioni.

Come dice il titolo, il periodico è dedicato alla tecnica e alla industria delle materie plastiche che hanno assunto rapidamente, anche in Italia, grande importanza, anche perchè, prodotte con materie prime nazionali, possono in molti casi sostituire materiali di importazione.

Ogni numero contiene articoli tecnici originali sulla fabbricazione o sulle applicazioni di detti materiali e larghe rubriche di informazione su quanto viene fatto in proposito in Italia o all'estero nonchè le recensioni dai principali articoli e dei libri interessanti le materie plastiche, che appaiono nella letteratura tecnica internazionale.

SUNTI E SOMMARI (*)

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

Un nuovo relais diretto a ritardo indipendente. (Revue B. B., N. 1-2, gennaio-febbraio 1935, pag. 26-28, con 1 fig.). **3 e**

Il nuovo relais primario ha come organi principali un elettromagnete con bobina di corrente, un dispositivo ritardatore ed un meccanismo di sgancio. Nel circuito magnetico è posto un piccolo motore sincrono, il quale è bloccato quando il relais è in posizione di riposo. Lo sblocco del motorino avviene appena la corrente sorpassa l'intensità di funzionamento prefissata: il dispositivo ritardatore entra in funzione e libera il dispositivo di sgancio dopo un intervallo di tempo predeterminato. Su quest'ultimo dispositivo agisce l'armatura dell'elettromagnete, la quale provoca lo scatto dell'interrutore. Il relais può essere regolato per scatto istantaneo oppure per scatto a tempo ritardato fra 0,3 e 6 sec; nel secondo caso è pure possibile lo scatto istantaneo quando la corrente sorpassa una intensità limite regolata fra tre e sei volte la corrente nominale. Il dispositivo ritardatore è montato entro una carcassa a tenuta stagna, la cui parte anteriore comporta una piastra sulla quale sono riportate le due scale graduate per la regolazione del ritardo e dell'intensità di funzionamento. Lo spostamento degli indici lungo le due scale può essere fatto con manovra a fioretto. I nuovi relais ad inserzione diretta vengono costruiti per corrente nominale da 4 a 1200 A ed hanno una bobina che può sopportare un sovraccarico pari a 250 volte l'intensità nominale. Essi ammettono correnti di corto circuito eguali a 1000 volte l'intensità nominale. *V. D. Ma.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

G. FRANCHE — **L'evoluzione della saldatura e la stampa tecnica.** (La Tech. Mod., 15 luglio 1935, pag. 501-503). **5 c**

Vengono passate in rassegna alcune importanti applicazioni della saldatura. Le 2 tubazioni dall'Irak al Mediterraneo, atte a trasportare 11 000 tonn al giorno di petrolio grezzo: una arriva in Siria, l'altra in Palestina per una lunghezza complessiva di 1900 km, un peso di 123 000 tonn; comprendono 177 000 giunti saldati: il diametro dei tubi è di 250 a 300 mm. Nuovi perfezionamenti e ricerche effettuate in Ungheria per la saldatura delle rotaie; apparecchi di aviazione interamente saldati, con ossatura in tubi in acciaio al cromo-molibdeno, dello spessore di 9/10 mm; piccoli pezzi a base di zinco formanti una numerosa gamma di minuterie fabbricati con unione di parti, anche molto sottili, mediante saldatura. Un nuovo metallo d'apporto sarebbe stato trovato, atto a rendere più efficienti le saldature: esso avrebbe un peso specifico di 15,75 doppio di quello dell'acciaio, ciò che assicurerebbe la sua penetrazione, per peso proprio, alla profondità voluta fra i pezzi da unire. *E. R.*

Forno elettrico rotativo per vasellame con rilievi decorativi. (Engin., 14 dicembre 1934, pag. 645-646, con 4 fig.). **5 b**

L'articolo premette un richiamo delle diverse fasi della decoratura del vasellame, che viene effettuata prima e dopo della verniciatura, ed i vantaggi che presenta la cottura elettrica del vasellame stesso. A tale scopo viene descritto un forno costituito da una camera a forma circolare, in mattoni refrattari con rivestimento interno speciale, sostenente le resistenze di riscaldamento ed all'interno del quale può girare, a velocità variabile, un anello in acciaio speciale, sostenente i differenti pezzi da trattare. Le temperature sono regolate con scarti di 5 °C e gli elementi riscaldanti, costituiti da una lega di nichel-cromo, sono automaticamente messi in collegamento, o portati fuori circuito, per raggiungere l'equilibrio termico previsto. Per disperdere i vapori nocivi, sviluppati durante la cottura, è previsto inoltre uno speciale tipo di ventilatore. Il forno permette di trattare settimanalmente, dozzine di pezzi di dimensioni medie, ed il consumo di energia è di 2,1 kWh per dozzina di pezzi, con una potenza impegnata totale del forno di 55 kW. *E. R.*

M. MATHIEU — **Alcuni problemi teorici relativi alla saldatura per resistenza.** (Bull. Soc. Franc., settembre 1935, pag. 940-954 con 2 fig.). **5 c**

I problemi che si pongono al riguardo della saldatura per resistenza sono specialmente: il calcolo dell'energia consumata o della potenza media necessaria per compiere una certa operazione, e la ricerca delle relazioni fra i diversi regimi di lavoro realizzabili con una stessa macchina. Problemi più particolari sono quelli relativi alle variazioni del fattore di potenza delle macchine, l'influenza del-

(*) Per i titoli delle Riviste recensite, vedi l'elenco pubblicato a pag. 24 del fascicolo del 10 gennaio 1935.

l'effetto pellicolare, e la natura della caduta di tensione nel contatto fra i pezzi prima della saldatura. Procedendo da un punto di vista teorico l'A. osserva che l'energia elettrica richiesta per una saldatura si può suddividere nelle seguenti voci: energia necessaria per portare le parti a contatto alla temperatura voluta; energia perduta per radiazione e conduzione termica; energia perduta nel secondario (bracci, elettrodi, mascelle), nel primario, nel circuito magnetico del trasformatore e nei pezzi vicini al secondario (correnti indotte, perdite per isteresi e correnti parassite nelle masse magnetiche soggette al campo secondario). L'A. indica il modo di apprezzare queste diverse voci e ne deriva una espressione per il calcolo della potenza media necessaria e del consumo di energia per eseguire una saldatura di sezione data e in un dato tempo. Le formule sono illustrate da esempi pratici. Viene anche indicato un diagramma per lo studio dei diversi regimi di saldatura che si possono ottenere con una macchina di caratteristiche note. È anche indicato come si possa calcolare il fattore di potenza di una macchina da saldatura. L'effetto pellicolare può farsi sentire anche a caldo nel caso di grosse sezioni e bisogna tenerne conto nel calcolo della potenza necessaria. *Ri.*

J. Languepin — Evoluzione della saldatura a resistenza in Francia. (Bull. Soc. Franc., settembre 1935, pag. 925-940, con 3 fig.). **5 d**

Il procedimento di saldatura a resistenza è in continuo, sebbene lento, progresso. Si è data molta attenzione in Francia allo studio della costruzione di opportuni interruttori automatici, che permettono di aumentare la rapidità delle operazioni di saldatura. I tipi che si sono più affermati sono quelli basati sull'impiego di contatori wattmetrici. Molti diffuse sono le saldatrici per punti corredate da motorini elettrici e che mediante lo spostamento automatico della saldatrice permettono di eseguire più di 240 punti al minuto. Il tipo più diffuso, salvo per le piccolissime potenze, è però quello a comando ad aria compressa; esso implica un complesso di organi per il controllo della pressione e un sistema di blocco che evita la chiusura del circuito di alimentazione del trasformatore prima che sia stata raggiunta una certa pressione prestabilita fra gli elettrodi e il pezzo da saldare. La pressione durante la saldatura può variare con leggi diverse secondo il tipo di macchine o, per una stessa macchina, a seconda della manovra di un commutatore. Per gli spessori un po' importanti la pressione è mantenuta automaticamente per un certo tempo e può essere poi regolata dopo l'interruzione della corrente. Le piccole saldatrici possono dare correntemente 150 punti al minuto. In Francia hanno avuto grande diffusione anche le cosiddette saldatrici a pinza le quali, permettendo di separare il trasformatore dagli organi di pressione meccanica, realizzano una facilità di manovra che compensa spesso il loro cattivo rendimento. L'impiego di grandi velocità di saldatura ha portato all'uso di pressioni più elevate e rigorosamente controllabili. Si arriva per saldatrici di grande potenza a pressioni dell'ordine di 3000 kg. Si hanno esempi di saldatrici con le braccie lunghe due m, con uno scartamento di m 0,90 usate specialmente per costruzioni ferroviarie. Meno fortuna ha avuto in Francia la saldatura continua. *Ri.*

H. Krammer — Fenomeni di corrosione negli scaldaacqua elettrici. (E. u. M., N. 9, 3 marzo 1935, pag. 105-107, con 4 fig.). **5 d**

Tali corrosioni furono dapprima attribuite all'acido carbonico contenuto nell'acqua, ma tale teoria si mostrò non soddisfacente. È oggidì ammesso generalmente che il fenomeno sia dovuto a correnti galvaniche che attraversano l'acqua, chiudendosi attraverso le pareti metalliche dell'apparecchio. Non è neppure necessario ammettere che le pareti dello scaldacqua non siano perfettamente omogenee: si è notato infatti che l'ossigeno contenuto nell'acqua liberandosi è sufficiente per dar luogo alla formazione di un elemento galvanico. Secondo U. R. Evans, la parete più sottoposta all'azione dell'ossigeno diventa catodo, mentre l'altra costituisce l'anodo. Il passaggio della corrente continua è favorito dalla presenza di sali e di gas nell'acqua costituente l'elettrolito; la presenza di acido carbonico favorisce naturalmente l'azione corrosiva dell'ossigeno. Il fenomeno è peraltro influenzato da molteplici elementi i quali accelerano più o meno la reazione: concentrazione dell'elettrolito; purezza del ferro; tenore in ossigeno ed acido carbonico dell'acqua, ecc. Per ovviare a questo inconveniente occorre, in primo luogo, evitare un allacciamento dello scaldaacqua alle canalizzazioni dell'acqua tale da favorire la liberazione e l'accumulo dell'aria nell'apparecchio; è necessario inoltre evitare il contatto di elementi eterogenei, come rame e ferro nelle parti metalliche dello scaldaacqua. Ove l'impiego di entrambi questi metalli non può essere evitato, occorre interporre fra essi raccordi in piombo, ottone o bronzo. *V. D. Ma.*

F. Kotschi — La diffusione degli apparecchi elettrodomestici in Austria. (E. u. M., N. 9, 3 marzo 1935k pag. 104-105, con 4 tab.). **5 d**

I dati statistici, sull'impiego degli apparecchi elettrodomestici, messi a disposizione da 112 società distributrici di energia a circa il 59 % della popolazione austriaca, confermano gli effetti benefici della propaganda sulla diffusione di tali apparecchi. L'incremento nel numero di apparecchi installati è notevole sopratutto per i fornelli, la cui diffusione va accentuandosi fra i benestanti, gli impiegati ed anche fra gli agricoltori. Meno diffusi sono gli scaldaacqua i quali sono apprezzati fra i benestanti, gli industriali ed anche fra gli operai. Il consumo di energia nelle applicazioni elettrodomestiche cresce meno rapidamente del numero di apparecchi installati, il che dimostra una diminuzione di benessere dei vari utenti. Un più accentuato progresso nell'elettrificazione domestica è senza dubbio realizzabile, secondo l'A., con uno studio razionale delle tariffe e con una paziente propaganda, particolarmente nelle provincie in cui l'applicazione degli apparecchi elettrodomestici è assai ridotta. Particolare cura dev'essere posta al problema dell'installazione per facilitare gli utenti ed allo scopo di evitare che i raccordi alle tubazioni d'acqua siano fatti in modo non compatibile con una lunga durata degli apparecchi (corrosioni, ecc.). *V. D. Ma.*

A. Velisek — Sull'isolamento dei fornelli elettrici. (E. u. M., N. 9, 3 marzo 1935, pag. 97-102, con 5 fig.). **5 d**

La resistenza di un fornello elettrico generico è dedotta analiticamente partendo dallo schema equivalente del medesimo, in funzione della tensione applicata e della somma delle correnti di terra che si stabiliscono collegando i morsetti della resistenza di riscaldamento nei due modi possibili ai due conduttori della rete di alimentazione. La stessa formula chiarisce il modo di fare correttamente la misura della resistenza di isolamento: si controlla la corrente che attraversa un galvanometro sensibile connesso con un capo alla superficie della piastra e con l'altro capo ad un estremo della resistenza di riscaldamento, si ripete la misura connettendo il secondo capo dello strumento all'altra estremità della resistenza. La tensione di esercizio divisa per la somma delle due correnti così misurate quando la piastra è inserita dà la resistenza di isolamento del fornello. La misura deve essere fatta con cautela: l'impiego della corrente continua non è ammesso perchè dà luogo a fenomeni, non ancora completamente conosciuti, che alterano i risultati; con la corrente alternata occorre tenere presente la possibilità di errori derivanti da sfasamento fra tensione applicata e corrente di terra, da condizioni di riscaldamento della piastra, ecc. Il metodo può essere ritenuto come soddisfacente e pratico; i risultati da esso forniti danno un indice certo della bontà di un determinato fornello, agli effetti della sicurezza di esercizio; essi sono anche tali da consentire un orientamento su proposte di norme razionali per il collaudo di tali apparecchi. Proposte in questo senso sono fatte dall'A., il quale tiene anche conto dei risultati di indagni fatte in questo campo da tecnici tedeschi ed americani. *V. D. Ma.*

J. Brillie — La situazione della saldatura ad arco in Francia. (Bull. Soc. Franc., settembre 1935, pag. 911-924, con 6 fig.). **5 c**

Le proprietà di una saldatura elettrica ad arco dipendono da numerose variabili che a loro volta sono funzione del tipo di sorgente d'energia, della qualità delle lamiere e degli elettrodi e della abilità della mano d'opera. Per i vantaggi che essa presenta la corrente alternata è stata impiegata in Francia fino dagli inizi. I trasformatori di saldatura impiegati sono tutti del tipo a fughe magnetiche; queste possono essere fatte variare collo spostamento di masse magnetiche o con prese multiple sugli avvolgimenti. Si diffonde l'impiego di condensatori per migliorare il fattore di potenza. In qualche caso di adopera anche la corrente continua; le dinamo a tale scopo costruite in Francia sono di tre tipi, autoregolatrici: dinamo anticompound ad avvolgimento in derivazione variabile per regolare la corrente e avvolgimento compound alimentato da spazzole speciali per ottenere le caratteristiche volute, e schermo magnetico fra questo avvolgimento e gli altri; dinamo autoeccitatrice con spazzole ausiliarie e a reazione di indotto, regolazione con spostamento delle spazzole; dinamo a reazione di indotto, a eccitazione separata, con regolazione per spostamento delle spazzole. L'A. accenna a formule proposte per l'apprezzamento della saldabilità di un acciaio e fa cenno dei tipi di acciaio usati in Francia. Sono poi descritti due tipi di dispositivi per saldatura automatica, di costruzione francese. È pure usata in Francia la saldatura nell'idrogeno atomico secondo il procedimento americano, mentre ha poche applicazioni la saldatura coll'arco a carbone. La saldatura elettrica ad arco è ufficialmente ammessa per la costruzione di carpenteria, di navi e di ponti. La saldatura elettrica fa una seria concorrenza a quella ossiacetilenica, fuorchè nel caso di lamiere molto sottili; oltre i 6 mm la saldatura ad arco è più conveniente. *Ri.*

APPLICAZIONI VARIE.

J. Molinie — Applicazione dell'elettricità nei metodi di costruzione e pel materiale utilizzato nei lavori pubblici. (La Tech. Mod., 1° agosto 1935, pag. 509-515, con 6 fig.). **6 c**

Viene effettuato uno studio d'insieme relativamente all'applicazione della elettricità nei lavori pubblici più particolarmente per la parte che riflette il grosso macchinario di scavo e riporto delle terre. Una prima applicazione riflette i metodi di costruzione e di esecuzione dei lavori, ed è compendiata principalmente dall'impiego di fari e riflettori, e dall'uso della saldatura elettrica. Segue l'applicazione per le ricerche ed i lavori preparatori, a mezzo

di apparecchi a resistività, di apparecchi elettromagnetici ecc. per la determinazione della presenza e del corso di eventuali correnti d'acqua nel sottosuolo. Finalmente l'applicazione ai macchinari impiegati per l'esecuzione dei lavori, come escavatori, benne ecc., dove prevale il comando elettrico col sistema W. Leonard; macchinari per cantieri, di ogni tipo e caratteristica, dai vibratori, ai gruppi elettrocompressori. Un'altra applicazione, molto delicata ed importante, è quella della segnalazione e controllo delle deformazioni, ritiri ecc. delle grandi opere murarie, sia a mezzo di sonde termo-elettriche, che di apparecchi elettro-acustici, ecc. *E. R.*°

CONDUTTURE.

G. DARRIEUS — **Le linee elettriche aeree ad alta tensione. Le palificazioni.** (La Tech. Mod., 15 luglio 1935, pag. 482-487, con 15 fig.). **9 b**

L'autore considera la questione della palificazione, tenendo presente anche l'aspetto economico. Viene innanzi tutto citato il tipo di pilone flessibile, ideato da M. Semenza una trentina d'anni fa, e che tanta diffusione ha avuto nel mondo, e poi passati in rassegna i diversi altri tipi esistenti, come il pilone di linea, con zoccolo in cemento armato, del tipo americano, i piloni a traliccio con zoccoli di fondazione collegati o separati, ecc. Il tipo sul quale viene richiamata l'attenzione, è costituito da un pilone atto a ridurre considerevolmente gli sforzi accidentali, longitudinali ed il momento di torsione. A tale uopo i bracci di sostegno vengono articolati opportunamente a cerniera ed in altri tipi recentissimi si è addirittura ricorso all'articolazione dei piloni stessi; le particolarità delle diverse soluzioni adottate sono chiaramente illustrate da numerose figure che integrano il testo. *E. R.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

F. HAUFFE — **La trasformazione di corrente continua in corrente alternata monofase mediante un raddrizzatore autoeccitato a condensatore.** (Archiv. f. Elektr., giugno 1935, pag. 395-416, con 25 fig.). **10 d**

Un convertitore di corrente continua in alternata è definito « autoeccitante », secondo l'A. se esso alimentato con una certa tensione continua fornisce tensione alternata di caratteristiche volute senza che vi sia bisogno di ricorrere ad altre sorgenti ausiliarie estranee di tensione. Il dispositivo descritto dall'A. si basa essenzialmente sulla carica e scarica alternate di un condensatore attraverso il circuito utilizzatore il quale viene così a risentire una corrente che inverte periodicamente la propria direzione. Come organi di manovra per realizzare alternativamente la carica o la scarica del condensatore, sono usati due tubi di scarica a catodo con griglia di comando mediante la quale, come è noto, è possibile di regolare esattamente l'istante dell'inizio della scarica nel tubo. Due di questi tubi sono inseriti in serie in un ramo di un circuito a corrente continua, rispettivamente a monte e a valle di una resistenza induttiva dal punto medio della quale è derivato, verso l'altro ramo del circuito il condensatore. Nel periodo di tempo in cui si verifica la scarica nel tubo a monte avviene la carica del condensatore; quando questa è completa e si spegne la scarica nel primo tubo, si innesca quella nel tubo a valle permettendo la scarica del condensatore; e così alternativamente. Le due metà della resistenza da cui è derivato il condensatore sono così, successivamente percorse da corrente in direzione opposta; con un accoppiamento induttivo si può quindi ricavare in un circuito di utilizzazione un corrente alternata. L'A. studia dettagliatamente le caratteristiche e il funzionamento di un tale dispositivo anche in riguardo delle diverse condizioni che possono verificarsi nel circuito utilizzatore esterno, e illustra i diversi dispositivi che possono adottarsi per realizzare nel modo opportuno il comando delle griglie dei due tubi di scarica. Sono riportati numerosi oscillogrammi a dimostrare le varie forme d'onda che possono ottenersi. *N.*

W. SCHILLING — **Il calcolo dell'invertitore monofase in serie con carico ohmico.** (Archiv f. Elektr., luglio 1935, pag. 459-473, con 12 fig.). **10 d**

Il cosidetto raddrizzatore in serie si basa sul principio della carica e scarica di un condensatore in direzione opposta attraverso il circuito utilizzatore. Lo schema più semplice consiste in un condensatore posto in serie con una resistenza utilizzatrice e derivato fra i due conduttori di un circuito a corrente continua; un commutatore permette di collegare alternativamente il condensatore al circuito di carica a corrente continua o a quello di scarica di cui fa parte la resistenza suddetta la quale viene così ad essere successivamente percorsa dalla corrente di carica e scarica in senso alternato e cioè da una corrente alternata monofase. Lo schema fondamentale si presta ad essere opportunamente modificato realizzando un collegamento induttivo fra la resistenza in serie col condensatore e un circuito esterno utilizzatore a corrente alternata, e sopratutto sostituendo al commutatore descritto due tubi di scarica a griglia di comando che, permettendo in istanti successivi la scarica, realizzano il collegamento alternativo all'una o all'altra parte del circuito. L'A. svolge in via prettamente analitica la teoria di questo dispositivo e illustra le vie da seguire per il calcolo dei diversi elementi che entrano a costituirlo. Vengono studiate le forme della curva d'onda della corrente alternata che è possibile ricavare a seconda delle modalità del circuito di conversione e delle caratteristiche del circuito utilizzatore; infine il dispositivo descritto viene confrontato col funzionamento di altri dispositivi per la conversione di corrente continua in alternata e specialmente coll'invertitore in parallelo (vedi *L'Elettrotecnica* del 10 giugno 1935, pagina 411). *N.*

R. SAVAGNONE — **L'inverter a controllo magnetico e a controllo ad impulso di corrente.** (L'Elettrot., 10 maggio 1935, pag. 318-328, con 23 fig.). **10 d**

È dimostrato come facendo agire un campo magnetico sulla colonna positiva dell'arco di un raddrizzatore a vapore di mercurio sia possibile adescare in un circuito oscillante disposto in parallelo coll'arco, un treno di oscillazioni di correnti ad alta frequenza autoamplificantisi, indipendentemente dalle condizioni di corrente e tensione nelle altre parti del circuito. Tali correnti oscillanti si possono usare per interrompere la corrente stessa nell'arco. Viene studiato un sistema di doppio blocco mediante un campo magnetico e un campo elettrico, in modo che, interrotta come sopra detto la corrente dell'arco, esso resti definitivamente interrotto. Si dimostra come questo metodo di doppio blocco possa condurre a costruire un dispositivo di buon rendimento per la conversione statica della corrente continua in alternata. *Ri.*

La diffusione degli ioni di idrogeno attraverso la cassa dei mutatori. (Revue B. B., N. 1-2, gennaio-febbraio 1935, pag. 63-64, con 1 fig.). **10 c**

È stata affacciata l'ipotesi che la cassa in acciaio dei mutatori, raffreddata a circolazione d'acqua, sia permeabile agli ioni di idrogeno che si trovano sempre, in quantità più o meno grande, presenti nell'acqua refrigerante. Questi ioni dovrebbero dar luogo ad accensioni di ritorno nei mutatori, perchè durante la permanenza dell'arco, gli elettroni tenderebbero ad attirare gli ioni di idrogeno i quali verrebbero poi liberati durante il periodo di blocco. La mancanza quasi assoluta di accensioni di ritorno nei moderni mutatori dimostra che il quadro del fenomeno è diverso: l'acqua impiegata per il raffreddamento non provoca che una diffusione insignificante di ioni d'idrogeno; questi ultimi penetrano nell'elettrodo durante il periodo di blocco e non quando l'arco è adescato. È quindi esclusa l'opportunità di impiegare liquidi diversi dall'acqua come agenti refrigeranti, del momento che la minima diffusione di ioni non può perturbare menomamente il funzionamento dei mutatori. È evidente peraltro che l'acqua non deve essere troppo ricca di ioni, non per evitare le accensioni di ritorno, ma per evitare il pericolo di corrosioni nelle condotte di circolazione dell'impianto refrigerante. *V. D. Ma.*

Controllo continuo dell'arco a vapore di mercurio. (Revue B. B., N. 1-2, gennaio-febbraio 1935, pag. 65-66, con 3 fig.). **10 c**

È noto che la regolazione della corrente anodica nei mutatori non è in generale realizzabile variando il potenziale della griglia o meglio rendendo questa sufficientemente negativa. Lo strato di ioni positivi che si forma attorno alla griglia ne annulla completamente l'azione verso l'esterno, impedendo un qualsiasi controllo sulla corrente di scarica. Questo controllo è invece possibile senz'altro quando si tratta di tubi elettronici ad alto vuoto, nei quali lo strato di ioni non può formarsi e viene quindi meno l'effetto di schermo dello strato stesso. In particolari condizioni, è tuttavia possibile regolare in modo continuo la corrente di scarica nel vapore di mercurio. Questo avviene quando si tratta di una scarica che non è indipendente ma che dipende da una scarica tra griglia e catodo. In questo caso, un certo numero di elettroni diretti verso la griglia ne attraversano le maglie ed arrivano fino all'anodo. La corrente anodica, ossia il numero di elettroni che attraversa la griglia, sarà approssimativamente proporzionale alla corrente di griglia e scomparirà al cessare di questa. Quantunque sia possibile ottenere correnti anodiche sensibilmente maggiori della corrente di griglia, si tratta peraltro sempre di una scarica interamente dipendente fra l'anodo ed il catodo. È possibile comandare a questo modo soltanto correnti di piccola intensità, poichè quando si tratta di correnti elevate, la scarica non dipende più dalla corrente di griglia. Un dispositivo di prova, del quale è riportato lo schema, consente di seguire l'andamento della scarica ed, in particolare, di individuare bene il contributo della corrente di griglia nella formazione della corrente anodica. *V. D. Ma.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

A. M. ZALESSKY — **La perforazione degli isolatori di bachelite.** (E. u. M., N. 10, 10 marzo 1935, pag. 112-116, con 5 fig.). **11 d**

La tensione di perforazione della bachelite è notoriamente dipendente in larga misura dal tempo e dalla temperatura. La scarica per effetto termico è una conseguenza del riscaldamento del dielettrico causato dal passaggio della corrente: il riscaldamento riduce la resistenza ed accresce quindi la corrente, la quale a sua volta accentua ulteriormente il riscaldamento fino alla distruzione

del dielettrico, se il calore generato non è smaltito convenientemente. Quantunque il fenomeno della perforazione per effetto termico sia stato da tempo approfondito, tuttavia la legge di interdipendenza fra tensione di scarica e tempo, temperatura e caratteristiche dell'isolante solido non può essere espressa che con approssimazione. Nel caso particolare di un cilindro isolante, l'A. propone una formula, nella quale la tensione alternata di perforazione è espressa in funzione dei seguenti elementi: coefficiente di aumento di perdita (aumento della perdita per °C); coefficiente di perdita (perdita per unità di volume ed unità di gradiente); temperatura iniziale e temperatura ambiente; conducibilità termica del dielettrico; dimensioni dell'isolatore. La stessa formula, valida per un cilindro omogeneo, può essere applicata con sufficiente approssimazione per isolatori a condensatore, perchè l'esperienza dimostra che la tensione di scarica per effetto termico dipende praticamente soltanto dalla differenza di potenziale fra gli elettrodi e dalle condizioni di raffreddamento, essendo quindi indipendente dalla configurazione del campo elettrico. Prove eseguite sopra isolatori in bachelite per 22 e 38 kV hanno dimostrato che le temperature critiche di scarica calcolate differiscono soltanto del $5 \div 10$ % da quelle dedotte sperimentalmente. *V. D. Ma.*

M. DAVAL — **Tendenze attuali nella costruzione degli alternatori e dei trasformatori.** (La Revue Ind., gennaio 1935, pag. 29-35, con 9 fig.). **11 a**

L'Autore, accennato alle tendenze moderne nella costruzione degli alternatori, passa in rassegna lo stato della tecnica dei trasformatori. Viene accennato al problema del grado di saturazione per i grandi trasformatori. Per quanto si riferisce agli avvolgimenti si prospettano vantaggi dei tipi concentrici su quelli a bobine alternate, e vengono riportati alcuni tipi di serraggio degli avvolgimenti stessi. Viene poi discusso il problema dell'isolamento del trasformatore in correlazione con quello della linea esterna, alla quale esso va connesso, con i relativi dispositivi di protezione sopratutto contro le sovratensioni atmosferiche. Per gli isolamenti delle spire è messa in rilievo la tendenza ad adottare sempre di più quelli in carta impregnata. Vengono poi discussi l'isolamento fra l'avvolgimento di alta e quello di bassa tensione dei trasformatori antirisonanti, gli accorgimenti adottati per assicurare il raffreddamento dell'olio ecc. Infine viene accennato al conservatore d'olio, agli attraversamenti ed alla regolazione del carico. *E. R.*

Descrizione di un grande elettromagnete destinato alle esperienze sui raggi cosmici. (Engin., 5 ottobre 1934, pag. 372, 1 fig.). **11 v**

La nota riporta interessanti dati di un elettromagnete per prove, costruito dalla Metropolitan Vickers Electrical Company suscettibile di produrre un campo magnetico di 10.000 gauss in un intraferro di 15 cm, compreso fra i poli di 25 cm di diametro. La potenza assorbita varia da 6,25 kW a 25 kW, e in tale intervallo il campo aumenta del 25%, ciò che corrisponde a 245 000 amperspire. Questo apparecchio è destinato allo studio delle deviazioni magnetiche dei raggi cosmici, ed ha un peso di 11 t. *E. R.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

C. G. FINK — **Progressi delle industrie elettrochimiche.** (Elec. Eng., settembre 1935, pag. 920-923). **13 b**

Attualmente le industrie elettrochimiche impegnano negli Stati Uniti una potenza di 3 milioni di kW, la metà circa della quale è assorbita da due sole industrie: quella dell'alluminio e quella del carburo di calcio. Limitandosi a considerare gli ultimi 4 anni l'A. ricorda i principali progressi compiuti in questo campo. È stato elaborato un forno elettrico di nuovo tipo per ricavare direttamente l'acciaio dal minerale; una corrente di gas riducente (prevalentemente ossido di carbonio) investe le particelle del minerale e le gocce di metallo che si formano cadono in una parte inferiore del forno dove, sotto l'azione dell'arco elettrico, si produce acciaio di qualità superiore. Si è cominciato ad adottare l'aggiunta di columbio nell'acciaio al cromo-nichel nel forno elettrico, per renderlo più lavorabile Il bisolfuro di carbonio, usato nell'industria della seta artificiale viene attualmente prodotto al forno elettrico. Si sono andati diffondendo i forni a induzione a alta frequenza per la lavorazione dell'acciaio. Vengono anche ricordati nuovi procedimenti per ricavare dall'acetilene ottenuta dal carburo di calcio, una quantità di altri prodotti (partendo dall'etilene ottenuto facendo reagire l'acetilene coll'idrogeno in presenza di catalizzatori). Nel campo dell'elettrolisi di bagni fusi l'industria capitale è quella dell'alluminio; più recente è l'ottenimento del berillio e del litio usati per molte leghe utilissime. Nuovo interesse è rivolto in questi ultimi tempi al sodio metallico che si può pure ottenere dall'elettrolisi di bagni fusi; il bario ha pure trovato applicazioni importanti. Nell'elettrolisi acquosa il maggior avvenimento è stata la scoperta dell'idrogeno pesante. Coll'impiego del cloro ottenuto nella industria della soda si è potuto ricavare il bromo dall'acqua marina. Si è riconosciuto che un deposito di renio sul rame, l'acciaio e l'ottone, provvede un rivestimento protettivo contro l'acido nitrico; il renio si ricava dai residui delle raffinerie di rame dai quali si ricava pure il tellurio e il selenio per via elettrolitica. Numerosi progressi furono compiuti anche nelle industrie elettrogalvaniche. Sono poi ricordati altri fatti riguardanti l'elettrochimica dei gas e sono posti in evidenza i maggiori problemi ancora insoluti che si presentano attualmente nell'elettrochimica. *N.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

A. H. DAVIS — **Misura dell'intensità dei rumori.** (Engin., 14 dicembre 1934, pag. 663-666, con 4 fig.). **14 d**

Nell'articolo viene definita una scala d'intensità dei suoni in base all'equivalenza coll'impressione prodotta da un suono di una frequenza di 1000 per/sec. L'intensità relativa di tale suono è valutata in rapporto ad un'intensità tipo convenzionale, corrispondente ad una pressione sull'orecchio, all'aria libera, di 0,0003 dine/cm² (soglia). Differenti apparecchi di audizione consentono all'orecchio di effettuare le valutazioni di tali suoni, ed in ciò interviene però la equazione personale. Per ottenere i migliori risultati è necessario effettuare misure con riferimento a parecchi suoni conosciuti. A tale riguardo è stato ideato un apparecchio portatile, realizzato al National Physical Leboratory, il quale utilizza un microfono a condensatore, un amplificatore, un rivelatore lineare ed uno speciale apparecchio di misura. Le applicazioni ed i risultati ottenuti sono descritti nell'articolo, dove le figure illustrative integrano quanto riportato dal testo. *E. R.*

J. FRENKEL, E. KONTOROWA — **Teoria elementare dei fenomeni galvanomagnetici nei cristalli.** (Phys. Zeit. Sow., 1935, N. 4, pag. 452-463). **14 h**

Come è noto, la teoria di Sommerfeld sui metalli, basata sulla considerazione degli elettroni liberi, non può spiegare molti fenomeni galvanomagnetici osservati sperimentalmente e specialmente l'effetto Hall anomalo, il valore della resistenza in un campo magnetico trasversale e gli effetti che si manifestano in un campo magnetico parallelo. Per trattare correttamente di tali fenomeni è necessario prendere in considerazione l'influenza del reticolo cristallino sul movimento degli elettroni. Gli AA. conducono un tale studio sulla base delle teorie della fisica ondulatoria, considerando come il reticolo cristallino alteri le condizioni del campo, che non può più considerarsi uniforme nelle diverse direzioni. Considerando il movimento degli elettroni singolarmente in funzione del campo elettromagnetico e limitando le loro considerazioni ad un reticolo cristallino cubico, gli AA. dividono gli elettroni in tre gruppi, secondo gli assi di simmetria del cristallo, ritenendo diversa la mobilità di ciascun gruppo secondo la direzione della forza esterna. Una tale teoria conduce a risultati molto affini a quelli ottenuti con procedimenti assai più complessi da Blochinzew e Nordheim. Inoltre è ottenuta una espressione per il calcolo della variazione di resistenza in un campo magnetico parallelo. Le formule contengono soltanto quantità che hanno un diretto significato fisico. Il metodo può essere esteso a cristalli di altri tipi di simmetria ed essere anche applicato ai fenomeni termomagnetici. *Ri.*

G. GIULIETTI — **Impiego di leghe ferro-nichel per determinazioni magnetometriche ed altre applicazioni. Nuova bussola acustica.** (Rendic. Istituto Lombardo Scienze e Lettere, 1935, vol. LXVIII, fasc. VI-X). **14 h**

Viene descritta una nuova bussola acustica costituita essenzialmente da un piccolo generatore a corrente alternata col sistema induttore fisso formato da nuclei di permalloy disposti cogli assi paralleli, secondo le generatrici di un cilindro. Nel traferro fra le coppie di nuclei polari si muove la periferia di un rotore a disco che porta un avvolgimento indotto. La permalloy « C » è un materiale, come è noto, che presenta alta permeabilità magnetica e isteresi trascurabile a bassi valori dell'induzione. Quando gli assi dei nuclei polari del generatore vengano disposti secondo il campo magnetico da individuare, che può essere anche il campo magnetico terrestre, essi vengono eccitati dal campo stesso, dando origine nel traferro a un flusso di induzione, che, a sua volta, genera una forza elettromotrice nell'avvolgimento indotto mobile. La forza elettromotrice è massima quando i nuclei sono orientati esattamente secondo il campo magnetico e diminuisce col crescere dell'angolo fra direzione del campo e asse dei nuclei, fino ad annullarsi quando questi divengano ortogonali al campo. La forza elettromotrice generata può essere utilizzata per produrre una corrente mediante la quale si può arrivare ad individuare la direzione del campo eccitatore; ciò può farsi per via acustica, facendo circolare la corrente in un ricevitore telefonico, oppure mediante un opportuno strumento di misura indicatore. L'alta sensibilità che si può ottenere permette di prevedere l'impiego del dispositivo per il comando di meccanismi elettromeccanici, per manovre di direzione od impieghi analoghi. Il dispositivo può anche essere impiegato per la misura di permeabilità di materiali magnetici e in proposito l'A. riporta esperienze eseguite. *Ri.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

G. REBORA — **Distanze esplosive.** (L'Elettrot., 25 marzo 1935, pag. 202-206, con 12 figure). **15 a**

Nella pratica degli impianti elettrici, dove possono avvenire scariche, si è spesso in presenza di elettrodi di forma irregolare e di differenze di potenziale non sinusoidale ma a fronte ripido o a

frequenza elevata. L'A., dopo aver richiamato le caratteristiche di spinterometri normali, riferisce circa esperienze sulle distanze esplosive fra elettrodi di forma speciale: tra corni, tra sfere e muro, fra blocchetti di calcestruzzo ecc., facendo uso di tensioni sinusoidali e di frequenze industriali. I risultati delle prove sono paragonati alle distanze splosive fra aghi, che consentono una rapida valutazione quantitativa del fenomeno. *Ri.*

F. Correggiari — **Sulla decomposizione dei componenti simmetrici di una terna asimmetrica.** (L'Elettrot., 10 aprile 1935, pag. 256-258, con 5 figure). **15 a**

Viene descritta la costruzione e dimostrato l'impiego di un abaco grafico, il quale permette non solo la determinazione rapida del grado di squilibrio di una terna asimmetrica, ma anche di determinare separatamente valori e fasi dei 2 componenti simmetrici diretto e inverso. *Ri.*

A. M. Angelini — **Calcolo operatorio e studio dei circuiti elettrici in regime transitorio.** (L'Elettrot., 10 aprile 1935, pag. 244-251 e 25 aprile, pag. 280-295 e 10 maggio, pag. 328-335, con 32 fig.). **15 a**

Vengono esposte le nozioni fondamentali sul calcolo degli operatori, esponendo le semplificazioni che derivano alle relazioni generali fra grandezze elettriche applicando il nuovo simbolismo. Sono dedotte le regole e le formule per la valutazione degli operatori che stabiliscono le relazioni di causa ad effetto nei circuiti elettrici a costanti concentrate nel caso di regime transitorio. Sono poi sviluppate le relazioni fra le proprietà dei circuiti e la forma degli operatori e delle loro funzioni generatrice e caratteristica. Sono anche esposte alcune applicazioni pratiche al regime transitorio di macchine sincrone o di trasformatori ed ai generatori di impulsi. *Ri.*

P. L. Bellaschi — **Correnti di fulminazione in natura e in laboratorio.** (Elec. Eng., agosto 1935, pag. 837-843, con 10 fig.). **15 e**

Da pochissimi anni è stato possibile produrre in laboratorio impulsi di corrente paragonabili a quelli che si verificano in natura nel caso di scariche di fulmini, ed è stato così possibile studiarne sperimentalmente le caratteristiche e gli effetti. Rilievi eseguiti coll'oscillografo a raggi catodici hanno dimostrato che le onde prodotte sulle linee di trasmissione dai fulmini hanno durate da 15 a 100 microsecondi. Si è pure messo in evidenza che frequentemente i fulmini consistono di più scariche successive, raramente più di quattro. La prima scarica è, a quanto pare, la più grave e la più intensa. Dalle osservazioni eseguite circa la fusione di conduttori per effetto di fulmini sembra possibile dedurre che le correnti dovute ai fulmini possano raggiungere valori massimi di 150.000 a 200.000 ampere. In proposito è esposta una formula per il calcolo del valore della corrente d'impulso capace di fondere un conduttore di diametro e materiale conosciuti. Altre deduzioni possono farsi dalle esperienze di schiacciamento di tubi per effetto degli sforzi generati dalle correnti di fulminazione che li percorrano; in proposito è accennato al modo di valutare l'intensità di corrente necessaria per schiacciare un dato tubo oppure dello sforzo di compressione generato da una data corrente; si è condotti ad ammettere la presenza di correnti di fulminazione superiori ai 200.000 A. In laboratorio si sono anche potuti riprodurre gli effetti dirompenti ed esplosivi prodotti alcune volte dal fulmine; si è riconosciuto che nel caso in cui l'arco di corrente sia strozzato nella sua sezione, possono generarsi pressioni dell'ordine di 1000 a 1400 kg/cm² e forse anche più. Il complesso degli studi eseguiti permette di ritenere che le scariche prodotte in laboratorio siano veramente corrispondenti, come caratteristiche, a quelle del fulmine. La sezione dell'arco nella scarica del fulmine è risultata da 1 a 2 centimetri quadrati. *N.*

J. S. Carroll, D. M. Simmons — **Perdite corona a 230 kV con un conduttore a terra.** (Elec. Eng., agosto 1931, pag. 846-848, con 3 fig.). **15 e**

L'aumento delle perdite corona dovuto alla messa a terra di un conduttore di una linea ad alta tensione col neutro non francamente a terra, può alterare il funzionamento di altri apparecchi, come ad esempio delle bobine di Petersen in seguito al forte sfasamento della corrente di carica. Gli AA. hanno studiato sperimentalmente la questione usando un conduttore cavo formato da diversi segmenti incastrati fra loro, con diametro esterno di 27 mm. Il conduttore fu prima lavato dentro e fuori con benzina, poi con acqua e sapone e poi con acqua pura; in seguito fu montato in posto e lasciato ad « invecchiamento » naturale all'aperto per un mese. Per ottenere le giuste relazioni di fase nelle tensioni si usarono due trasformatori entrambi con un estremo dell'avvolgimento ad alta tensione messo a terra; l'altro estremo di uno di essi fu connesso, attraverso un wattmetro a uno dei conduttori della linea sperimentale, l'estremo alta tensione dell'altro fu connesso, attraverso un wattmetro, all'altro conduttore; il terzo conduttore era messo a terra. I primari dei due trasformatori erano connessi a un generatore in modo che l'angolo di fase fra la tensione di un conduttore verso terra e la corrispondente tensione dell'altro conduttore fosse di 60 gradi. Si realizzava così una disposizione equivalente a un sistema trifase con un conduttore a terra. Le misure eseguite dimostrarono un notevolissimo aumento nelle perdite corona, specialmente quando veniva messo a terra il conduttore mediano. L'aumento diventava ancora maggiore apportando le correzioni necessarie per riferirsi ad una linea che si trovasse ad una altitudine di 1300 metri sul mare. *N.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

A. Carrelli — **Le proprietà elastiche dei corpi solidi.** (L'En. Elettr., settembre 1935, pag. 637-644, con 18 fig.). **16 b**

Dagli sviluppi della scienza atomica, nata dalla teoria quantistica, è derivata fra l'altro una teoria dello stato solido, che ha dato luogo a ricerche tecniche e sperimentali le quali hanno fatto assai progredire le conoscenze relative. Per interpretare il comportamento dei corpi solidi bisogna conoscere le leggi a cui obbediscono le particelle elementari che li costituiscono, nonchè le leggi della fisica molecolare che regolano le forze che si manifestano fra le particelle stesse, e finalmente indagare l'azione reciproca di gruppi di atomi, cioè risolvere problemi di struttura. I legami fra molecole possono essere di natura eteropolare od anche di natura omopolare, come avviene in casi di molecole costituite da particelle che non hanno perduto nè acquistato cariche elettriche. Vi è poi un altro tipo di legame studiato, dal Van der Waals, basato sulla considerazione dei dipoli elettrici. Chiarite le nozioni teoriche relative a tali legami, l'A. passa a ricordare i noti metodi di indagine delle strutture cristalline mediante gli spettri coi raggi X. Sono poi illustrati i vari tipi possibili di reticoli cristallini, che possono essere di natura ionica o di natura omopolare o di polarizzazione. Una trattazione particolare merita la struttura dei corpi metallici nei quali secondo le teorie più moderne, i moti degli elettroni periferici degli atomi dipendono dalla esistenza di un campo potenziale periodico dovuto alla presenza degli ioni distribuiti periodicamente secondo la simmetria del reticolo. La considerazione dei reticoli cristallini permette di intravedere una interpretazione abbastanza soddisfacente delle proprietà elastiche dei materiali. L'A. espone l'applicazione di tale teoria alla interpretazione del comportamento di alcuni materiali. *Ri.*

IMPIANTI.

Installazioni idroelettriche della Galloway Water Company. (Engin., 14 settembre, 5 e 26 ottobre, 23 novembre e 14 dicembre 1934, 12 pag., con 97 fig.). **20 i**

L'articolo riporta una descrizione delle utilizzazioni idro-elettriche di cui alle centrali di Kendoon, Carsfad, Earlstonn, Glenlee e Tongland, con derivazioni da diversi laghi, e capaci di produrre annualmente 182 milioni di kWh. Le numerose paratoie sugli sbarramenti sono tutte comandate elettricamente con motori trifasi. Una particolarità è data dalla camera di equilibrio della centrale di Tongland, la quale risulta costituita da un cilindro di lamiera di acciaio, del diametro di m 30, ancorato ad una base in calcestruzzo. La centrale di Tongland, la più interessante, contiene 3 gruppi equipaggiati con turbine Francis ad asse verticale, ciascuno della potenza di 13 000 kW, sotto un salto di m 32. Velocità dei gruppi 214 giri al 1'. L'energia è prodotta ad 11 000 V, 50 per/sec. Gli interruttori adottati hanno una capacità di rottura di 150 000 kVA e sono comandati agendo su di un elettromagnete. *E. R.*

La centrale Velox. (Revue B. B., N. 1-2, gennaio-febbraio 1935, pag. 49-51, con 1 fig.). **20 f**

La « Centrale Velox » costituisce un tipo di centrale a vapore affatto nuovo, possibile grazie all'ingombro limitato della caldaia Velox e del turbobloc. Tale centrale, prevista per ora soltanto per riscaldamento a nafta ed a gas, comporta la caldaia, la turbina, il condensatore, l'alternatore e tutti i servizi ausiliari riuniti in un unico gruppo indipendente. Come un gruppo elettrogeno Diesel, il gruppo Velox forma un'unità compatta, alimentata soltanto con combustibile ed acqua ed erogante energia elettrica. La caldaia, tipo Velox, di costruzione normale, è collegata alla turbina da tubazioni assai corte; la turbina, il condensatore e l'alternatore sono immediatamente collegati fra loro. Le macchine ausiliarie sono riunite in due gruppi indipendenti: il primo gruppo, a velocità costante, comprende le diverse pompe ad olio, a combustibile, ad acqua di raffreddamento e di condensazione, ad aria ed acqua di alimentazione; l'altro gruppo è costituito da una turbina a gas, dal compressore di carico e dalla turbina ausiliaria. Il primo gruppo è azionato dalla macchina principale attraverso un riduttore ad ingranaggi; il secondo è comandato dalla turbina a gas e dalla turbina ausiliaria ed ha una velocità ed una potenza che variano con la quantità di vapore prodotta. L'avviamento è effettuato mediante motori elettrici accoppiati alle macchine ausiliarie. Nelle centrali automatiche, la corrente necessaria per l'avviamento è fornita da un gruppo elettrogeno a benzina. La caratteristica più notevole della centrale Velox è la mancanza del fabbricato per le caldaie. Tutte le macchine principali ed ausiliarie sono montate sopra un unico piano, in modo facilmente accessibile; non è necessario un sotterraneo. Non è richiesto un controllo speciale delle caldaie, delle turbine e degli impianti di condensazione, di guisa che un unico agente può sorvegliare facilmente parecchi gruppi. Il rendimento di un tale

impianto raggiunge il 90 %, tenuto conto dei servizi ausiliari, e si mantiene elevato anche ai bassi carichi. L'economia realizzabile nel comando delle macchine ausiliarie, con la riduzione delle perdite nelle tubazioni e nei giunti, con la riduzione del personale e della manutenzione, ecc., è ovvia. *V. D. Ma*

J. Fallou — **Influenza della forma dei diagrammi di carico sull'esercizio delle reti.** (Bull. Soc. Franc., settembre 1935, pag. 891-907, con 12 figure). **20 g**

La curva di carico di una rete ha un andamento in generale molto sinuoso, così che essa male si presta quando si vogliano studiare le caratteristiche generali di una rete per un periodo di tempo un po' lungo. È preferibile in tal caso ricorrere ad altri tipi di curve. Fra esse è interessante la curva di durata o curva monotona che si ottiene dal diagramma di carico disponendo le ordinate di esso in ordine di valore decrescente e contando il numero di ore, durante le quali è stata sorpassata la potenza di ciascuna ordinata; la superficie delimitata dalla curva rappresenta l'energia totale sviluppata e il rapporto di questa superficie al rettangolo costruito colle coordinate del punto inferiore della curva è eguale al coefficiente di utilizzazione totale, che è poi anche eguale al rapporto fra l'ordinata media e l'ordinata massima del diagramma. Un altro diagramma importante è quello ottenuto colla curva di durata integrale o diagramma di energia, il quale rapresenta la quantità di energia sviluppata quando la potenza passa da un valore ad un altro. Questo diagramma ha proprietà importanti; il rapporto fra l'ordinata del punto in cui la tangente all'origine della curva incontra l'ordinata massima, e il valore di questa stessa ordinata, dà il coefficiente di utilizzazione totale; in modo analogo si possono anche determinare i coefficienti di utilizzazione parziale fra due valori del carico. L'A. illustra come sulla base dei diagrammi suddetti si possa passare allo studio della razionale distribuzione dei carichi fra diverse centrali e discute in particolare il caso di coesistenza di centrali idrauliche e termiche e quello delle centrali di accumulazione con pompe. *Ri.*

MATERIALI.

Prove di resistenza sugli acciai ad alta temperatura. (Revue B. B., N. 1-2, gennaio-febbraio 1935, pag. 61-62, con 1 fig.). **26 c**

Le prove avevano lo scopo di studiare il comportamento degli acciai, impiegati nelle costruzioni meccaniche Brown Boveri, sottoposti a temperature elevate (400 ÷ 500 °C). Definito come « limite di scorrimento » il carico cui corrisponde una velocità di scorrimento pari a 1/1000 % della lunghezza iniziale all'ora, si è riscontrato che tale velocità diminuisce rapidamente col tempo anche quando la sollecitazione è assai prossima al limite di scorrimento. Non sussiste quindi nessun pericolo di rottura. Osservazioni fatte metodicamente per 1000 ore, ed eccezionalmente per 3000 ore, hanno confermato che l'acciaio può essere sottoposto ad una sollecitazione inferiore del 30 % al limite di scorrimento senza pericolo di deformazioni esagerate del metallo. Gli acciai cosidetti resistenti al calore hanno un limite di scorrimento più elevato ed una velocità di scorrimento a diminuzione più lenta rispetto agli acciai ordinari. Per questi ultimi, la velocità di scorrimento diminuisce con continuità e la diminuzione non ha termine che dopo parecchie migliaia di ore. Il valore dell'allungamento del metallo sottoposto a sollecitazione meccanica e termica è relativamente elevato durante le prime 500 ÷ 1000 ore. Il costruttore dovrà tenere il debito conto, nella costruzione, delle deformazioni suscettibili di prodursi in servizio. *V. D. Ma.*

MISURE.

G. Someda — **Contributo al problema della misura indiretta della corrente continua.** (L'Elettrot., 25 marzo 1935, pag. 206-211, con 17 fig.). **28 d**

Ricordate le difficoltà che si incontrano nella misura di correnti continue molto intense o sotto tensioni elevate, l'A. passa in rivista i metodi noti classificandoli in tre categorie secondo che non richiedono correnti ausiliarie oppure richiedono una corrente ausiliaria continua od alternata. Esamina poi alcuni sistemi che sono basati sulle azioni magnetiche della corrente da misurare e precisamente sugli effetti della sovrapposizione di una magnetizzazione alternativa con una continua; due schemi in particolare sembrano opportuni e sono descritti anche sulla base di risultati sperimentali. *Ri.*

V. Holzer — **Problemi sulla misura delle alte tensioni.** (E. u. M., N. 13-14, 31 marzo-7 aprile 1935, pag. 145-150 e 160-163, con 13 fig.). **28 b**

Sono note le incertezze alle quali è soggetta la misura delle alte tensioni collo spinterometro e le limitazioni di tale apparecchio. Purtroppo, il numero di dispositivi atti alla misura delle alte tensioni ed immuni dai suddetti inconvenienti è estremamente ridotto. Uno di questi, che l'A. ritiene molto pregevole, comporta uno spinterometro a sfere con l'elettrodo inferiore che porta sormontata una calotta sferica, convenientemente tagliata in senso orizzontale. A questa calotta fa capo un conduttore schermato il quale, collegato ad una speciale apparecchiatura, permette di misurare la corrente di capacità del sistema e quindi il valore di cresta della tensione ad essa proporzionale, consentendo anche la misura continua della tensione efficace ed il rilievo oscillografico della tensione stessa. È illustrato lo schema impiegato per determinare, col metodo in questione, la tensione di scarica di una catena di isolatori sottoposta a prove di impulso. *V. D. Ma.*

H. Krüzner — **Possibilità di collegamento in parallelo di riduttori di corrente.** (E. u. M., N. 12, 24 marzo 1935, pag. 133-136, con 4 fig.). **28 e**

Il collegamento in parallelo di due normali riduttori di corrente diventa necessario quando, per l'alimentazione di dispositivi di misura ad elevato assorbimento di corrente, non è disponibile un adatto riduttore. Si dimostra, partendo dalle equazioni e dai diagrammi vettoriali del riduttore di corrente, che un tale collegamento è perfetamente legittimo quando i due trasformatori sono esattamente identici. Si dimostra pure che l'identità in tutte le caratteristiche non è nemmeno richiesta per ottenere una sufficiente esattezza di misura: anche differenze notevoli fra i due riduttori accoppiati sono compatibili con un impiego razionale di essi. *V. D. Ma.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

F. Pinter — **Sulla teoria della macchina asincrona con eccitatrice asincrona autoeccitata.** (Archiv f. Elektr., giugno 1935, pag. 417-430, con 6 figure). **29 a**

L'A. si richiama a studi recenti di Heyland circa l'inserzione di una eccitatrice asincrona autoeccitata in serie, in cascata con una macchina asincrona, pel miglioramento del fattore di potenza (vedi *L'Elettrotecnica* del 1931, pag. 517 e del 1934, pag. 388) osservando come in tali gruppi siano stati da alcuni studiosi lamentate possibilità di perturbazioni di frequenza e di « colpi di corrente ». Sull'origine di tali fenomeni non si è ancora completamente d'accordo e l'A. si propone nel suo studio di chiarire fra le diverse teorie emesse quale sia quella attendibile. A tal scopo svolge una analisi completa, basata sul calcolo vettoriale, del comportamento del gruppo di macchine considerato, partendo dalla considerazione del circuito equivalente e sulla base di tale teoria confronta e discute le due ipotesi di Heyland e di Dreyfus. Dimostra come non sia possibile che le perturbazioni di frequenza si sovrappongano e come perciò non sia da temere il pericolo del generarsi di fenomeni pendolari. *N.*

C. Della Salda — **La macchina ad induzione in cascata con una macchina a collettore.** (L'Elettrot., 25 marzo 1935, pag. 211-221, con 44 fig.). **29 d**

Vengono passati in rivista gli scopi che si possono realizzare mediante una macchina ad induzione collegata in cascata con una macchina a collettore e sono proposti due diversi schemi di circuito equivalente per la macchina ad induzione in cascata. È proposta una nuova costruzione grafica per dedurre la corrente secondaria dalla primaria o viceversa, e sono riportati i diagrammi delle tensioni, delle forze magnetomotrici e dei flussi per diverse tensioni della macchina ausiliaria, deducendone alcune considerazioni di ordine pratico e teorico. *Ri.*

MOTORI PRIMI.

Il sistema di sovralimentazione Buchi per motori Diesel. (Revue B. B., N. 1-2, gennaio-febbraio 1935, pag. 56-57, con 6 fig.). **30 d**

Fra i miglioramenti, che hanno accentuato la diffusione di questo sistema di sovralimentazione, ormai applicato ad oltre 200 motori Diesel, per una potenza complessiva di circa 320.000 kW, sono notevoli l'aumento del rendimento della turbina a gas di scappamento e della soffiante e l'incorporazione del gruppo di sovralimentazione col motore a combustione interna. Anche per i motori di piccola potenza (110 ÷ 150 kW) ed a grande velocità, il sistema si presta con notevoli vantaggi e specialmente per motori marini e motori da trazione. La riduzione di peso e di ingombro e la silenziosità sono di importanza capitale per i sottomarini. *V. D. Ma.*

La caldaia Velox negli impianti di bordo. (Revue B. B., N. 1-2, gennaio-febbraio 1935, pag. 58-61, con 1 fig.). **30 v**

È noto che le caldaie a tubi d'acqua impiegate oggidì sulle navi da guerra sono utilizzate al massimo della loro capacità di carico ma in tali condizioni il rendimento scende sotto il 70 %. La caldaia Velox è immune da questa grave limitazione; essa può fornire continuamente la suddetta potenza massima con un rendimento di circa il 90 %, comprese tutte le macchine ausiliarie. Il rendimento elevato della caldaia consente inoltre di economizzare nel combustibile e di accrescere l'autonomia della nave. Questi vantaggi, uniti ad altri indiretti non meno pregevoli, hanno indotto la Marina britannica ad ordinare una tale caldaia prevista per 50 tonn. di vapore all'ora. Una caldaia eguale è stata ordinata pure da una altra Marina importante. *V. D. Ma.*

Pregi particolari della caldaia Velox. (Revue B. B., N. 1-2, gennaio-febbr., 1935, pag. 43-49, con 6 fig.). **30 d**

Una rassegna sullo sviluppo recente della caldaia Velox accenna in primo luogo al perfezionamento conseguito con l'incorporazione del surriscaldatore nell'evaporatore. Il nuovo tipo di caldaia Velox è caratterizzato dalla fiamma diretta dall'alto verso il basso. I gas entrano dalla parte inferiore della camera di combustione nei tubi dell'evaporatore e del surriscaldatore ed arrivano all'apposito collettore situato nella parte superiore: di qui passano prima nella turbina a gas e poscia all'economizzatore ed al camino. Il gas arriva nel collettore ad una temperatura ridotta (450-500 °C); la mancata necessità di raffreddare il collettore dei gas e l'invilupро del surriscaldatore comporta una semplificazione notevole.

Le prove di collaudo eseguite su tre caldaie installate rispettivamente nelle centrali di Toulon, di Haifa e di Mondeville, hanno confermato che il rendimento di tali caldaie supera notevolmente i valori garantiti. L'utilizzazione del ciclo termodinamico del vapore non potrebbe essere migliore: è quindi da prevedere che il gruppo Velox-turbina limiterà l'impiego del motore Diesel per le piccole e medie potenze.

Fra i pregi più notevoli della caldaia Velox va citata la possibilità di un controllo completamente automatico mediante un apposito dispositivo di regolazione. Questo adegua il quantitativo di combustibile alla potenza da fornire, mantiene nelle proporzioni più adatte la portata dell'aria comburente, assicura la costanza della pressione del vapore, mantiene costante il livello dell'acqua, mette fuori servizio la caldaia in caso di guasti alla pompa di circolazione dell'acqua oppure al mancare dell'acqua stessa, limita convenientemente la velocità del gruppo di carico. *V. D. Ma.*

Turbina ad un solo cilindro o turbina a più corpi? (Revue B. B., N. 1-2, gennaio-febbraio 1935, pag. 38-41, con 5 fig.). **30 d**

La convenienza di impiegare la turbina a più corpi in tutti gli impianti moderni e importanti non è più fuori discussione. Al miglior rendimento della turbina a più corpi fa riscontro una minor spesa d'impianto per quella monocilindrica. Quando si tratta di pressioni fino a 20 kg/cm², quest'ultima turbina è senza dubbio quella più conveniente. Essa conviene anche per pressioni superiori, fino a 44 kg/cm², se si tratta di una turbina di riserva oppure quando le dimensioni del fabbricato non permettono l'impianto di una turbina a più corpi. Negli stessi limiti di pressione, da 20 a 45 kg/cm², la turbina a più corpi è da preferire se essa dev'essere installata in una centrale a regime regolare. La stessa turbina entra in ogni caso solo in considerazione per pressioni di vapore superiori a 45 kg/cm². *V. D. Ma.*

RADIOTECNICA.

L. G. A. Sims — **Determinazione delle lunghezze d'onda, col metodo dell'eterodina.** (Engin., 5 ottobre 1934, pag. 348-350, con 3 fig.). **34 g**

Per la determinazione delle lunghezze d'onda dell'ordine di qualche metro, l'Autore si riferisce al metodo di Lecher, col quale si arriva a risultati soddisfacenti. Per le lunghezze d'onda di valori più elevati, viene preconizzata l'utilizzazione delle armoniche di una emissione ausiliaria, di frequenza fondamentale molto più piccola. Per ottenere la massima precisione dal metodo, l'Autore ricorre all'impiego di un'eterodina ausiliaria, come dettagliatamente descritto nell'articolo. *E. R.*

F. Hamburger — **Recenti ricerche nelle radiocomunicazioni.** (Elec. Eng., agosto 1935, pag. 843-846). **34 v**

Numerose sono state le ricerche sulla propagazione delle radioonde e sulla ionosfera. Sembra accertata la esistenza di diversi strati fra cui i principali sarebbero: strato E a 100-120 chilometri di altezza, strato F_1 a 180 chilometri e strato F_2 a circa 240 km. Sono state misurate la densità elettronica relativa di questi diversi strati e le rispettive frequenze critiche colle loro variazioni diurne e stagionali. I risultati dedotti da questi studi si sono dimostrati in buon accordo cogli studi sperimentali su prove di trasmissione con onde a diversa frequenza. Anche nel campo delle microonde, si sono moltiplicati gli studi specialmente per la costruzione di oscillatori di pratico impiego per frequenze oltre 100 megacicli. Nella televisione l'attenzione si rivolge specialmente ai metodi che utilizzano fasci elettronici per l'esplorazione; un altro problema d'attualità è quello della ricerca di conduttori adatti per trasmettere su filo le vastissime bande di frequenze necessarie per la televisione. Nei riguardi delle antenne sono specialmente da ricordare le ricerche per la determinazione del campo di emissione e della direttività e gli studi sulle proprietà di antenne di forma speciale.

L'articolo è corredato da una vastissima bibliografia dei più recenti articoli apparsi sugli argomenti citati. *N.*

C. W. Hansell — **Linee in risonanza per regolazione di frequenza.** (Elec. Eng., agosto 1935, pag. 852-857, con 9 fig.). **34 c**

Per ridurre e compensare gli effetti delle cause intrinseche o estrinseche che tendono a far variare la frequenza in un oscillatore a tubi elettronici, occorre un circuito oscillatorio che abbia una selettività grandissima e che sia capace di accumulare l'energia oscillatoria in misura molto maggiore delle variazioni di energia prodotte dalle cause che provocano le variazioni di frequenza. Questi requisiti possono essere raggiunti coll'impiego di linee risonanti opportunamente studiate. Un tipo opportuno di tali linee è costituito da conduttori tubolari concentrici di forma tale che il conduttore interno sia completamente racchiuso da quello esterno. La energia oscillante è accumulata completamente nei campi elettromagnetici fra i due conduttori e non si verificano radiazioni nè accoppiamenti involontari con circuiti od oggetti esterni. La minima lunghezza del conduttore interno deve essere eguale a un quarto della lunghezza d'onda corrispondente alla frequenza considerata, cosicchè, ad esempio, per 25 megacicli basterebbero circa 3 metri. Per frequenze molto elevate il quarto d'onda può essere troppo corto praticamente e si può allora ricorrere a lunghezze maggiori. Il rapporto fra i diametri dei conduttori, per ottenere il minimo fattore di potenza e il più elevato grado di selettività di frequenza, deve essere 3,6. L'A. riporta molte notizie riguardo alla costruzione di queste linee e al loro funzionamento. Esse hanno già trovato numerose applicazioni negli impianti radio negli Stati Uniti. Rispetto agli stabilizzatori a cristallo, il sistema a linee risonanti presenta il vantaggio di una maggiore potenza disponibile. *N.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

P. Bunet — **Il collegamento a stella dei trasformatori e le armoniche triple nel punto neutro.** (Bull. Soc. Franc., settembre 1935, pag. 863-890, con 20 figure). **40 e**

Come è noto, alimentando con tensioni trifasi sinusoidali un sistema trifase di trasformatori con primario a stella la tensione nei rami della stella, causa la saturazione del ferro, non è più sinusoidale ma contiene armoniche multiple di tre. L'A. ripiglia in esame il fenomeno già ben noto, discutendolo sulla base delle più recenti discussioni avvenute a proposito dell'influenza delle linee di trasporto di energia su quelle di comunicazione. Viene anzitutto considerato il caso di trasformatori trifasi a flusso libero e poi quello dei trasformatori trifasi a tre colonne, indicando gli artifici più opportuni per ridurre il più possibile gli effetti dannosi lamentati.

Viene anche tenuto conto degli effetti dovuti alle perdite nei bulloni di serraggio ed agli eventuali carichi dissimmetrici fra il neutro e gli estremi. Le considerazioni fatte vengono poi applicate al caso di trasformatori inseriti su una linea trifase con neutro a terra, mettendo in evidenza l'entità che possono raggiungere i fenomeni dovuti alle armoniche. Vengono esposte alcune considerazioni sulla opportunità di diverse disposizioni possibili. *Rt.*

H. Kropp — **Trasmissione di energia su lunghe condutture.** (Archiv f. Elektr., giugno 1935, pag. 431-441, con 7 fig.). **40 b**

L'A. parte dalla considerazione di una lunga linea di trasmissione di energia di cui siano note le caratteristiche supposte uniformemente distribuite, e ricorrendo all'artificio di considerare separatamente i valori reali delle due componenti delle grandezze complesse, elabora diagrammi che permettono di risolvere i problemi inerenti alla trasmissione e per la costruzione dei quali si devono eseguire calcolazioni unicamente su grandezze reali. Tali calcolazioni si possono poi eseguire senza bisogno di ricorrere a circuiti equivalenti e riescono molto approssimate. Sono considerati diversi casi; possono essere richieste le caratteristiche di tensione e di potenza attiva e reattiva ad una estremità della linea essendo note quelle dell'altra estremità; oppure possono essere date la tensione a una estremità e la potenza attiva e reattiva all'altra estremità; od anche può essere nota la tensione a una estremità e la resistenza e la reattanza del carico all'altra estremità ecc. Tutti questi casi possono risolversi mediante opportune modifiche del diagramma fondamentale. È ancora considerato il problema della determinazione delle perdite sia di energia attiva che reattiva e dei corrispondenti rendimenti della trasmissione. Un esempio numerico chiarisce l'applicazione del metodo che è specialmente utile per linee aeree lunghe più di 200 km o per linee in cavo di oltre 50 km, essendo per lunghezze minori già noti metodi più rapidi. *N.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

W. Kleinow — **Sforzo di trazione e potenza dei locomotori.** (El. Bahnen, N. 3, marzo 1935, pag. 57-61, con 4 fig.). **41 e**

Il progetto di una motrice elettrica presuppone in primo luogo la determinazione della sforzo di trazione per il rimorchio dei treni di peso prefissato a velocità imposte a priori. La corretta determinazione deve tenere conto di molti fattori, i quali influiscono poi sul calcolo della potenza della motrice. Il problema dell'aderenza merita una particolare considerazione. Sopra questi elementi base per il progetto di un veicolo motore l'A. si sofferma a lungo facendo infine un confronto fra le prestazioni di un locomotore elettrico e di una locomotiva a vapore, basandosi sulle curve caratteristiche dei due tipi di veicoli. *V. D. Ma.*

CRONACA TECNICA

ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA.

2 b L'influenza delle basse temperature negli accumulatori a piombo si manifesta, come espone in *R. G. E.* (8 giugno 1935, pagine 728-37) Génin, con una diminuzione della capacità, dovuta all'aumento della viscosità dell'elettrolito con rallentamento della diffusione nei pori della massa attiva. Lo studio separato degli effetti sulle piastre negative e positive mostra che l'accorgimento più efficace contro le basse temperature (l'aumento della concentrazione dell'acido) non è applicabile, poichè accresce l'importanza delle azioni locali di solfatazione e distruzione dei diaframmi e, se favorisce il funzionamento delle placche positive, è a grave discapito di quelle negative. Perciò il rimedio sta unicamente in una buona manutenzione, con soppressione della solfatazione e verifica della densità dell'elettrolito a fine scarica. *G. Cc.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

19 v Notizie sulla illuminazione di gala eseguita a Londra in occasione del giubileo dei Regnanti sono contenute in *The Elect.*, 10 maggio 1935, pag. 395. Sono riportate numerose fotografie dei principali edifici che furono illuminati, coi dati principali relativi agli impianti di illuminazione. Si ritiene che la potenza totale impegnata per tale servizio sia stata dell'ordine di 50.000 kW. È stato fatto largo uso di nuovi tipi di lampade ad alto rendimento producenti luce colorata della più varie tinte. *Ri.*

19 b Un abbaco per il calcolo dell'illuminazione in piani verticali e orizzontali con riferimento agli impianti delle strade è tracciato e illustrato in *R. G. E.* (6 luglio 1935, pagg. 11-17) da Noel e Vallat. La conoscenza dei coefficienti di diffusione del materiale di rivestimento della strada permette poi di calcolare la luminosità e quindi il contrasto o differenza di luminosità per una certa posizione dell'osservatore, ciò che, meglio di ogni altro elemento, caratterizza l'efficienza dell'installazione. *G. Cc.*

19 b Una serie di prove per la determinazione delle **caratteristiche riflettenti di materiali** impiegati nei rivestimenti della sede stradale è illustrata da Merry Cohn in *R. G. E.* (15 giugno 1935, pagg. 755-67). Tali prove sono state compiute utilizzando un modello ottenuto ritagliando in cartone le curve polari rappresentanti l'illuminazione e congiungendo con fili (linee di isoluminosità) gli estremi dei raggi vettori di eguale lunghezza. L'A. espone la tecnica delle operazioni e riferisce i risultati di alcune osservazioni. *G. Cc.*

MACCHINE A COLLETTORE.

25 c Una dinamo per saldatura ad arco è descritta in *The Electr.* 10 maggio 1935, pag. 605. Essa è del tipo a poli ausiliari, con tre spazzole. L'eccitazione per i poli principali è derivata fra la spazzola negativa e quella ausiliaria. I poli ausiliari portano un grosso avvolgimento in serie in opposizione a quello dei poli principali, così che la tensione totale generata è la differenza fra quella generata sotto i poli principali e quella generata sotto i poli secondari. La macchina ha caratteristiche molto buone. In un altro tipo di macchina vi sono due spazzole ausiliarie in corto circuito fra loro e disposte a 90° con quelle principali. Anche questa macchina ha caratteristiche molto opportune per i lavori di saldatura. *Ri.*

MISURE.

28 b Il generatore d'impulsi a 3000 kV istallato nel laboratorio della Compagnia Generale d'Elettroceramica è descritto da Schuep e Sollima in *R. G. E.* (22 giugno 1935, pagg. 799-814). Gli AA illustrano con le caratteristiche principali dell'apparecchio i particolari di impianto: il quadro di comando, il raddrizzatore di carica, i condensatori, la resistenza di carica, gli scaricatori intermedi, la linea ad alta tensione, lo scaricatore principale con sfere di 2 m di diametro, le misure adottate per la sicurezza del personale, i circuiti di terra e riferiscono infine qualche esempio di operazioni realizzate. *G. Cc.*

RADIOTECNICA.

34 v Un rendiconto dei lavori del congresso dell'Unione radio scientifica internazionale che ha avuto luogo a Londra il settembre del 1934 è riportato da Picault in *R. G. E.* (-3 luglio 1935, pagg. 45-52). I principali argomenti trattati sono: misure di frequenze e di campo; studio delle proprietà della jonosfera, dell'influenza degli eclissi e dell'attività solare sulla propagazione delle onde; studio dei disturbi atmosferici, delle onde ultra-corte, delle teorie oscillatorie. *G. Cc.*

STATISTICA.

36 Notizie sui progressi dell'**industria elettrica negli ultimi 25 anni in Inghilterra** sono esposti in *The Electr.* 3 maggio 1935, pag. 565. Nel 1910 il turboalternatore di maggior potenza era di 7000 kW, mentre attualmente ne sono in funzione due da 75.000 kW e ne è in costruzione uno da 105.000 kW. L'uso della corrente continua che era assai diffuso si è ormai limitato al servizio di trazione ed a pochi altri usi speciali. La radiotelefonia che era ai primi tentativi collega ormai l'Inghilterra con tutto il resto del mondo. Nella tecnica delle alte tensioni si è arrivati a tensioni di quasi 10.000.000 di volt, permettendo applicazioni scientifiche del maggior interesse. Nel 1910 s'installò il primo raddrizzatore in bulbo di vetro, mentre attualmente ne sono installati tanti per una potenza totale di 300.000 kW. Sono forniti dati sui progressi compiuti nei più diversi campi dell'elettrotecnica. *Ri.*

36 La produzione di energia elettrica durante il 1934 in Inghilterra è valutata in 22.799 milioni di kWh (*The Electr.*, 10 maggio 1935, pag. 593). Nello stesso anno la produzione sarebbe stata di 30.500 milioni in Germania, di 15.820 milioni in Francia, di 12.850 milioni in Italia, di 2620 milioni in Polonia. Tutti gli Stati fuorchè la Polonia e gli Stati Uniti hanno sorpassato nel 1934 la produzione del 1929. Le percentuali di incremento nel 1934 rispetto al 1933 sono state del 21 % nel Canadà, del 18 % in Germania, del 12,3 % in Inghilterra, dell'11,2 % in Polonia, del 9,2 % in Italia, dell'8,7 % in Argentina, dall'8,4 % in Isvizzera, del 6,4 % in Francia, del 6,1 % negli Stati Uniti. In questi ultimi, la produzione del 1934 è rimasta del 7 % al di sotto di quella del 1929. *Ri.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

41 i Sulle installazioni elettriche a bordo del piroscafo Normandia sono date notizie in *The Electr.*, 17 maggio 1935, pag. 631. I servizi delle cabine e in generale quelli destinati ai passeggeri sono eseguiti con corrente continua a 110 V; si è preferita la corrente continua a quella alternata, che sarebbe stata più conveniente, perchè un attento esame ha dimostrato che quest'ultima avrebbe potuto dar luogo a qualche ragione di preoccupazione in certe zone della nave, specialmente se esposte all'aria salina. I circuiti elettrici destinati alla propulsione sono completamente distinti da quelli per i servizi di bordo. Per questi ultimi, ad eccezione di quelli sopra ricordati, la distribuzione è fatta a 220 volt. La scelta dei tipi di conduttori e di cavi è stata eseguita tenendo conto delle condizioni speciali termiche e igrometriche. Il cavo più grosso impiegato è di 70 mm di diametro con conduttore di 1000 mm² di sezione. Per sezioni maggiori si usano più cavi in parallelo. Grande cura si è presa nello studiare le condizioni di posa per garantire sufficiente ventilazione dei cavi e facilità della loro regolazione. *Ri.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Posta sotto l'alto Patronato del Consiglio Nazionale delle Ricerche. — Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

SOTTOCOMITATO N. 20 - CAVI E CONDUTTORI ISOLATI

APPENDICE ALLE NORME SUI CAVI

In considerazione delle attuali difficoltà di approvvigionamento e allo scopo di sostituire, dove è possibile, materie prime importate dall'estero con altre di produzione nazionale, sono ammesse le seguenti deroghe e modificazioni alle vigenti norme sui cavi e conduttori isolati. Esse *entrano in vigore il 1° dicembre 1935-XIV ed hanno carattere temporaneo.*

A) **Norme sui cavi in carta impregnata** (edizione 1931).

ART. **206.** — ARMATURA A NASTRI DI FERRO.

In luogo dello strato di tessili impregnati sottostante all'armatura può essere usato un cuscino di carta di eguale spessore e impregnato delle stesse sostanze.

La tabella n. 3 è sostituita con la seguente:

Diametro esterno del piombo mm	Spessore di carta impregnata sul piombo mm	Spessore di ogni nastro di ferro mm	Spessore dei tessili impregnati esterni mm
da 12 a 44,9	2,5	0,5	2,0
da 45 a 69,9	2,5	0,8	2,5
da 70 in più	3,0	1,0	2,5

Art. 207. — Armatura a fili di ferro.

In luogo dello strato di tessili impregnati sottostante all'armatura può essere usato un cuscino di carta di eguale spessore e impregnato delle stesse sostanze.

B) **Norme sui cavi isolati in gomma** (edizione 1934).

Art. 3.1-04. — Conduttori isolati per 1000 volt.

Invece di uno strato di gomma pura e due strati di gomma vulcanizzata è ammesso l'uso di tre strati di gomma mista vulcanizzata.

Il nastro può essere di carta.

Art. 3.1-06. — Spessori del tubo di piombo.

La tabella VII è sostituita con la seguente:

Diametro sotto il tubo di piombo mm	Spessore del tubo di piombo mm	Diametro sotto il tubo di piombo mm	Spessore del tubo di piombo mm
fino a 6,5	0,7	da 27,1 a 29,0	1,6
» 6,6 » 8,0	0,8	» 29,1 » 32,0	1,7
» 8,1 » 11,0	0,9	» 32,1 » 35,0	1,8
» 11,1 » 14,0	1,0	» 35,1 » 38,0	1,9
» 14,1 » 16,0	1,1	» 38,1 » 41,0	2,0
» 16,1 » 19,0	1,2	» 41,1 » 43,0	2,1
» 19,1 » 21,0	1,3	» 43,1 » 45,0	2,2
» 21,1 » 24,0	1,4	» 45,1 » 47,0	2,3
» 24,1 » 27,0	1,5	» 47,1 » 50,0	2,4

oltre 50 mm : $s_p = 0{,}5 + 0{,}038\ D$ mm

Art. 4.1-02. — Cordoncini flessibili per apparecchi trasportabili.

Nella ultima fase del primo capoverso, sostituire la parola «cotone» con la parola «tessile».

Verbale dell'Assemblea Generale dell'A. E. I.

Santa Margherita Ligure - 26 Settembre 1935-XIII

Ordine del Giorno:

1. - Comunicazioni della Presidenza.
2. - Comitato Elettrotecnico Italiano.
3. - Bilanci.

Presiede il Presidente Generale, Ing. *Emanueli* col Segretario Generale, Prof. *Barbagelata.*

Prima di iniziare i lavori, il Presidente ricorda i consoci scomparsi dopo l'ultima assemblea (*tutti i alzano in piedi*). Essi sono:

Sezione Adriatica: Bianchi Ing. Emilio.

Sezione di Bologna: Borriani Ing. Comm. Enrico, Cevolani Edoardo, Cortesi Azeglio, Masetti Zannini Arturo, Silva Ing. Comm. Angelo (Vitalizio - Benemerito).

Sezione di Firenze: Marchi Cav. Guglielmo, Monteverde Ing. Aurelio, Tarchiani Ing. Vittorio.

Sezione di Genova: Gherardi Vico, Orsi Paolo, Questa Comm. Guido.

Sezione di Livorno: Puccinelli Ing. Adolfo.

Sezione di Milano: Caldirola Eugenio, Fogliani Ing. Gianluigi, Hoepli Comm. Ulrico, Morini Dott. Pino, Rainelli Giovanni, Ratti Ing. Comm. Natale (Sostenitore), Sacerdoti Ing. Cesare, Zammit Ing. William.

Sezione di Napoli: Cimmino Ing. Giovanni, Pallme Enrico, Rocco Ing. Luigi.

Sezione di Roma: Bonati Ing. Isidoro, Franceschi Ing. Adolfo, Mariani Ing. Emilio, Parazzoli Ing. Comm. Attilio.

Sezione Sarda: Venchiarutti Riccardo.

Sezione di Torino: Bonfantini Ing. Antonio, Grassi, Prof. Guido, Matte Trucco Giacomo, Nodari Andrea, Silvano Ing. Emilio.

Sezione di Trento: Tommazzolli Ing. Francesco, Visintini Dott. Edoardo.

Sezione di Trieste: Rossi Ing. Rinaldo.

Sezione Veneta: Magrini Prof. Giovanni. Piolini Giuseppe.

Il Presidente ricorda in modo particolare l'Ing. Silva, l'Ing. Ratti ed il Prof. Grassi, ed invita i presenti a raccogliersi per un minuto nel pensiero dei colleghi scomparsi.

1. — Passando quindi al n. 1 dell'Ordine del Giorno (Comunicazioni della Presidenza) il *Presidente* ricorda che disgraziatamente la diminuzione del numero dei soci non si è ancora fermata. Tuttavia può essere di relativo conforto il fatto che dopo il massimo di 400 soci perduti nel 1933, il fenomeno si è attenuato. Nel 1934 si ebbero solo 142 defezioni, e in questo 1935 esse saranno circa un centinaio. Con tutto ciò l'Associazione è forte ancora di oltre 4750 soci.

Ottimo esito ebbe invece l'istituzione dei Soci Sostenitori approvata nell'ultima Assemblea di Gardone. Per l'anno in corso si ebbero infatti ben 162 soci sostenitori individuali e 34 collettivi. Nove degli individuali versarono subito quattro annualità e devono pertanto essere proclamati benemeriti a sensi degli articoli 7 ed 8 dello Statuto. Essi sono:

della *Sezione di Bologna*: Sartori Prof. Giuseppe, † Silva Ing. Angelo.
della *Sezione di Milano*: Banfi Ing. Enrico, Bottani Prof. Ercole.
della *Sezione di Roma*: Celeri Ing. Ferruccio, Del Buono Ing. Ulisse.
della *Sezione di Torino*: Dalla Verde Prof. Agostino, Selmo Ing. Luigi, S. E. Vallauri Prof. G. Giancarlo.

L'assemblea accoglie con applausi i nomi dei consoci benemeriti.

Per quanto riguarda l'*attività delle Sezioni*, il Presidente comunica ch'essa fu notevole, nell'annata, con un 169 riunioni, distribuite fra 14 Sezioni, dato che due Sezioni non diedero, purtroppo, alcun segno di attività.

I *Comitati* per coordinare ed intensificare l'attività scientifico-tecnica dell'A.E.I. nel campo delle *comunicazioni*, la cui costituzione fu decisa nell'ultima assemblea, vennero costituiti soltanto presso le Sezioni Adriatica, di Bologna, Livorno, Milano, Palermo, Torino e Trieste. Il Consiglio Generale, nella seduta di lunedì u. s., approvò la costituzione di un Comitato Centrale destinato a coordinare l'azione dei Comitati di Sezione ed a curare l'organizzazione tecnica di quela parte dele nostre riunioni annuali che, d'ora in poi, sarà sempre riservata agli studi concernenti le Comunicazioni elettriche. Tale Comitato centrale è stato formato dai Proff. Pugno Vanoni e Vecchiacchi in rappresentanza della Presidenza Generale dell'A.E.I.; dal Prof. Lori, in rappresentanza del C.N.R., dall'Ing. Franchetti, in rappresentanza del Sindacato Ingegneri e da un delegato di ciascun Comitato Sezionale.

Nei riguardi dell'attività culturale dell'A.E.I., il Presidente ricorda l'esistenza e l'utilità della *Biblioteca Centrale*, gestita dalla Sezione di Roma. Da una recente indagine risulta infatti che il numero dei soci che ricorrono per consultazioni alla B. C. è assai scarso.

Per quanto concerne le *Pubblicazioni sociali* il Presidente dà la parola al Segretario *Barbagelata* il quale ricorda brevemente i miglioramenti formali apportati alla *Elettrotecnica*, senza alcun sensibile aggravio, mercè l'appoggio degli inserzionisti. Purtroppo non si può ora pensare a rendere meno fitta la composizione, date le limitazioni imposte a tutti i periodici per ridurre l'importazione della cellulosa. Converrà che gli Autori si sforzino di essere più concisi per poter contenere in meno pagine la stessa sostanza tecnica. Il Segretario ricorda inoltre, deplorandola, la scarsa richiesta dei volumi dei *Rendiconti*, opera di consultazione di grande pregio che completano veramente il giornale. Anche per l'*Alta Frequenza* le richieste di abbonamento non sono certo pari al grande valore della pubblicazione.

Proseguendo nelle sue comunicazioni, il *Presidente* ricorda i continuati ottimi rapporti dell'A.E.I. con gli Enti affini, nazionali e stranieri [1]. Informa quindi che la *Borsa Volta* per il 1934 non potè essere utilizzata per la grave malattia del vincitore del concorso, Dott. Paolini, e per la rinuncia del secondo classificato.

È lieto invece di comunicare che su proposta delle rispettive Commissioni giudicatrici, il Premio Jona per il biennio 1933-34 è stato assegnato al Prof. *Giovanni Giorgi*, ed il Premio Righi, per lo stesso biennio al Prof. *Nello Carrara.*

L'assemblea accoglie con un vivo applauso la comunicazione.

2. — Per il secondo punto dell'Ordine del Giorno (*Comitato Elettrotecnico Italiano*) il Presidente dà la parola al Segretario *Barbagelata* il quale riassume brevemente quale fu l'attività del C.E.I. negli ultimi dodici mesi.

3. — Il Presidente ricorda che l'Assemblea è chiamata ad approvare il Consuntivo del 1934, il Preventivo di assestamento del 1935 ed il Preventivo del 1936. I tre *bilanci* sono stati distribuiti e la Presidenza è a disposizione per qualsiasi chiarimento.

Nessuno chiedendo la parola il Presidente mette in votazione i tre bilanci, che risultano approvati all'unanimità.

L'assemblea, pure all'unanimità, riconferma in carica i revisori dei conti.

Il Presidente prima di chiudere l'assemblea dice:

È questa l'ultima assemblea alla quale intervengo come Presidente Generale, e sento il dovere di esprimere a tutti i soci dell'A. E. I. tutta la mia riconoscenza per l'altissimo onore che mi hanno conferito elevandomi alla suprema carica del nostro Soda-

(1) Per questo e per altri punti, maggiori particolari si possono trovare nel Verbale del Consiglio Generale pubblicato il 10 dicembre 1935 a pag. 829.

lizio. Anche la presente Riunione ha dimostrato quanto la nostra A. E. I. sia sempre presente al suo scopo ed io formulo l'augurio vivissimo che essa assuma sempre maggiore importanza nella vita del nostro Paese.

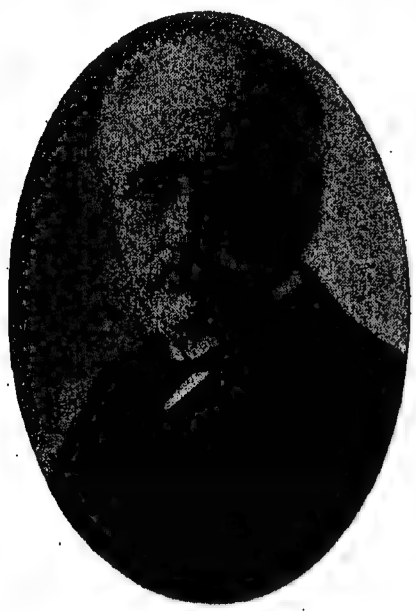
Il Prof. *Rebora* chiede la parola ed a nome di tutti i soci, presenti ed assenti, rivolge un cordiale saluto al Presidente, ringraziandolo per l'opera preziosa svolta nel triennio che sta per chiudersi, in favore della nostra antica Associazione.

Le parole del Prof. Rebora sono accolte da un lungo e caloroso applauso.

L'assemblea è quindi sciolta.

Il Segretario Generale A. BARBAGELATA — *Il Presidente Generale* L. EMANUELI

COMMEMORAZIONE DI GUIDO GRASSI



Presso la Sezione di Torino, il 28 novembre 1935-XIV è stata tenuta una solenne commemorazione del compianto Prof. Guido Grassi, nell'Auditorium dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris.

Parlò per primo il Presidente dell'Istituto, S. E. *Vallauri*, pronunciando le seguenti parole:

Gentili Signore, cari Colleghi,

È giusto ed ha un suo nobile significato il fatto che, dopo la inaugurazione dell'Istituto, avvenuta due mesi or sono, questa sala si riapra la prima volta per la commemorazione di Guido Grassi.

Dopo la celebrazione di Galileo Ferraris, fondatore e nume tutelare della nostra scuola, è doveroso che noi rivolgiamo il pensiero al suo degno successore, da sì breve tempo scomparso, e ne esaltiamo il ricordo.

Ringrazio perciò il benemerito presidente della nostra Sezione per aver accolto il mio invito a tener qui la presente riunione; ringrazio il caro collega, professore Morelli, per aver esaudito il desiderio, che era nell'animo di tutti noi e lo designava prima di ogni altro al compito di rievocare la figura dello studioso e dell'amico.

Insieme col ricordo di Galileo Ferraris, anche quello di Guido Grassi resterà vivo in questo Istituto, la cui attività vuol essere in tutto una vigorosa e vitale continuazione dell'opera compiuta dal professore Grassi, nella vecchia sede di via Mario Gioda, in oltre un quarto di secolo di nobili fatiche didattiche e scientifiche.

❋

A nome dell'A.E.I., il Presidente della Sezione di Torino, Ing. Prof. *A. Dalla Verde* parlò come segue:

Eccellenza, Signori, Colleghi,

Il Presidente Generale e il Segretario della A.E.I., trattenuti altrove da imprescindibili impedimenti, mi hanno incaricato di scusare la loro assenza e di rappresentarli in questa commemorazione.

A nome pertanto della Presidenza Generale nonchè della sezione di Torino della A.E.I. ringrazio vivamente la Direzione dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, che ci ha desiderati suoi ospiti stasera in cui per la prima volta, dopo la seduta inaugurale, quest'aula si apre al pubblico.

Ringrazio poi il chiarissimo Prof. Morelli per aver accettato il nostro invito di commemorare il compianto Prof. Guido Grassi; nessuno meglio di lui avrebbe potuto assolvere questo compito data la lunga consuetudine di colleganza e di amichevole famigliarità che lo univa con l'illustre scomparso.

Io non ho avuto la ventura di essere allievo del Prof. Grassi, come l'hanno avuta molti fra quelli che vedo qui raccolti, e che in lui avevano non il solo Maestro di scienza, dalla parola chiara, convincente, precisa, ma il Padre sempre affettuoso e premuroso, ma il vero Apostolo di quella bontà e umanità, di quel senso del dovere nella vita, che in questa scuola erano e sono tradizionali fin da quando Galileo Ferraris, nel 1887, ne gettava le norme fondamentali.

Delle benemerenze del Prof. Grassi verso la nostra Associazione e verso il Comitato Elettrotecnico Italiano dirà ampiamente il Prof. Morelli.

Io qui mi limito a ricordare la parte vivissima presa dal Grassi in quel Sottocomitato per l'Alluminio nel quale due anni fa ebbi la sorte di prendere il Suo posto. Le direttive da Lui a suo tempo tracciate circa le caratteristiche e gli impieghi elettrotecnici di questo materiale di produzione nazionale — direttive che io non ebbi che da seguire — rivelano in lui, oltre alla ben nota competenza e lucidezza di idee, una chiara visione delle necessità italiane di potenziare tutte le proprie risorse, di cui sentiamo tutto il valore, specialmente in questi giorni di iniquo assedio economico.

Nella vita umana una fra le cose più nobili è certo l'opera data a preparare con gli studi, con l'insegnamento, con l'esempio, il progresso e lo splendore di domani.

Tutta l'esistenza di Guido Grassi fu inspirata a queste supreme direttive: Egli ha bene meritato della Patria e del Mondo.

❋

L'Ing. Dalla Verde cedette poi la parola al Prof. Ing. *E. Morelli* per il seguente discorso commemorativo:

Eccellenze, Signore e Signori,

Chiamato dalla fiducia di Sua Eccell. il prof. G. C. Vallauri e dell'Illustre nostro Presidente Ing. Prof. Agostino Dalla Verde a commemorare Guido Grassi, comprenderanno tutti facilmente la mia profonda commozione in questo momento, poichè per me non si tratta solo di illustrare l'opera di un Luminare della Scienza italiana, ma anche di parlare di un carissimo Collega ed amico, col quale per oltre trent'anni ho avuto l'onore ed il piacere di collaborare, sempre in perfetta armonia, anzi con una speciale reciproca comprensione; la mia commozione viene accentuata dalla presenza della sua eletta Famiglia a cui pure mi legano i particolari vincoli di affezione che mi univano al Grande Scomparso.

Come necessaria premessa a quanto verrò esponendo, mi preme anzitutto di rilevare che il Prof. Guido Grassi, Dottore in Fisica, qui a noi presente nella A.E.I. specialmente come Elettrotecnico valente, è stato per parecchi anni, all'inizio della sua carriera, anche un distinto studioso della Meteorologia e della Fisica pura, spaziando colla sua vasta cultura in campi molto diversi dal nostro; ad illustrare completamente i molti lavori del Grassi nel campo della Scienza pura, vorrà autorevolmente trattarne in altra Sede, alla Accademia delle Scienze di Torino, il suo Illustre Successore, Sua Eccellenza il Prof. Gian Carlo Vallauri.

Guido Grassi, nato a Milano il 28-5-1851, figlio dell'Ingegnere Luigi da Pavia e di Giulia Venini da Varenna, fatti i suoi studi elementari e classici a Milano, passò all'Ateneo di Pavia addottorandosi in Fisica il 26-7-1872; fu subito apprezzato per il suo amore agli studi ed il suo ingegno dai suoi Insegnanti, talchè già nel 1872 lo troviamo Assistente alla Cattedra di Fisica tecnica tenuta dal Ferrini in Milano, ma poi ben presto richiamato a Pavia dal Prof. Giovanni Cantoni, Deputato e poi Senatore, che lo volle come suo Assistente affidandogli l'incarico di sostituirlo nelle lezioni per interi periodi dell'anno scolastico, incarico nel quale potè subito dar prova della spiccata sua attitudine all'insegnamento. Andò poi, per desiderio del Cantoni stesso, che lo prediligeva, all'Ufficio Meteorologico di Roma, ove rimase dal 1877 al 1879, prodigandosi con grande attività a favore di quell'Istituto.

Fin da allora nel periodo 1873-79 si inizia la sua produzione scientifica sulla Meteorologia e la Fisica di cui mi limiterò qui alla citazione dei più notevoli suoi lavori comparsi nei « Rendiconti dell'Istituto Lombardo di Milano » e sulla « Meteorologia Italiana », di Roma:

« Sulla costituzione e combinazione dei corpi ».

« Sul movimento molecolare dei fluidi aeriformi » (1873-75).

(Memorie che precorrono i tempi nello studio del mondo atomico e nel campo della fisico-chimica).

« Sulla altimetria barometrica » (1876).

« Sui barometri aneroidi e confronti barometrici » (1876).

« Sulla temperatura in relazione coll'energia attuale » (1877).

« Sulla temperatura media d'Italia e su quella a varie altezze » (1878-79).

(Memorie che interessano l'ingegnere in generale).

Sull'Elettrometro del Palmieri e sulla graduazione galvanometrica », ed altre che interessano particolarmente gli elettrotecnici.

Memorie tutte in cui l'Autore mette in evidenza il suo spirito di osservazione, le sue conoscenze teoriche e la sua abilità sperimentale, che richiamano su di Lui sempre più l'attenzione degli studiosi e delle Autorità, talchè nel 1879, dopo un incarico, viene per concorso nominato Ordinario di Fisica tecnica nella R. Scuola di applicazione di Napoli; inaugura così, il Grassi, ufficialmente, a soli 28 anni, la sua carriera di Insegnante. Tutti quelli che allora e dopo furono suoi allievi, attestano dell'ordine, della precisione, della chiarezza della sua esposizione che fecero di Lui nelle Lezioni e nelle molteplici Conferenze uno dei più valenti Maestri delle nostre Scuole Superiori.

Nella Scuola di Napoli, lavorò specialmente sulla Tecnologia del calore in una ricca serie di Memorie di cui ci limitiamo a citare:

« Sul compensatore a stantuffo nelle macchine a vapore ».

« Sulla trasmissione del calore » (1883).

« Sul termometro ad aria e misura di piccole variazioni di temperatura » (1885).

« Sulla temperatura di regime degli essicatoi » (1886).

Inoltre pubblicò il « Corso di fisica applicata. Riscaldamento e ventilazione » (1883-90), professato in quella Scuola.

E qui comincia un nuovo periodo della sua multiforme attività che più direttamente riguarda la nostra A.E.I.

Fin dal 1885, convintosi della importanza delle applicazioni elettriche, teneva conferenze su questioni ad esse attinenti e nel 1886 compieva, di propria iniziativa, un lungo viaggio di studio all'estero, visitando i maggiori Laboratori scientifici di Parigi, Londra, Berlino, Monaco, Vienna, Zurigo, ecc., riferendone poi ampiamente al Ministro Coppino. Col corredo di preziose informazioni così assunte, apriva subito a Napoli un Laboratorio di Elettrotecnica e preparava nel 1886-87 un Corso di Lezioni su tale materia, di cui ebbe regolare incarico nel 1888. Intanto però trovava il tempo per pubblicare una serie importante di lavori, orientati sempre di più verso la elettrotecnica, ma ancora di carattere scientifico, comparsi negli Atti dell'Accademia delle Scienze di Napoli o dell'Istituto di Incoraggiamento e sul periodico « L'Industria » di Milano. Facciamo qualche cenno:

« Metodo per graduare i galvanometri » (1887).

« Apparecchio e metodo per misura di correnti di grande intensità » (1888).

« Teorema relativo alla composizione delle batterie elettriche » (1888).

« Rendimento luminoso delle lampade a incandescenza e convenienza loro » (1889).

« Riscaldamento dei conduttori percorsi dalla corrente elettrica » (1889).

« Distribuzione delle correnti in una rete di conduttori » (1891).

« Calcolo delle reti di distribuzione elettrica » (1889-91).

« Galvanometri compensati a sensibilità costante » (1891).

« Resistenza magnetica delle derivazioni nell'aria e sua misura » (1892).

Nel 1892 per unanime designazione dei suoi Colleghi di Napoli, presso i quali godeva ormai della più grande fiducia, lo troviamo alla Direzione della Scuola di Napoli, carica che mantiene per molti anni; tale grave incombenza non lo distoglie però dai suoi studi prediletti ed abbiamo da Lui parecchie altre Memorie di Elettrotecnica fra il 1893 ed il 1896:

« Misura della resistenza interna delle pile ed accumulatori » (1893-95).

« Alcune forme semplici di galvanometri » (1894).

« Regola economica pel calcolo delle condutture elettriche » (1895).

« Trasformatori a correnti alternate con condensatore secondario » (1896).

Nel 1896 fondata dal Galileo Ferraris la Associazione Elettrotecnica Italiana, troviamo subito il Grassi fra i fondatori e compaiono negli Atti varie sue Note importanti, che si seguono nel periodo 1897-99:

« Sul calcolo dell'indotto di una dinamo » (1897).

« Sulla trasformazione di corrente trifase in monofase » (1897).

« Sul lavoro di magnetizzazione » (1898).

« Sulla energia delle correnti parassite nei conduttori delle dinamo » (1898).

« Sul calore prodotto dalle correnti parassite nei conduttori » (1899).

« Sulla trazione elettrica » (1899-1900). Tutti lavori di attualità e di preparazione per uno importantissimo di cui parleremo.

Intanto, come riconoscimento degli alti suoi meriti scientifici, nel 1896 viene nominato Socio dell'Accademia dei Lincei e nel 1897 ordinario della Società Reale di Napoli.

La morte immatura di Galileo Ferraris nel 1897 apre inaspettatamente la successione nella Scuola di Elettrotecnica di Torino da Lui fondata dieci anni prima e nella quale ho avuto l'onore di essere suo Assistente dal 1886-1889; aperto il concorso per la Cattedra e per la Direzione, Guido Grassi viene generalmente ritenuto come il più degno successore e nel 1898, prendendo possesso della doppia carica, lascia a Napoli il più vivo rimpianto e grato ricordo fra Colleghi ed Allievi a Lui affezionatissimi. Ben presto il Grassi si acquista nel nostro Politecnico la più alta considerazione, specialmente fra gli elettrotecnici, talchè per unanime deliberazione viene eletto Presidente Generale della A. E. I. pel triennio 1900-1902; in tale periodo, questo nostro grande sodalizio, fondato pure dal Ferraris, si consolida e si sviluppa rapidamente, acquistando un alto prestigio presso il Governo, che ne fa un suo prezioso organo di consulenza, dotato della autorità e competenza necessarie in materie così nuove, delicate ed importanti. Nel 1902 troviamo poi il Grassi Ordinario della Accademia delle Scienze di Torino, Membro della Commissione Superiore Metrica ed in quella dei Servizi Elettrici delle Poste. Successivamente poi lo troveremo nel 1911-15 Membro del Consiglio Superiore della Istruzione ed anche autorevole ed operoso Assessore Comunale di Torino durante il difficile periodo della grande guerra.

Fra tante ed alte cariche, il Grassi però, per naturale sua inclinazione agli studi, non li abbandona mai e volge in quel periodo specialmente la sua attenzione, sulla base dei lavori precedenti, verso l'applicazione della teoria al calcolo delle macchine elettriche generatrici e di trasformazione ed a questioni inerenti, e rileviamo così nei primi anni della sua residenza a Torino una serie importante di Memorie su detti argomenti, di cui facciamo qualche citazione:

« Sulla misura della dispersione magnetica nei trasformatori » (1900).

« Sul calcolo delle dimensioni di un alternatore » (1901).

« Sulla variazione della tensione secondaria nei trasformatori » (1902).

« Sul calcolo delle dinamo e degli alternatori » (1902).

« Sul comportamento di un trasformatore con reattanza sec. variabile ».

« Sugli effetti della dispersione e reattanza nei trasformatori » (1902).

Tutto questo ingente complesso di studi di fondamentale importanza, che costituisce un notevole sviluppo ed una razionale effettiva applicazione dei lavori del Kapp, dell'Arnold, del Fisher-Hinen, del Niethammer ed altri, è stato di utile preparazione al Grassi per la sua maggiore opera nel campo scientifico e didattico, opera che gli ha ben meritato la riconoscenza di tutti gli elettrotecnici italiani e più specialmente di quelli che si sono dedicati allo studio ed al progetto delle macchine elettriche in generale, cioè del suo Corso di Elettrotecnica.

L'Opera, nel suo primo volume sui « Principii Scientifici di Elettrotecnica », si inizia con quella concisione e chiarezza che è così raro trovare riunite, richiamando tutte quelle nozioni teoriche fondamentali che sono necessarie per il proficuo studio degli altri due volumi, sul funzionamento e sul calcolo di massima delle macchine elettriche, delle linee elettriche di trasporto e distribuzione e di alcune applicazioni. È un'opera classica, che è tuttora testo scolastico molto diffuso e libro prezioso di consultazione in Officine e Studi Tecnici; di essa furono fatte parecchie ristampe fino alla 7ª edizione, successivamente rivedute ed ampliate dall'Autore, che ne fece oggetto per molti anni di particolare cura e ben meritoria fatica. Le varie revisioni furono basate su molti altri studi che il Grassi pubblicò nel 2° periodo della sua permanenza fra noi e di cui mi limiterò a citare:

« Le misure di reattanza e induzione mutua nei circuiti a corrente alternata » (1909).

« Le oscillazioni ed il raddoppiamento di frequenza con lampade metalliche ».

« Sul modo di variare della corrente principale nel trasformatore » (1924).

« Sul calcolo delle lunghe linee di trasporto » (1925); memoria specialmente importante nella quale con opportuna applicazione del metodo simbolico, l'Autore fa vedere (anche con applicazione numerica ad un caso concreto fatta in collaborazione con un suo distinto allievo, l'Ing. Carlo Palestrino), che si possono in modo semplice ed esatto avere i risultati che più interessano sulle tensioni e correnti alle due estremità della linea.

Nel 1917-19-20 compie poi il Grassi alcune ricerche sperimentali importanti « Sulla resistività e sul coefficiente di temperatura dell'alluminio » e ciò per speciale incarico affidatogli dal Comitato Elettrotecnico Italiano (di cui è stato Membro autorevole fin dalla sua fondazione) e onorando l'Italia con un notevole contributo ai lavori della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

E ora, dando uno sguardo riassuntivo a tutta l'opera del Grassi, si resta ammirati nel vedere come una sola persona, così calma e tranquilla, abbia potuto fare tanto ed importante lavoro, simultaneamente nel campo didattico e scientifico, pure occupando le più alte cariche col massimo zelo; bisogna pur constatare che non sono coloro che più si agitano quelli che più producono; la massima efficienza la troviamo appunto negli uomini che dotati di alto

ingegno lo sanno bene utilizzare, con una operosità calma, ordinata ed armonica.

E qui mi preme ancora insistere sopra un'altra qualità del Grassi e cioè sul suo alto spirito di iniziativa a favore dell'insegnamento superiore in Italia; dopo aver lavorato, come abbiamo visto, nel campo della elettrologia come ramo importante della fisica pura (nata colla pila del Volta e seguita dai lavori del Faraday, Ampère, Oersted, Maxwell ed altri) il Grassi seguì tutti gli sviluppi della elettrotecnica iniziatisi coll'invenzione dell'anello di Pacinotti nel 1860, e quindi (sviluppatesi le officine di costruzione, le grandi centrali e le molteplici applicazioni che ebbero origine dalla pratica utilizzazione del motore a campo rotante scoperto dal Ferraris nel 1885), il Grassi contribuì coi suoi studi a dare i fondamenti della elettromeccanica; ma a questo punto, dopo le iniziative già prese colla fondazione in Napoli fin dal 1888 di una delle prime Scuole di Elettrotecnica, venuto a Torino intuì la opportunità di alcuni Corsi di specializzazione dando vita successivamente ad essi (ricordiamo i Corsi di Telegrafia, e Telefonia [Artom e Soleri] e di Impianti Elettrici [Ponti e Palestrino]). Sopratutto comprese, sulla scorta di quanto aveva visto all'estero e nelle visite di cui ben sovente ci onorava alle Officine della Società Elettrotecnica Italiana, nella sua mente di calcolatore, ma anche di esperimentatore e di realizzatore, che per il progetto completo di predeterminazione di tutte le dimensioni e dei particolari delle macchine elettriche (il quale dipende da un complesso di considerazioni tecniche ed economiche sui materiali e sui mezzi e processi di lavorazione) occorre l'esperienza del costruttore in continuo contatto colle applicazioni, ed in tale persuasione appoggiò nel 1900 l'idea di un Corso di Costruzioni Elettromeccaniche, al cui insegnamento il Politecnico volle chiamarmi e che, primo in Italia, subito nel 1900-1901 e poi successivamente chiamò a Torino una eletta schiera di allievi. Ed è in tale circostanza che ebbi speciale opportunità di apprezzare nel Grassi, oltre la sempre viva sua iniziativa che lo spingeva continuamente a contribuire allo sviluppo di nuovi rami dello scibile, anche il suo alto spirito di comprensione che lo guidò, con ben inteso accordo, a fissare convenientemente lo scopo ed i limiti del nuovo insegnamento, in modo da evitare duplicati, lasciandomi in pari tempo piena libertà di sviluppo e trattazione della materia. È specialmente da questa iniziale, cordialissima cooperazione che ha trovato radice quella intima amicizia di cui il Grassi mi ha onorato per tutta la sua vita e che originatasi così nel cervello è andata ben presto al cuore, poichè in Grassi vi era un'alta mente non solo, ma anche un cuore sensibile e nobilissimo.

E siamo così condotti, dopo aver studiato il grande scienziato e didatta a vedere in Lui anche l'Uomo che ebbe per la sua degnissima Consorte, Enrica Albini, il cui cuore è certo qui stasera con noi, figlia pure di grande scienziato, e per tutta la sua famiglia, un grande attaccamento ed amore, purtroppo duramente provato dalla immatura perdita della sua Giannina e del suo Marco, alla cui memoria volle nobilmente istituire un premio scientifico.

Caratteristiche principali della sua conversazione con famigliari ed amici, come nelle sue Lezioni, erano la chiarezza della esposizione e la serenità di critica e di giudizio, unite ad una fine arguzia.

È ben nota la sua passione per l'alpinismo e cui dedicava sovente i suoi periodi di riposo ritraendone grande godimento dello spirito e giovamento per le sue forze fisiche.

Il Grassi ebbe poi un vero culto delle arti in generale e particolarmente della musica della quale ha sempre coltivato con passione tanto gli studi teorici e storici, quanto le esecuzioni strumentali al pianoforte ed al violino. Portato per sua natura allo studio dei classici della musica, di cui era fervido ammiratore, Egli non trascurava tuttavia di seguire le evoluzioni moderne di quest'arte.

Anche nel campo delle discipline storiche e letterarie, la sua profonda cultura, fondata sulle solide basi degli studi classici compiuti in gioventù ed arricchita però continuamente da letture in tutti i campi, a Lui facilitate dalla estesa conoscenza di lingue estere, stava a testimoniare l'elevatezza dello spirito e la versatilità dell'ingegno ed il desiderio insaziabile di sempre nuove conoscenze del vero e nuove ricerche del bello. Anche negli ultimi anni della sua vita frequenti erano nella sua conversazione intima le citazioni di dati storici e di interi brani poetici che dimostravano la vastità delle sue conoscenze, la sua mente fresca e la sua ferrea memoria.

Mancato ai vivi il 21 settembre 1935, ad 84 anni, nella sua cara Varenna, dove pochi anni prima aveva festeggiato il cinquantennio del suo felicissimo matrimonio del 1882, Egli ha lasciato nella famiglia, nei congiunti, amici, allievi ed in tutti i fisici ed elettrotecnici che lo conobbero, il più vivo rimpianto ed un indelebile ricordo.

In altra circostanza, nel 1928, quando il Grassi avendo lasciato l'insegnamento per limite di età, tanti ammiratori vollero onorarlo con un ritratto in bronzo posto nella Sala del Politecnico intitolata al suo nome, il suo degno Successore, S. Ecc. Vallauri ebbe a dire giustamente per Guido Grassi, della sua bontà sempre serena ed equanime, della sua finezza piena di signorilità e dell'equilibrio ed armonia di una vita così degnamente vissuta fino ad età avanzata, raggiunta con invidiabile freschezza di spirito.

Ed io aggiungerò, concludendo, che Guido Grassi, fu uno scienziato del vecchio stampo italiano, dello stampo del Leonardo e di Galileo Ferraris ed altri, di quegli uomini che vissero per la scienza, studiosi disinteressati ed appassionati di essa nei suoi più vasti limiti, ma in pari tempo anche distinti cultori dell'arte, amanti così del vero e del bello nelle più alte espressioni del pensiero umano.

Ed ora volgendo commosso uno sguardo alla dolce espressione della tua effige, Guido Grassi, in questo momento solenne in cui certo aleggia fra noi il tuo spirito eletto, io sono sicuro di interpretare il sentimento unanime di tutti i presenti, rivolgendo alla tua venerata memoria un saluto affettuosissimo ed anche il saluto di memore riconoscenza che spetta a Chi, in un cinquantennio di intenso lavoro, di nobili iniziative, di severi studi, ha, nel suo campo, bene meritato della Patria, dell'amata Italia nostra, la quale, in questo periodo storico, per virtù di Popolo, per saggezza del suo Re Vittorioso, colla guida fattiva e lungimirante del Duce, meravigliosamente concorde, disciplinata e sicura del suo buon diritto, si avvia vittoriosamente verso i ben meritati suoi più alti destini.

La stampa politica ha già dato notizia della scomparsa di S. E. l'Onorevole

Ing. GAETANO POSTIGLIONE

socio della Sezione di Roma.

Salito in giovane età alle più alte cariche pubbliche Egli aveva serbato cordiali rapporti cogli antichi colleghi e molti consoci ricorderanno la Sua partecipazione al Congresso di Sorrento in rappresentanza del Governo.

Ai congiunti la nostra profonda espressione di compianto.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI BOLOGNA (Borsa di Commercio, 24 B).

8 Dicembre - ore 10,30. — Per onorare la Memoria di Galileo Ferraris il Prof. Gr. Uff. G. SARTORI riprodurrà alcune delle classiche esperienze ad illustrazione della scoperta del campo rotante.

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).

21 Dicembre - ore 21. — MARULLO Dott. Ing. Alfonso: « La Stazione di radiodiffusione dell'E.I.A.R. a Firenze ». Seguirà l'*Assemblea Straordinaria dei Soci.*

22 Dicembre - ore 14,15. — Visita alla Stazione Radio-Firenze.

27 Dicembre - ore 21,15. — RIMINI Prof. Dott. Ing. Gino: « Unità Giorgi e dualità elettromagnetica ».

SEZIONE DI GENOVA (Via Assarotti, 4/2).

5 Dicembre. — Prof. Dott. Augusto OCCHIALINI: « La spettroscopia al servizio della fisica e dell'astronomia ».

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

14 Dicembre - ore 15,30 (presso la sede del Sindacato Ingegneri). — RUBBO Dott. Ing. Vincenzo: « La lubrificazione ed una più razionale utilizzazione dei lubrificanti ». (Per cortese invito del Sindacato stesso).

SEZIONE DI NAPOLI (Via Tarsia, 39).

20 Dicembre - ore 21,15. — JACOPETTI Dott. Ing. Mario: « Misure relative alle correnti vaganti ».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

6 Dicembre - ore 17,30. — CARLETTI Gr. Uff. Aurio: « Il servizio della intercettazione delle comunicazioni telefoniche nemiche sull'Isonzo, nel 1917 ».

12 Dicembre. — Visita alle Officine della S. A. M.A.T.E.R.

18 Dicembre - ore 17,30. — LA VALLE Dott. Ing. Comm. Ernesto: « Gli autogassogeni in Italia ».

20 Dicembre - ore 17,30. — LOMBARDI Dott. Ing. Renato: « Cenni su le caratteristiche costruttive dei cosidetti raddrizzatori a vapore di mercurio ».

22 Dicembre - ore 10. — Visita alla S. T. Prenestina delle FF. SS.

SEZIONE DI TRIESTE (Via C. Battisti, 22/1).

12 Dicembre - ore 20. — BONAZZI Dott. Ing. Italo: « L'Alluminio e sue leghe nell'industria elettrica ».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.* Ind. Graf. [illegible] - Milano.

SUPPLEMENTO AL N. 9 DEL 10 MAGGIO 1935 DE

L' ELETTROTECNICA

Contiene:

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

SCHEMA DI NORME
PER LA FORNITURA DEI CAVI IN CARTA IMPREGNATA

Compilate dal Sottocomitato Cavi e Conduttori Isolati del Comitato Elettrotecnico Italiano

Composizione attuale del SOTTOCOMITATO
CAVI E CONDUTTORI ISOLATI

Presidente: EMANUELI ING. LUIGI (U)
Segretario: SESINI ING. ENRICO

Membri

Bassi Attilio (U)
Bordoni Ferdinando (AU)
Bosone Luigi (A)
Brun Stefano (AU)
De Stefani Giuseppe (U)
Emanueli Luigi (U)
Gorio Tullio (U)
Locatelli Giuseppe (U)
Mondolfi Giuseppe (U)
Neri Giuseppe (A)
Palestrino Carlo (AU)
Sesini Enrico (A)
Solari Alessandro (U)
Soleri Elvio (A)

(A) = designazione A.E.I.
(U) = designazione UNFIEL

NOTA BENE. — Secondo il disposto dell'art. 10 dello Statuto del C.E.I. chiunque avesse osservazioni o suggerimenti da fare in merito al presente Schema è pregato di volerli comunicare entro tre mesi da oggi alla Segreteria del C.E.I. presso l'Ufficio Centrale dell'A.E.I. (Milano - Via San Paolo, 10).

1

CAPITOLO I.

GENERALITÀ.

1. 1-01. *Oggetto e scopo delle norme.* Le presenti norme riguardano i cavi impiegati nella trasmissione e nella distribuzione di energia elettrica, isolati con carta impregnata di adatta miscela e rivestiti con tubo di piombo, che può essere alla sua volta protetto con armatura metallica o strato di tessili impregnati.

Scopo di queste norme è di precisare gli elementi per la richiesta ed il collaudo di tali cavi.

1. 1-02. *Limiti di tensione dei cavi considerati in queste norme.* Le norme si limitano a considerare cavi a un solo conduttore per tensioni d'esercizio fino a 38 kV tra conduttore e tubo di piombo (adatti quindi a costituire linee trifasi fino a 66 kV fra le fasi) e cavi a più conduttori per tensioni d'esercizio fino a 33 kV fra i conduttori.

1. 1-03. *Indicazioni da accompagnarsi alle richieste dei cavi.*

a) *Indicazioni riguardanti l'esercizio:*

1) corrente continua o alternata;
2) frequenza;
3) tensione normale di esercizio (fra le fasi, se alternata);
4) intensità della corrente a carico normale, eventuali sovraccarichi e loro durata.

b) *Indicazioni riguardanti il tipo di cavo:*

1) numero dei conduttori;
2) forma della sezione dei conduttori (rotonda o settorale);
3) sezione nominale dei conduttori (vedi 2. 1-02);
4) tipo del rivestimento (piombo o piombo protetto con tessili impregnati o con armatura di nastri o fili di ferro).

c) *Indicazioni riguardanti i quantitativi:*

1) lunghezza complessiva del cavo;
2) lunghezza desiderabile per le singole pezzature (in mancanza di questa indicazione, le lunghezze delle pezzature sono fissate dal fabbricante).

d) *Indicazioni riguardanti la posa:*

1) posa diretta nel terreno, o in cassette sotterranee riempite di sabbia e catrame, o in condotti sotterranei o in aria libera, o in acqua;
2) posa di più cavi nella stessa trincea o nello stesso condotto.

2

CAPITOLO II.

SPECIFICAZIONI COSTRUTTIVE, VERIFICHE E TOLLERANZE

2. 1-01. *Caratteristiche del rame.* I conduttori dei cavi in carta impregnata devono essere formati con fili o corde di rame. Conduttori di alluminio non sono contemplati dalle presenti norme.

Il rame impiegato deve essere ricotto e possedere una resistività non superiore a 1,758 microohm cm (cioè a 17,58 ohm per mm² di sezione e per km di lunghezza) alla temperatura di 20° C. La conduttività del rame deve pertanto risultare non inferiore al 98% di quella del rame ricotto campione internazionale.

Per riportare a 20° il valore della resistenza elettrica R_t misurata alla temperatura t°, si deve usare la formula seguente:

$$R_{20} = R_t \frac{234.5 + 20}{234{,}5 + t}.$$

Ciò equivale ad usare la formula $R_t = R_0\,(1 + \alpha t)$, dove $\alpha = 0{,}004265$ ed R_0 indica la resistenza a 0 °C.

Per la densità del rame a 20° C si assume il valore di 8,89 grammi per cm³.

2. 1-02. *Conduttori normali.* Le sezioni raccomandate per i conduttori dei cavi in carta impregnata, e le corrispondenti formazioni, sono quelle elencate nella seguente tabella I. Per indicare la sezione di un cavo si esprime il valore della sezione nominale preceduto dal numero dei conduttori; così ad es., l'espressione 3 Æ 75 mm² indica un cavo a tre conduttori della sezione nominale di 75 mm².

Come sezione effettiva si intende in queste norme la somma delle sezioni rette dei singoli fili componenti il conduttore. Essa è data nella tabella I a puro titolo indicativo, ma non è impegnativa per il fabbricante, essendo invece impegnativo per ciascuna sezione nominale il valore della corrispondente resistenza.

Il numero dei fili componenti la corda non deve essere inferiore a quello delle formazioni indicate in tabella.

La resistenza elettrica dei conduttori del cavo finito, riferita a 20° C, non deve essere superiore a quella indicata per ciascuna sezione nominale nell'ultima colonna della tabella I.

Nel caso di forniture di cavi aventi sezioni non contemplate nella tabella I, il fabbricante deve comunicare all'acquirente (per mezzo della formazione) il valore della sezione effettiva. In questo caso la resistenza che i conduttori non devono superare va dedotta dalla tabella I per interpolazione, in base alle sezioni effettive.

TABELLA I.

Caratteristiche dei conduttori normali.

Sezione nominale mm²	Formazione: N. dei fili delle corde e loro diametro in mm	Sezione effettiva mm²	Resistenza massima a 20° C ohm/km
5	1 × 2,6	5,31	3,40
8	1 × 3,2	8,04	2,25
10	1 × 3,5	9,62	1,88
16	7 × 1,7	15,89	1,15
20	7 × 1,9	19,85	0,9200
20	7 × 1,9	19,85	0,920
25	7 × 2,15	25,41	0,720
35	7 × 2,5	34,36	0,532
50	19 × 1,8	48,35	0,378
75	19 × 2,25	75,55	0,242
100	19 × 2,6	100,87	0,182
120	37 × 2,0	116,2	0,157
150	37 × 2,25	147,1	0,124
180	37 × 2,5	181,6	0,1005
200	37 × 2,6	196,4	0,0930
240	61 × 2,25	242,5	0,0755
325	61 × 2,6	323,9	0,0563
400	61 × 2,9	402,9	0,0453
500	61 × 3,2	490,6	0,0372
600	91 × 2,9	601,1	0,0303
750	91 × 3,2	731,9	0,0250
1000	127 × 3,2	1021,4	0,0179

2. 1-03. *Isolante.* L'isolante deve essere costituito da nastri di carta avvolti ad elica sui conduttori, in modo da formare uno strato di spessore uniforme, che deve essere impregnato di adatta miscela isolante.

Lo spessore dell'isolante è fissato dal costruttore e comunicato all'acquirente nell'offerta.

Nei cavi a più conduttori, i conduttori stessi devono essere isolati separatamente e riuniti ad elica, con interposizione di riempitivi di carta o di tessili, per evitare spazi vuoti e dare forma circolare al complesso; sul quale deve poi essere applicata una fasciatura di nastri di carta avvolti ad elica, in modo da assicurare tra conduttore e piombo lo stesso spessore isolante che si trova tra conduttore e conduttore.

Il controllo degli spessori si fa su campioni prelevati dal cavo alle estremità di una pezzatura.

Per i cavi ad un solo conduttore lo spessore medio si deduce dalla differenza fra il diametro esterno medio dell'isolante e il

diametro medio del cerchio circoscritto alla corda di rame, essendo questi diametri medî dedotti dallo sviluppo delle relative circonferenze.

Per i cavi a più conduttori si misurano successivamente lo spessore medio della fasciatura isolante applicata sul complesso delle anime (conduttori isolati) e lo spessore medio dell'isolante applicato ad ogni anima, deducendo i diametri medî dallo sviluppo delle relative circonferenze.

Sugli spessori è ammessa una tolleranza dell'8% nei cavi a più conduttori e del 5% nei cavi a un conduttore.

2. 1-04. *Tubo di piombo.* Il tubo di piombo deve essere di spessore praticamente uniforme. Lo spessore medio del piombo, espresso in mm, deve corrispondere alla formula:

$$S_p = 0{,}8 + 0{,}032\ D$$

ove D è il diametro interno del tubo di piombo in mm. Lo spessore deve essere fissato eguale a 1,1 mm nel caso che dalla formula stessa risulti un valore inferiore.

La superficie del piombo deve essere perfettamente liscia ed esente da imperfezioni, giunti e saldature. Non saranno considerate tali le riprese della pressa a piombo fatte a caldo ed a regola d'arte.

La verifica dello spessore medio del tubo di piombo va fatta per mezzo del peso, assumendo per la densità del piombo il valore di 11,34 grammi per cm³: su detto spessore è ammessa una tolleranza in meno del 5%.

2. 1-05. *Cavi con rivestimenti di tessili.* I cavi di questo tipo devono essere protetti come segue:

Sul tubo di piombo viene applicata una spalmatura di miscela a base di catrami o asfalti, su questa sono avvolti a spirale due nastri di carta impregnati di analoghe sostanze, ed infine uno strato di tessili pure impregnati di dette sostanze.

Lo spessore complessivo del rivestimento è dato dalla tabella II.

TABELLA II.

Cavi con rivestimento di tessili.

Diametro esterno del tubo di piombo mm	Spessore del rivestimento di carta e tessili impregnati mm
fino a 34,9	2,5
da 35 a 54,9	3,0
da 55 in più	3,5

Lo spessore indicato nella tabella è soltanto approssimativo.
La verifica dello spessore del rivestimento viene fatta per mezzo della misura delle circonferenze.

2. 1-06. *Cavi con armatura a nastri di ferro.* I cavi di questo tipo devono essere protetti come segue:

Sul tubo di piombo viene applicata una spalmatura di miscela a base di catrami o di asfalti, su questa sono avvolti a spirale due nastri di carta impregnata di analoghe sostanze, e poi uno strato di tessili pure impregnato di dette sostanze. Su tale rivestimento vengono successivamente applicati due nastri di ferro spalmati con sostanze del suddetto tipo, avvolgendoli a spirale aperta in modo che il secondo nastro copra gli intervalli che restano fra le spire del primo. Infino viene applicato un rivestimento di tessili impregnato come sopra detto.

Gli spessori del nastro di ferro e dei rivestimenti sono dati dalla tabella III.

TABELLA III.

Cavi con armatura a nastri di ferro.

Diametro esterno del tubo di piombo mm	Spessori di carta e tessili impregnati sul piombo mm	Spessore di ciascun nastro di ferro mm	Spessore dei tessili impregnati esterni mm
da 12 a 34,9	2,5	0,5	2,0
» 35 a 54,9	2,5	0,8	2,5
» 55 in più	3,0	1,0	2,5

Gli spessori indicati nella tabella sono soltanto approssimativi. Sullo spessore dei nastri di ferro è ammessa una tolleranza dell'8%.

La verifica degli spessori dei rivestimenti viene fatta per mezzo della misura delle circonferenze.

Per diametri sul piombo inferiori a 12 mm, non si usano armature a nastri, ma a fili di ferro (art. 2. 1-07).

2. 1-07. *Cavi con armatura a fili di ferro.* I cavi di questo tipo devono essere protetti come segue:

Sul tubo di piombo viene applicata una spalmatura di miscela a base di catrami o asfalti, su questa sono avvolti a spirale due nastri di carta impregnati di analoghe miscele, poi uno strato di tessili pure impregnato di dette sostanze. Su tale rivestimento è quindi avvolta a spirale, a passo lungo, una corona di fili di ferro zincati e spalmati di sostanze del suddetto tipo.

Infine viene applicato un rivestimento di tessili impregnati come detto sopra.

I diametri dei fili di ferro e gli spessori dei rivestimenti sono dati dalla tabella IV.

TABELLA IV.

Cavi con armatura a fili di ferro.

Diametro esterno del tubo di piombo mm	Spessori di carta e tessili impregnati sul piombo mm	Diametro dei fili di ferro zincato mm	Spessore dei tessili impregnati esterni mm
fino a 12	2,5	1,5	2,0
da 12,1 a 34	2,5	2,0	2,0
» 34,1 a 44	3,0	2,5	2,0
» 44,1 a 55	3,0	3,0	2,5
» 55,1 in più	3,5	3,5	2,5

Gli spessori indicati sulla tabella sono soltanto approssimativi.

La verifica degli spessori dei rivestimenti si eseguisce per mezzo della misura delle circonferenze.

I fili di ferro devono avere un carico di rottura non inferiore a 40 kg/mm². Sul loro diametro è ammessa una tolleranza del 10%.

CAPITOLO III.

PROVE DI COLLAUDO.

3. 1-01. Su ogni fornitura di cavi si devono eseguire due serie di prove:

a) prove sulle pezzature,
b) prove su spezzoni.

1. - Prove sulle pezzature.

3. 1-02. Le prove da farsi sulle pezzature sono:

1) prova di tensione;
2) prova di jonizzazione;
3) misura della resistenza ohmica dei conduttori;
4) misura della resistenza d'isolamento;
5) misura della capacità.

La prova 2) si eseguisce solo sui cavi per tensioni d'esercizio maggiori di 25 kV.

La prova 3) può essere limitata ad un certo numero di pezzature, a giudizio dell'acquirente.

Le prove 4) e 5) hanno solo carattere informativo e non formano oggetto di speciali prescrizioni, salvo accordi tra fabbricante e acquirente.

3. 1-03. *Prova di tensione.* Tutte le pezzature devono resistere alla prova di tensione indicata nella tabella V.

La prova si eseguisce in fabbrica, alla temperatura ambiente, con tensione alternata praticamente sinusoidale, a frequenza industriale (40÷60 periodi per secondo).

La tensione deve venire aumentata gradatamente in modo continuo, fino a raggiungere nel periodo di circa un minuto il valore indicato nella tabella V.

TABELLA V.

Prova delle pezzature dei cavi a uno o più conduttori.

Tensione d'esercizio tra le fasi sistema trifase (*)	Tensioni di prova		
	Unipolari	Cavi a più conduttori	
	in monofase per 15 minuti	in trifase per 15 minuti	in monofase per 10 minuti ogni volta
kV	kV	kV	kV
fino a 1	2	3	2
1	2	3	2,5
3	5	9	7
6	10	18	14
10	17	30	23
15	26	42	33
20	34	54	44
30	49	75	60
45	67	—	—
60	83	—	—

(*) Nel caso di cavi usati per sistemi diversi dal trifase le tensioni di prova devono essere scelte con i seguenti criteri:

a) Cavi unipolari: la tensione di prova deve essere eguale a quella fissata nella tabella V per un cavo che abbia, in sistema trifase, una tensione d'esercizio verso terra eguale alla tensione d'esercizio verso terra del cavo da provare (intendendosi per tensione verso terra in sistema trifase quella fra le fasi divisa per 1,73).

b) Cavi multipolari: la tensione di prova deve essere eguale a quella fissata nella tabella V per un cavo che abbia, in sistema trifase, una tensione d'esercizio fra le fasi eguale alla tensione d'esercizio tra le fasi del cavo da provare.

Per i cavi ad un conduttore la prova si fa in un solo tempo, applicando la tensione fra il conduttore e il tubo di piombo, messo a terra (prova in monofase).

Per i cavi a più conduttori la prova si eseguisce in più tempi, applicando la tensione ciclicamente fra ciascun conduttore e gli altri collegati al piombo, messo a terra (prova in monofase). Per i cavi trifasi la prova può anche essere fatta in trifase (invece che in monofase), cioè connettendo i tre conduttori del cavo con i tre morsetti di un trasformatore trifase e ponendo a terra il piombo del cavo e il punto neutro del trasformatore.

Nel caso di cavi isolati per tensioni d'esercizio inferiori a 1 kV, la tensione di prova deve essere sempre uguale a 2 kV in monofase oppure 3 kV in trifase.

Nel caso di cavi isolati per tensioni d'esercizio intermedie fra quelle specificate nella tabella V, i valori delle tensioni di prova vanno dedotti dalla tabella stessa per interpolazione lineare.

3. 1-04. *Prova di jonizzazione.* Questa prova consiste nel determinare la differenza fra i valori del fattore di potenza della corrente di capacità del cavo corrispondenti a due determinati valori della tensione applicata.

Le misure del fattore di potenza vengono eseguite alla temperatura ambiente (però in ogni caso a una temperatura non inferiore a 10° C), applicando al cavo, prima una tensione corrispondente al gradiente medio di 800 volt per mm di spessore isolante, poi una tensione corrispondente al gradiente medio di 4000 volt per mm.

La differenza fra i due valori del fattore di potenza così determinati non deve superare 0,010 per i cavi a più conduttori e 0,005 per i cavi a un solo conduttore.

Nei cavi a più conduttori la tensione viene applicata fra un conduttore qualunque e gli altri collegati al piombo; il gradiente è calcolato in base allo spessore isolante esistente fra due conduttori.

3. 1-05. *Resistenza dei conduttori.* La resistenza elettrica dei conduttori viene misurata alla temperatura ambiente e riportata a 20° C con la formula indicata all'articolo 2. 1-01.

Il valore di tale resistenza non deve essere superiore a quello indicato nell'ultima colonna della tabella I, con le avvertenze indicate nell'articolo 2. 1-02.

3. 1-06. *Resistenza d'isolamento.* Viene determinata alla temperatura ambiente col metodo di paragone. Per i cavi a un conduttore essa è misurata fra il conduttore e il piombo; per i cavi a più conduttori è misurata ciclicamente fra ciascun conduttore e gli altri collegati al piombo. I valori devono essere espressi sempre in megohm per km di cavo e ridotti alla temperatura di 15° C secondo tabelle presentate dal fabbricante.

3. 1-07. *Capacità.* Viene determinata alla temperatura ambiente col metodo balistico. Per i cavi a un conduttore essa è misurata fra il conduttore e il piombo; per i cavi a più con-

duttori è misurata ciclicamente fra ciascun conduttore e gli altri collegati al piombo. I valori devono essere espressi sempre in microfarad per km di cavo, senza correzione di temperatura.

2. - Prove sugli spezzoni.

3. 2-01. Le prove da farsi sugli spezzoni sono:

1) prova di perforazione,
2) prova di piegatura,
3) prova di durata.

La prova 1) viene fatta su uno spezzone per ogni quantitativo di almeno 1000 metri.

Le prove 2) e 3) vengono fatte su uno spezzone per ogni quantitativo di almeno 2000 metri.

Gli spezzoni consumati nelle prove sono a carico dell'acquirente. Per quantitativi inferiori a 1000 e rispettivamente a 2000 metri devono essere presi accordi tra fabbricante e acquirente all'atto dell'ordinazione.

3. 2-02. *Scelta degli spezzoni per le prove.* Gli spezzoni per le prove di perforazione e di piegatura devono avere la lunghezza di circa 3 metri; quelli per la prova di durata devono avere la lunghezza di circa 10 metri.

3. 2-03. *Prova di perforazione* Tanto per i cavi ad un solo conduttore, come per i cavi a più conduttori si usa tensione monofase, nel secondo caso applicandola fra un conduttore qualunque e gli altri collegati al piombo.

La tensione deve venire aumentata gradatamente in modo continuo, fino a raggiungere il valore della tensione di prova indicata nella tabella VI, nel periodo di circa un minuto. Lo spezzone deve resistere a tale tensione per un minuto.

Poi si eleva ancora gradatamente la tensione fino a raggiungere la perforazione. Nel secondo periodo l'incremento di tensione nell'unità di tempo deve essere approssimativamente eguale a quello del primo periodo.

Nel caso di cavi isolati per tensioni d'esercizio intermedie fra quelle specificate nella tabella VI, i valori delle tensioni di prova vanno dedotti dalla tabella stessa per interpolazione lineare.

3. 2-04. *Prova di piegatura.* Lo spezzone prescelto, con le estremità aperte, in condizioni di temperatura ambiente (in ogni caso non inferiore a 10° C), viene incurvato di 180° avvolgendolo sopra un cilindro avente un diametro eguale a 12 volte il diametro esterno del cavo. Lo spezzone viene poi raddrizzato e quindi piegato di 180° in senso contrario.

Tale ciclo di due piegature deve essere ripetuto una seconda volta. Lo spezzone viene poi sottoposto alla prova di perforazione con le modalità stabilite all'articolo 3. 2-03. La tensione di prova però deve essere ridotta all'80% del valore dato dalla tabella VI.

TABELLA VI.

Prova degli spezzoni dei cavi a uno o più conduttori.

Tensione d'esercizio tra le fasi in sistema trifase (*) kV	Tensione di prova per 1 minuto	
	Cavi unipolari kV	Cavi multipolari kV
1	5	9
3	15	28
6	30	50
10	50	75
15	70	105
20	85	130
30	115	180
45	160	—
60	200	—

(*) Nel caso di cavi usati per sistemi diversi dal trifase le tensioni di prova devono essere scelte con i seguenti criteri:

a) Cavi unipolari: la tensione di prova deve essere eguale a quella fissata nella tabella VI per un cavo che abbia, in sistema trifase, una tensione d'esercizio verso terra eguale alla tensione d'esercizio verso terra del cavo da provare (intendendosi per tensione verso terra in sistema trifase quella fra le fasi divisa per 1,73).

b) Cavi multipolari: la tensione di prova dev'essere eguale a quella fissata nella tabella VI per un cavo che abbia, in sistema trifase, una tensione d'esercizio fra le fasi eguale alla tensione d'esercizio tra le fasi del cavo da provare.

3. 2-05. *Prova di durata.* Lo spezzone scelto, alla temperatura ambiente, viene gradatamente portato ad una tensione eguale ad una volta e mezzo quella fissata per la prova delle pezzature, e deve resistere a tale tensione applicata ininterrottamente per la durata di due ore.

3. - Prova dopo posa.

3. 3-01. *Prova di tensione dopo posa.* Una prova di tensione può anche essere fatta sul cavo posato e giuntato. Tale prova va fatta con tensione alternata o con tensione raddrizzata; in quest'ultimo caso il rapporto fra il valore della tensione raddrizzata e il valore efficace della tensione alternata deve essere eguale a 2,5.

Per i cavi a un conduttore la prova si fa in un solo tempo, applicando la tensione fra il conduttore e il piombo. Per i cavi a più conduttori la prova si fa in più tempi, applicando la tensione ciclicamente fra ciascun conduttore e gli altri collegati al piombo.

La tensione di prova deve essere eguale all'80% di quella indicata nella tabella V e la durata deve essere la stessa indicata in tale tabella.

CAPITOLO IV.

CAVI SPECIALI.

4. 1-01. *Cavi settorali.* I cavi di questo tipo hanno i conduttori (due o più) costituiti da corde sagomate a settore di cerchio e isolati come quelli dei cavi di tipo normale; i conduttori isolati sono poi riuniti ad elica con o senza riempitivi e con la fasciatura sotto al piombo, come i cavi normali.

La sezione dei conduttori non deve presentare spigoli vivi o rientranze, nè fili sporgenti. L'angolo formato dagli assi di simmetria di due conduttori adiacenti non deve differire di oltre 20° dal valore teorico.

Per le corde costituenti i conduttori di questi cavi le sezioni raccomandate sono quelle stesse indicate nella tabella I; però la sezione effettiva deve essere coincidente con la sezione nominale (e quindi la resistenza viene calcolata in base a questa sezione).

Per tali corde non valgono le formazioni indicate nella tabella I, ma è riservato al fabbricante di scegliere la formazione più conveniente.

Per tutte le altre condizioni valgono le norme relative ai cavi con conduttori rotondi.

4. 1-02. *Cavi con schermo metallico.* I cavi di questo tipo, sia a uno sia a più conduttori, hanno, sopra l'isolamento di ogni conduttore, un avvolgimento di carta metallizzata o di nastro metallico collegato a terra.

Per quanto riguarda, sia i limiti delle tensioni d'esercizio (art. 1. 1-02) e sia le prove di collaudo, i cavi a più conduttori schermati sono da considerarsi come formati di tanti cavi a un conduttore; ciascuno dei quali composto da conduttore, isolante e schermo metallico collegato a terra.

Le prove di tensione devono quindi corrispondere a quelle dei cavi ad un conduttore. Per i cavi trifasi si può tuttavia fare le prove anche con tensione trifase, tenendo presente che la tensione tra fase e neutro deve corrispondere alla tensione fra un conduttore e lo schermo, e che il tubo di piombo del cavo e il punto neutro del trasformatore devono essere entrambi messi a terra.

4. 1-03. *Cavi composti di più cavi a un conduttore cordati insieme.* I cavi di questo tipo devono essere costituiti da più cavi a un conduttore rivestiti separatamente dal proprio tubo di piombo e poi cordati assieme in modo da formare un unico cavo. Lo spessore del tubo di piombo viene ancora calcolato nel modo indicato all'art. 2. 1-04.

Sul tubo di piombo dei singoli cavi unipolari, prima dell'operazione di cordatura viene applicata una spalmatura di miscela a base di catrami o di asfalti e poi una fasciatura costituita da due nastri di tela o di carta imbevuti di analoga miscela.

12

La cordatura deve essere eseguita con interposizione di adatti riempitivi di carta o di tessili imbevuti di sostanze a base di catrami o asfalti e sul complesso viene avvolto un nastro di tela impregnato delle stesse sostanze.

Il cavo riceve quindi, a seconda delle condizioni di posa a cui è destinato, una delle protezioni esterne previste per i cavi di tipo normale agli art. 2. 1-05, -06, -07, tenendo conto che nelle tabelle relative, in luogo del diametro esterno del piombo deve assumersi il diametro sulla tela che avvolge i conduttori cordati.

Per quanto riguarda i limiti delle tensioni d'esercizio (articolo 1. 1-02) e le prove di collaudo, questi cavi sono da considerarsi come cavi a un conduttore analogamente ai cavi con schermo metallico.

CAPITOLO V.

CONDIZIONI DI ESERCIZIO.

5. 1-01. *Temperature massime ammissibili.* Le massime temperature ammissibili in servizio continuativo nei conduttori dei cavi isolati con carta impregnata sono le seguenti:

70° C per tensione d'esercizio fino a 10 kV,
65° C » » » da 10,1 a 20 kV,
60° C » » » » 20,1 a 30 kV,
55° C » » » superiore a 30 kV.

5. 1-02. *Intensità di corrente ammissibili in servizio continuativo.* Le massime intensità di corrente normalmente ammissibili in servizio continuativo, salvo quanto è precisato nell'articolo seguente riguardo alle condizioni di posa, sono date dalla tabella VII per i cavi unipolari a corrente continua e dalla tabella VIII per i cavi trifasi normali.

Tali intensità sono calcolate in base ad un aumento di temperatura, fra conduttori di rame e terreno o aria ambiente, di circa 35 C. Le tabelle VII e VIII sono dunque applicabili, purchè la temperatura ambiente non superi i valori che risultano sottraendo 35° C dai valori indicati all'art. 5. 1-01.

Nel calcolo della tabella VIII è stato tenuto conto delle perdite per correnti parassite nel rame, nel piombo, ecc., alla frequenza di 50 periodi per secondo; la tabella però può ritenersi praticamente esatta anche per le altre frequenze industriali.

Per quanto riguarda i cavi ad un conduttore, quelli armati non possono essere usati per corrente alternata, salvo casi speciali, per i quali si deve interpellare il fabbricante.

I cavi unipolari non armati che costituiscono le diverse fasi di un sistema a corrente alternata devono avere, salvo casi

13

speciali, i tubi di piombo collegati fra loro in corto circuito e messi a terra in più punti. In tali condizioni le intensità di corrente ammissibili dipendono dalle condizioni di posa e in particolare dalla distanza fra i diversi cavi, perciò devono essere fissate caso per caso prendendo accordi col fabbricante.

TABELLA VII.

Portata in ampere dei cavi ad un conduttore armati per corrente continua.

Sezione nominale del conduttore mm²	Per tensione d'esercizio fino a 3 kV	
	cavi interrati	cavi in aria libera
6	60	50
8	75	65
10	85	75
16	115	100
20	130	115
25	150	135
35	180	165
50	225	205
75	290	265
100	345	320
120	385	350
150	440	410
180	490	460
200	520	490
240	580	550
275	640	590
300	670	630
325	700	670
350	730	700
400	780	760
450	850	820
500	900	880
600	1000	990
750	1110	1130
1000	1330	1350

5. 1-03. *Portata per diverse condizioni di posa.* Per i *cavi interrati* le tabelle VII e VIII si riferiscono a posa diretta in trincea o entro cassette sotterrate, a una profondità di circa 70 cm, in terreno di resistività termica media.

14

TABELLA VIII.

Portata in ampere dei cavi trifasi normali armati.

Sezione nominale del conduttore mm²	Per tensioni fino a							
	3 kV		10 kV		20 kV		30 kV	
	interrati	in aria	interrati	in aria	interrati	in aria	interrati	in aria
5	40	35	—	—	—	—	—	—
8	50	45	50	45	—	—	—	—
10	60	55	60	55	—	—	—	—
16	75	70	75	70	75	70	—	—
20	85	85	80	80	85	80	—	—
25	100	95	100	95	95	95	95	95
35	120	115	115	115	115	115	115	115
50	150	145	145	145	140	140	140	140
75	185	185	180	185	175	180	170	180
100	220	220	205	220	200	215	195	215
120	240	250	230	245	220	245	215	245
150	270	285	260	275	250	275	245	275
180	295	320	285	310	275	310	270	310
200	315	340	300	325	290	325	285	325
240	345	380	330	365	320	365	—	—
275	370	410	350	390	345	390	—	—
300	390	430	365	410	360	410	—	—
325	400	455	380	430	—	—	—	—
350	415	475	395	445	—	—	—	—
400	440	510	—	—	—	—	—	—

Nel caso di due cavi posati nella stessa trincea la portata si riduce a 0,90 di quella indicata nelle tabelle; nel caso di tre o più cavi a 0,85.

La portata dei *cavi in aria* non è ridotta, in generale, per la vicinanza di altri cavi.

Per i *cavi in piombo nudo* in aria libera si applica alle portate dei cavi armati o jutati in aria libera il coefficiente 0,85.

Per i *cavi posati entro condotti* si può assumere la portata dei cavi in aria moltiplicata per il coefficiente 0,90 quando trattasi di un cavo solo, e per il coefficiente 0,85 quando trattasi di più cavi vicini. Però su questo punto è sempre bene interpellare il fabbricante.

Per i *cavi posati sott'acqua* le portate possono essere aumentate rispetto alle portate dei cavi interrati. Però anche su questo punto è bene interpellare il fabbricante caso per caso.

Per i *cavi a 2 o a 4 conduttori* si assumono le portate dei cavi trifasi moltiplicate rispettivamente per i coefficienti 1,10 o 0,90.

Per i *cavi speciali* di cui al capitolo IV, le portate devono essere fissate caso per caso, d'accordo col fabbricante.

In tutti i casi si consiglia di tenere presente i valori di temperatura massima ammissibile indicati all'art. 5. 1-01.

5. 1-04. *Sovraccarichi.* La tabella IX indica i massimi sovraccarichi ammissibili per mezz'ora e per un'ora a partire da diverse condizioni di regime. Due sovraccarichi consecutivi devono verificarsi ad intervalli di tempo non inferiori a 4-5 ore.

Le percentuali indicate nella tabella si intendono riferite ai valori di corrente dati dalle tabelle VII e VIII, con le opportune correzioni indicate all'art. 5. 1-03. Come « sezione totale del rame nel cavo » s'intende la somma delle sezioni di tutti i conduttori.

TABELLA IX.

Sovraccarichi ammissibili.

Durata del sovraccarico	mezz'ora			un'ora		
Corrente di regime prima dell'inizio del sovraccarico	0%	70%	100%	0%	70%	100%
	Sovraccarichi					
Sezione totale del rame nel cavo: da 150 a 500 mm²	30%	20%	12%	20%	15%	10%
oltre 500 mm²	40%	25%	15%	30%	20%	12%

16

CAPITOLO VI.

APPENDICE.

Suggerimenti circa le consegne e le garanzie per forniture d'una certa importanza.

6. 1-01. *Modo di consegna.* La consegna deve essere fatta su bobine di costruzione robusta aventi per l'asse un foro di diametro non inferiore a 80 mm.

Il diametro del cilindro su cui si avvolge il cavo non deve essere inferiore a 15 volte il diametro esterno del cavo.

Ogni bobina deve portare, in modo indelebile, indicazione del nome del fabbricante, del tipo e della sezione del cavo, del numero d'ordine e della lunghezza della pezzatura, e frecce che indichino il senso dell'avvolgimento del cavo, e cioè il senso in cui la bobina deve essere rotolata.

6. 1-02. *Lunghezza del cavo consegnato.* La lunghezza totale del cavo non deve essere inferiore a quella richiesta; è invece ammessa una eccedenza del 3 % se la lunghezza richiesta non supera i 200 metri, del 2% se non supera i 1000 metri, dell'1% se la lunghezza richiesta è maggiore di 1000 metri.

6. 1-03. *Spese e mezzi per le prove.* Gli spezzoni impiegati per le prove sono a carico dell'acquirente. Tutte le spese per le prove in fabbrica sono a carico del fabbricante. Per le prove dopo la posa i mezzi, in caso di corrente raddrizzata, devono essere forniti dal fabbricante, e in caso di corrente alternata, dall'acquirente.

6. 1-04. *Garanzie.* Il periodo di garanzia è di due anni a partire dalla data dell'inizio dell'esercizio dei cavi, data che deve essere debitamente notificata dall'acquirente al fabbricante.

Qualora alla data di sei mesi dalla consegna il cavo non fosse ancora messo in esercizio, da tale data deve contarsi il periodo di garanzia.

Per garanzia s'intende l'impegno, da parte del fabbricante, di fornire gratuitamente le lunghezze di cavo necessarie alle riparazioni di tratti di linea che, in condizioni normali di funzionamento, avessero rivelato difetti evidentemente imputabili alla qualità dei materiali o alla lavorazione.

Il fabbricante risponde pure di guasti imputabili a posa difettosa, quando la posa sia stata fatta a sua cura.

Egli non risponde invece di guasti che siano prodotti da qualsiasi causa esterna, come ad esempio urti, strappi, colpi di piccone, spostamenti di terreno, fulmini, elettrolisi, corrosioni chimiche, sovraccarichi, sovratensioni, ecc.

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

SCHEMA DI NORME

PER LA FORNITURA ED IL COLLAUDO DI CONDUTTORI IN ALLUMINIO CRUDO, IN ALLUMINIO-ACCIAIO ED IN LEGHE DI ALLUMINIO, PER LINEE AEREE DI TRASPORTO D'ENERGIA

Compilate dal Sottocomitato «Conduttori non Isolati» del Comitato Elettrotecnico Italiano

Composizione attuale del SOTTOCOMITATO CONDUTTORI NON ISOLATI

Presidente: DALLA VERDE AGOSTINO (A)
Segretario: PRAMAGGIORE CARLO (A)

Membri:

Batori Mario (A)
Dalla Verde Agostino (A)
Emanueli Luigi (A)
Giorgi Gualtiero (A)
Giovine Ernesto (A)
Grassi Guido (A)
Lo Verde Nicolò (A)
Porrro Giovanni (A)
Pramaggiore Carlo (A)
Rebora Gino (A)
Romagnoli Mosca G. (U)
Ruffini Guido (A)
Scarpa Oscar (A)
Soleri Elvio (A)

A = designazione A.E.I.
U = designazione UNFIEL

NOTA BENE. — Secondo il disposto dell'art. 10 dello Statuto del C.E.I. chiunque avesse osservazioni o suggerimenti da fare in merito al presente Schema è pregato di volerli comunicare entro tre mesi da oggi alla Segreteria del C.E.I. presso l'Ufficio Centrale dell'A.E.I. (Milano - Via San Paolo, 10).

CAPITOLO I.

GENERALITA'

1.1-01. *Oggetto e portata delle norme.* – Sono considerati in queste norme i conduttori in alluminio crudo ad alta purezza, in alluminio-acciaio ed in leghe di alluminio, per linee aeree di trasporto d'energia, costituiti da corde comuni formate da fili cilindrici.

Sono esclusi i conduttori in *alluminio ricotto*.

1.1-02. Nei conduttori in *alluminio crudo* i fili componenti devono essere di alluminio originale, di purezza 99,5% (*).

Il termine *alluminio crudo* si applica a fili di alluminio aventi carico di rottura di almeno 15 kg/mm².

1.1-03. Per conduttore in *alluminio-acciaio* s'intende un conduttore in cui il filo od il trefolo interno è in acciaio zincato, e forma *l'anima* del conduttore; attorno ad essa sono avvolti i fili in alluminio crudo originale di purezza 99,5% (*), formanti il *mantello*, in semplice, doppio o triplo strato.

In queste norme si considerano solo i conduttori alluminio-acciaio con anima in fili di acciaio zincato aventi carico di rottura di 120-150 kg/mm². Per conduttori aventi anima con fili di acciaio di diverso carico di rottura vedi appendice III.

1.1-04. Per conduttori in *lega di alluminio* s'intendono in queste norme i conduttori in lega ternaria alluminio-magnesio-silicio, bonificata per trattamento termico, in cui la percentuale di alluminio risulta non minore del 98,5%, il rimanente essendo composto di magnesio, ferro, silicio e impurità (Cu+Zn+Ti $\leqslant$ 0,06%).

(*) S'intende alluminio di purezza 99,5% quello in cui la percentuale di alluminio non risulta inferiore al 99,45% in alcun campione, ed in cui:

$$Fe + Si + Zn + Ti + Cu \leqslant 0{,}55\% \text{ e } Cu + Zn \leqslant 0{,}06\%.$$

2

CAPITOLO II.

CONDUTTORI IN ALLUMINIO CRUDO NORMALE

SEZIONE I.

Requisiti tecnici e norme di collaudo.

2.1-01. *Diametri, sezioni, peso specifico.* – Il materiale trafilato deve presentare superficie liscia, cilindrica, regolare, di sezione praticamente costante, esente da rigature, paglie, screpolature, ammanchi di materia od altri difetti.

In modo particolare, ad evitare fenomeni di corrosione, non devono essere accettati conduttori nei quali l'esame riveli traccie superficiali di rame o di sue leghe.

Le differenze fra due diametri qualunque, misurati sotto un angolo di 90° sulla stessa sezione, non devono essere superiori alle tolleranze indicate in seguito (tabella I, art. 2.1-09) tra il diametro teorico ed un diametro estremo.

Di regola la misura sui diametri si eseguisce a mezzo di calibri micrometrici, riservando eventualmente a scopo di controllo definitivo la misura della sezione a mezzo di pesata; in questo caso si pesano campioni di almeno 1 metro di lunghezza.

Si assume in gr 2,703 per cm³ il valore del peso specifico alla temperatura di 20° C.

2.1-02. *Giunzioni.* – Giunzioni per saldatura sui singoli fili sono tollerate solo sulle corde a più di 7 fili, purchè nella corda distino l'una dall'altra non meno di 20 metri, ed il loro numero non sia superiore a 4 per ogni filo elementare degli strati interni. Sullo strato esterno le saldature devono ridursi al minimo e non superare un quarto di quelle ammesse per gli strati interni, salvo altri accordi con l'acquirente.

2.1-03. *Prove di trazione.* – Le prove di trazione si fanno su provini di mm 200 di lunghezza utile.

Il carico di rottura va riferito ad 1 mm² della sezione primitiva. I campioni prima di essere provati, devono essere raddrizzati, se necessario, in modo da alterarne il meno possibile le proprietà fisiche.

Se durante la prova avvenisse la rottura del filo in corrispondenza di un attacco, le prove devono essere ripetute su altri campioni.

L'applicazione dello sforzo di trazione deve essere graduale, e tale che dal suo inizio alla rottura del provino, intercedano almeno 20 secondi.

3

2.1-04. *Allungamento.* – L'allungamento (alla rottura per trazione) deve essere valutato su una lunghezza utile di mm 200 e misurato sulla lunghezza di riferimento, dopo che gli estremi alla rottura sono accostati; purchè la rottura stessa avvenga entro la lunghezza utile.

2.1-05. *Prove di torsione.* – Le prove di torsione si fanno con campioni di filo perfettamente raddrizzato della lunghezza utile di 200 mm sotto una tensione di 1 kg/mm², ma non mai superiore ai 5 kg complessivi. La velocità di torsione, di circa un giro per secondo, deve essere uniforme.

Se durante l'esperimento avviene la rottura del filo in corrispondenza di uno dei morsetti, la prova deve essere ripetuta su altri campioni.

2.1-06. *Prove di piegamento.* – I piegamenti si devono ottenere stringendo il filo da sperimentare fra ganasce di acciaio ad orlo arrotondato col raggio di mm 5 oppure 10, come indicato nella tabella I all'art. 2.1-09 per diascun diametro, e facendo quindi girare la parte libera del filo dalla posizione verticale alla orizzontale, e nuovamente risportandola alla verticale. Questo ciclo nelle presenti norme viene considerato *una piegatura.*

Le piegature devono essere eseguite alternativamente in senso opposto, fino a rottura del filo.

2.1-07. *Prove di fatica.* – Allo stato attuale della questione non si dànno prescrizioni.

2.1-08. *Resistività.* – Agli effetti di queste norme si assume come resistività base dei fili in alluminio crudo alla temperatura di 20° C, il valore di 0,02845 Ω mm²/m (resistenza di un filo lungo 1 metro e di sezione uniforme di 1 mm²).

Detto valore corrisponde ad una conduttività pari ad 60,6% di quella del rame ricotto campione internazionale.

Sulla resistività dei *singoli* campioni è ammessa una tolleranza dell'1% in più, quindi il massimo valore della resistività ρ dei fili in alluminio crudo, permesso da queste norme, è di 0,02873 Ω mm²/m a 20° C.

I valori misurati si riportano a 20° C (temperatura di riferimento agli effetti di queste norme), mediante la formula:

$$\rho_t = \rho_{20^\circ} \cdot [1 + 0{,}004\ (t - 20)].$$

In ogni modo le misure devono essere eseguite a temperatura compresa fra +10° C e +30° C.

2.1-09. *Requisiti dei fili.* – Vale la seguente tabella.

4

TABELLA I.

REQUISITI DEI FILI IN ALLUMINIO CRUDO NORMALE PER CONDUTTORI DI LINEE AEREE DI TRASPORTO D'ENERGIA

(prima della cordatura).

Diametro filo	Tolleranza sul diametro	Carico di rottura	Allungamento minimo su 200 mm	N. minimo di torsioni su 200 mm	Piegature		Resistività a 20° C in
					N. minimo di piegature	Raggio delle ganasce	
mm	mm	kg/mm²	%			mm	Ω mm²/m
1,50	0,03 ±	17,0	1,00	36	10	5	0,02845
1,60	»	»	»	34	10	»	»
1,70	»	»	1,10	33	9	»	»
1,80 *	»	»	»	32	9	»	»
1,90 *	»	»	»	31	8	»	»
2,00	»	»	1,20	30	8	»	»
2,10 *	0,03 ±	16,5	1,20	27	8	5	0,02845
2,25 *	»	»	»	26	7	»	»
2,35	»	»	»	25	7	»	»
2,50 *	»	»	1,50	24	7	»	»
2,60	»	»	»	22	7	»	»
2,80 *	»	»	»	21	6	»	»
2,90 *	»	16,0	»	20	6	»	»
3,00 *	»	»	1,70	20	6	»	»
3,20 *	0,04 ±	16,0	1,70	18	6	5	0.02845
3,25	»	»	»	17	5	»	»
3,50	»	»	»	16	10	10	»
3,70	»	»	»	15	9	»	»
4,00	»	»	2,00	14	8	»	»

I diametri segnati con asterisco (*) corrispondono ai valori raccomandati.

Sui valori della resistività è ammessa una variazione di +1%, fermo restando il valore medio di tabella.

Sui valori del carico di rottura è ammessa per singoli campioni di tolleranza in meno del 5%, fermo però restando il valore medio di tabella.

Per diametri intermedii a quelli indicati nella tabella valgono le caratteristiche del diametro immediatamente superiore.

Nota. – Qualora i campioni vengono prelevati dalle corde si ammette che la resistenza alla trazione si riduca al 90% dei valori indicati in tabella (e comunque a non meno di 15 kg/mm²), e l'allungamento si riduca al 75% dei valori indicati; sulla resistività media si ammette una tolleranza dell'1% in più e su quella dei singoli campioni una tolleranza suppletiva pure di + 1%.

* Prove di piegatura e torsione sono ammesse sui fili dopo la cordatura unicamente a titolo indicativo.

2.1-10. *Caratteristiche e prove delle corde.* – Una corda è individuata dal numero dei fili che la compongono e dal loro diametro.

Pei conduttori cordati normali, il *passo* della spirale secondo cui i fili sono avvolti non deve essere maggiore di 20 volte il diametro primitivo, cioè il diametro della circonferenza luogo dei centri delle sezioni dei singoli fili (vedi fig. 1).

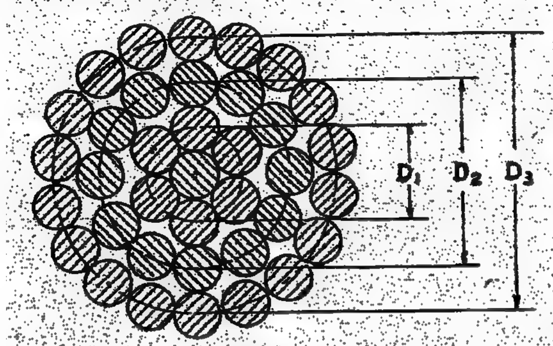


Fig. 1.

Il *peso* e la *resistenza ohmica* per km della corda sono maggiori rispetto a quelli della somma delle sezioni rette teoriche dei singoli fili, di una percentuale, variabile a seconda del tipo della corda stessa, che si assume del 2% per corde a 3 e 7 fili, del 3% per corde sino a 19 fili e del 3,5% per corde a numero di fili superiore.

Sul peso così valutato è ammessa una variazione del 2% in meno e del 3% in più, per corde con fili elementari di diametro inferiore o eguale ai 3 mm, e dell'1,5% in meno e del 2% in più per corde con fili elementari di diametro superiore ai 3 mm, per tener conto delle variazioni del passo di cordatura e delle tolleranze sui diametri dei fili componenti.

Per le caratteristiche elettriche dei fili sia prima sia dopo la cordatura valgono le norme e la tabella precedente (articolo 2,1-09).

Sulla resistenza ohmica dell'intera corda calcolata come sopra detto, è ammessa una tolleranza del 3%.

Il *carico di rottura normale* della corda è dato dalla somma dei carichi di rottura dei fili componenti moltiplicata per un coefficiente di riduzione, che si assume in 0,97 per corde a 3 fili, 0,96 per corde a 7 fili, 0,94 per corde a 19 fili, 0,90 per corde a 37 fili e 0,85 per corde a 61 fili.

Comunque la corda deve avere un *carico di rottura minimo* dato dalla somma dei carichi di rottura dei singoli fili teorici componenti la corda, moltiplicata pel coefficiente di riduzione 0,85, comprensivo sia della tolleranza in meno sulla sezione, sia della diminuzione di resistenza dovuta alla cordatura.

Per le prove di trazione devono essere impiegati adatti morsetti che non danneggino i fili nel corso della prova.

2.1-11. *Modalità per il collaudo.* – Il collaudo deve essere eseguito su campioni prelevati da almeno il 5% delle matasse o bobine presentate. Se il decimo delle matasse o bobine esaminate non soddisfa alle caratteristiche meccaniche ed elettriche pattuite, le prove vengono ripetute su di un altro 10% delle matasse o bobine presentate, e se anche in queste ultime prove il decimo non risulta soddisfacente l'intera partita può essere rifiutata.

6

Comunque, a giudizio del collaudatore, e qualunque sia l'esito delle prove, il collaudo può essere esteso senza limiti.

Le matasse o bobine non rispondenti devono essere in ogni caso ritirate dal fornitore.

SEZIONE II.

Sezioni normali raccomandate dei conduttori in alluminio per linee aeree di trasporto d'energia.

2.2-01. *Generalità.* – I conduttori in alluminio crudo sono impiegati di regola nelle linee elettriche aeree per trasporto d'energia sotto forma di *corda*, di *sezione nominale* non minore di 20 mm².

Sezione nominale è convenzionalmente quella, espressa in cifra tonda, che più si avvicina alla somma delle sezioni rette dei fili componenti i conduttori cordati.

Nelle tabelle seguenti sono elencati i conduttori di sezioni normali raccomandate e consigliate dal C.E.I. a scopo di unificazione.

2.2-02. Per le caratteristiche dei fili elementari componenti le corde di sezioni raccomandate, vale la tabella seguente (tabella II).

TABELLA II.

CARATTERISTICHE DEI FILI IN ALLUMINIO CRUDO COMPONENTI LE CORDE IN ALLUMINIO DI SEZIONI NORMALI RACCOMANDATE PER CONDUTTORI DI LINEE AEREE DI TRASPORTO D'ENERGIA.

1	2	3	4	5	6	7	8
Diametro mm	Sezione teorica mm²	Peso per km in kg: teorico	minimo	massimo	Carico di rottura per la sezione teorica kg	Resistenza elettr. a 20° C per km: teorica ohm	massima ohm
1,60 ± 0,03	2,011	5,435	5,233	5,640	34,18	14,150	14,690
1,80 ± 0,03	2,545	6,878	6,651	7,110	43,26	11,180	11,560
1,90 ± 0,03	2,835	7,664	7,424	7,908	48,20	10,030	10,360
2,10 ± 0,03	3,464	9,362	9,097	9,632	57,15	8,210	8,450
2,25 ± 0,03	3,976	10,747	10,463	11,036	65,61	8,155	7,350
2,50 ± 0,03	4,909	13,268	12,952	13,589	80,99	5,795	5,937
2,80 ± 0,03	6,157	16,644	16,289	17,002	114,11	4,620	4,721
2,90 ± 0,03	6,605	17,854	17,486	18,225	105,68	4,307	4,398
3,00 ± 0,03	7,068	19,106	18,726	19,490	113,10	4,025	4,106
3,20 ± 0,04	8,042	21,739	21,199	22,286	128,70	3,538	3,628

La resistenza ohmica è calcolata in base a resistività 0,02845 Ω mm²/m sulla sezione teorica e sulla minima. Sui valori indicati è quindi ammessa una tolleranza in più dell'1%, fermo restando il valor medio di tabella.

Per il carico di rottura, sui singoli campioni è ammessa una tolleranza in meno del 5%, fermo restando il valor medio di tabella.

7

2.2-03. Le corde di sezioni normali raccomandate e le loro caratteristiche sono indicate nella tabella seguente (tabella III).

TABELLA III.

CORDE IN ALLUMINIO DI SEZIONI NORMALI RACCOMANDATE IN FILI DI ALLUMINIO CRUDO PER CONDUTTORI DI LINEE AEREE DI TRASPORTO D'ENERGIA.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sezione nominale	Formazione Num. dei fili e diametro	Somma delle sezioni rette dei fili componenti	Diametro della corda	Peso per km	Carico di rottura normale	Carico di rottura minimo	Resistenza elettrica a 20° C	Sezione equivalente per conducibilità in corda di rame crudo normale effettiva	Sezione equivalente nominale
mm²	mm	mm²	mm	kg	kg	kg	ohm/km	mm²	mm²
20	3×2,90	19,81	6,23	54,63	308	270	1,464	12,38	12,5
20	7×1,90	19,85	5,70	54,72	324	287	1,462	12,40	12,5
25	7×2,10	24,24	6,30	66,84	384	340	1,196	15,15	16,–
35	7×2,50	34,36	7,50	94,74	544	482	0,844	21,50	22,–
50	7×3,00	49,48	9,00	136,42	760	673	0,586	30,92	30,–
50	19×1,80	48,35	9,00	134,61	773	699	0,606	30,21	30,–
75	19×2,25	75,55	11,25	210,33	1172	1060	0,388	47,20	50,–
95	19×2,50	93,27	12,50	259,66	1447	1308	0,314	58,27	60,–
120	19×2,80	116,99	14,00	325,72	1815	1641	0,250	73,10	75,–
150	19×3,20	152,81	16,00	425,43	2201	2078	0,192	95,48	95,–
150	37×2,25	147,11	15,75	411,57	2185	2063	0,200	91,91	95,–
180	37×2,50	181,62	17,50	508,10	2697	2547	0,162	113,47	115,–
245	37×2,90	244,39	20,30	683,70	3519	3324	0,120	152,69	155,–
300	37×3,20	297,57	22,40	832,50	4285	4047	0,099	185,91	185,–
300	61×2,50	299,43	22,50	838,00	4200	4200	0,098	187,08	185,–
400	61×2,90	402,92	26,10	1128,00	5480	5480	0,073	251,73	250,–
500	61×3,20	490,59	28,80	1373,00	6672	6672	0,060	306,51	300,–

Pesi e resistenze elettriche sono stati calcolati secondo quanto precisato al terzo capoverso dell'articolo 2.1-10.

Il *carico di rottura normale* ed il *carico di rottura minimo*, indicati in colonna 6 e 7, sono stati calcolati in base alla sezione teorica, secondo quanto precisato al settimo ed ottavo capoverso dell'articolo 2.1-10.

Per il *modulo di elasticità* ed il *coefficiente di dilatazione lineare termica* vedi capitolo V, Sez. I, articolo 5.1-01.

8

CAPITOLO III.

CONDUTTORI IN ALLUMINIO-ACCIAIO

SEZIONE I.

Requisiti tecnici dei fili in alluminio componenti il mantello del conduttore.

3.1-01. I fili in alluminio crudo purezza 99,5% componenti il mantello di un conduttore alluminio-acciaio, devono corrispondere ai requisiti tecnici specificati in capitolo II, Sez. I, e particolarmente a quelli di cui agli articoli dal n. 2.1-01 al n. 2.1-09 compreso.

SEZIONE II.

Requisiti tecnici dei fili in acciaio componenti l'anima del conduttore.

3.2-01. *Diametri, sezioni, peso specifico.* – I fili in acciaio zincato devono presentare superficie liscia, cilindrica, regolare, di sezione praticamente costante, esente da rigature, paglie, screpolature, ammanchi di materia od altri difetti.

Le differenze fra due diametri qualunque misurati a 90° nella stessa sezione, non devono essere superiori alle tolleranze (indicate in seguito all'art. 3.2-13, tabella IV), tra il diametro teorico ed un diametro estremo.

Per quanto riguarda la misura dei diametri vedi articolo 2.1-01.

Si assume in gr 7,84 per cm³ il valore medio del peso specifico, alla temperatura di 20° C, dei fili in acciaio zincato; la variazione del peso su quello teorico deve essere compresa nel ± 5%. Tale variazione deve essere comprensiva di quella che risulta dalle tolleranze sui diametri e sul peso specifico.

3.2-02. *Giunzioni.* – Nessun giunto è ammesso sui fili in acciaio componenti l'anima del conduttore alluminio-acciaio.

Solo per anime a 7 o più fili in acciaio, possono essere tollerate giunzioni qualora l'acquirente specificatamente lo consenta all'atto dell'ordinazione; dette giunzioni devono essere eseguite a regola d'arte con saldatura autogena, distare l'una dall'altra sul trefolo in acciaio non meno di 50 metri, essere protette contro la corrosione con metodo adatto, e la posizione di ogni saldatura deve essere ben individuata sul conduttore a mezzo di vernice od altro segnale ben visibile.

3.2-03. *Prove di trazione.* – Da eseguirsi con le modalità indicate in articolo 2.1-03.

3.2-04. *Allungamento alla rottura.* – Da eseguirsi su 200 mm di lunghezza utile, con le modalità indicate in articolo 2.1-04.

3.2-05. *Prove di torsione.* Da eseguirsi su 200 mm di lunghezza utile, con le modalità indicate in articolo 2.1-05, ma sotto un carico di trazione costante di 10 kg.

3.2-06. *Prove di piegamento.* – Da eseguirsi con le modalità indicate in articolo 2.1-06.

3.2-07. *Prove di fatica.* – Allo stato attuale della questione, non si dànno prescrizioni.

3.2-08. *Resistività.* – Nei conduttori in alluminio-acciaio non viene considerata la conduttività dell'anima in acciaio. Nessuna prescrizione è quindi data per quanto riguarda la resistenza elettrica dei fili in acciaio zincato.

3.2-09. *Zincatura. - Generalità.* – Il rivestimento dei fili in acciaio deve essere formato con uno strato continuo di zinco puro. Esso deve avere spessore uniforme e deve essere applicato in modo da aderire perfettamente al filo in acciaio, e presentare una superficie ben levigata.

3.2-10. *Zincatura. - Generalità sulle prove.* – Saranno eseguite due tipi di prove:

a) quella di resistenza al dissolvimento in soluzione di solfato di rame secondo il metodo di Preece, come specificato in articolo 3.2-11.

b) quella di aderenza da eseguirsi secondo le indicazioni dell'articolo 3.2-12.

È però facoltativa, in seguito ad accordi fra le parti, l'esecuzione di una terza prova per determinare il peso dello zinco.

Per detta prova vedi capitolo V, Sez. II.

3.2-11. *Zincatura. - Prova di Preece, o di immersione in soluzione satura di solfato di rame.* – I campioni prelevati per la prova devono essere puliti, prima della prova, mediante benzina o trementina, usando cascami di cotone (e non spazzola) e quindi risciacquati in acqua pura ed asciugati con cascami di cotone ben puliti. La soluzione di solfato di rame deve essere formata con solfato di rame puro, sciolto in acqua fredda nelle proporzioni di circa 36 parti di cristalli per 100 parti in peso di acqua. La soluzione deve essere neutralizzata con l'aggiunta di un eccesso di ossido ramico (CuO), risultando l'eccesso dalla presenza di deposito di ossido sul fondo del recipiente.

La soluzione filtrata deve avere un peso specifico di 1. 186 a 18° C, al principio di ogni prova. Questo peso specifico viene ottenuto con l'aggiunta di acqua pura se la densità è superiore a tale valore; e con l'aggiunta di soluzione filtrata, di peso specifico superiore, se la densità è troppo bassa.

Il recipiente contenente la soluzione rimanente neutralizzata e non ancora filtrata, deve essere riempito dopo ogni prelievo, aggiungendo acqua e cristalli di solfato di rame. Un eccesso di ossido ramico deve sempre essere mantenuto nella soluzione non ancora filtrata.

I campioni di filo devono essere provati in un bicchiere di vetro di diametro interno non inferiore a 5 cm, riempito mediante la soluzione di solfato di rame, in modo che la profondità del liquido sia di almeno 10 cm, prima di introdurre i campioni.

La soluzione deve essere rinnovata dopo ciascuna serie di immersioni costituenti la prova, durante la quale la soluzione stessa deve avere una temperatura compresa tra 17 e 20° C.

Non più di 7 campioni di filo si devono provare simultaneamente, ed i campioni immersi non devono essere riuniti od avvolti l'uno sull'altro.

Il numero e la durata delle immersioni sono indicati all'articolo 3.2-13 tabella IV.

Dopo ogni immersione i campioni devono essere immediatamente lavati in acqua pura, avente una temperatura prossima a 20°, ed asciugati senza strofinarli.

Se dopo le prescritte immersioni si determinasse sui campioni un deposito di rame aderente, l'intera partita deve essere rifiutata, a meno che il deposito sia avvenutò sullo zinco, oppure ad una distanza inferiore a 25 mm dall'estremità del filo sotto prova.

Se soltanto uno dei 7 fili provati simultaneamente non resiste alle immersioni prescritte, o se vi sono ragioni di dubbio sull'entità del deposito, si devono fare due nuove prove di controllo sulla partita in esame ed entrambe devono dare esito favorevole.

3.2-12. *Zincatura. - Prove di aderenza.* – La zincatura deve rimanere aderente quando il filo viene avvolto ad elica a spire combacianti attorno ad un mandrino di diametro 4 volte il diametro del filo elementare.

Se il provino è ricavato dal trefolo d'anima già cordato, il mandrino deve avere diametro 6 volte il diametro del filo, ed 8 volte il diametro del filo se questo viene ricavato dal conduttore alluminio-acciaio già completato.

La velocità di avvolgimento non deve essere superiore ai 15 giri al minuto.

Durante tali prove il filo in acciaio non deve fendersi e la zincatura deve rimanere aderente al provino, e si considera tale quando, avvolta come sopra detto, non si scaglia e non può essere rimossa dal filo sfregando con le dita.

3.2-13. Le caratteristiche dei fili in acciaio devono essere le seguenti.

TABELLA IV.

CARATTERISTICHE MECCANICHE E DI ZINCATURA DEI FILI IN ACCIAIO ZINCATO DA SERVIRE COME ANIMA DI CONDUTTORI ALLUMINIO-ACCIAIO PER LINEE AEREE DI TRASPORTO D'ENERGIA.

Diametro del filo	Tolleranza sul diametro	Caratteristiche meccaniche (1)					Caratteristiche di zincatura (2)	
		Carico di rottura minimo	Allungam. min. su 200 mm	N. minimo di torsioni su 200 mm	Piegature		N. minimo di immers. nella solux. satura di solfato di rame (prova di Preece)	Aderenza
					N. minimo di piegature	Raggio delle ganascie		
mm	mm	kg/mm²	%			mm		
1,25	±0,03	130	4	25	12	5	2 di 1 min.	Su mandrino di diametro 4 volte il diametro del filo
1,40	»	»	»	23	11	»	»	
1,50	»	»	»	22	10	»	»	
1,60	»	»	»	21	9	»	»	
1,70	»	»	»	20	8	»	»	
1,80	»	»	»	18	7	»	»	
1,89	»	»	»	16	6	»	»	
1,90	±0,03	130	4	16	6	5	3 di 1 min.	
2,00	±0,04	»	»	16	6	»	»	
2,10	»	»	4,5	15	5	»	»	
2,25	»	»	»	14	5	»	»	
2,40	»	»	»	14	5	»	»	
2,49	»	»	»	12	4	»	»	
2,50	±0,05	130	4,5	12	4	5	4 di 1 min.	
2,75	»	»	5	9	9	10	»	
2,80	»	»	»	9	9	»	»	
3,00	»	»	»	8	8	»	»	
3,20	»	120	»	8	8	»	»	
3,25	»	»	»	8	8	»	»	
3,50	»	»	»	7	7	»	»	

Per diametri intermedi a quelli dati nella tabella valgono le caratteristiche del diametro immediatamente superiore.

(1) Le caratteristiche meccaniche sono specificate per fili già zincati, ma prima della cordatura. Per prove da eseguirsi dopo la cordatura si ammette una tolleranza del 5%.

(2) Le caratteristiche di zincatura si riferiscono a fili dell'anima provati prima dell'esecuzione del mantello di alluminio; e le prove della zincatura devono essere di regola eseguite prima che il mantello venga avvolto.

Se la zincatura viene invece controllata sul conduttore completamente finito, essa deve corrispondere:

per la prova di Preece: pei fili di mm 1,25 a mm 1,89, ad 1 immersione di 1 minuto ed 1 di ½ minuto; pei fili di mm 1,90 a mm 2,49, a 2 immersioni di 1 minuto ed 1 di ½ minuto; pei fili di mm 2,50 e più, a 3 immersioni di 1 min;

per la prova di aderenza, vedi articolo 3.2-12.

SEZIONE III.

Caratteristiche delle corde in alluminio-acciaio e modalità di collaudo.

3.3-01. *Caratteristiche e prove delle corde.* – Le corde sono individuate dal numero e dal diametro dei fili componenti l'anima in acciaio zincato e dal numero e dal diametro dei fili in alluminio crudo componenti il mantello.

A seconda della formazione, il rapporto del diametro dei fili in alluminio a quelli in acciaio deve essere tale, che con passi di cordatura non superiori a 20 volte il diametro primitivo, i fili in alluminio chiudano perfettamente sull'anima in acciaio.

L'anima in acciaio deve avere passo di cordatura non superiore a 30 volte il diametro primitivo.

Il *peso* di una corda in alluminio-acciaio si ricava sommando il peso dell'anima e quello del mantello. Per l'*anima di acciaio in filo semplice* il peso può variare di ± 5% su quello della sezione teorica; per *corda a 7 fili* si considera un aumento dopo la cordatura del 2%; sul peso ricavato in base ai diametri teorici dei fili, si applica l'aumento per la cordatura di cui sopra, e su detto peso così calcolato viene ammesso una variazione del ± 5% per tener conto delle variazioni del passo di cordatura, delle tolleranze sui diametri e sul peso specifico.

Per il *mantello in alluminio*, se in un solo strato di 6 fili attorno ad un filo in acciaio, si considera per la cordatura un aumento di peso e di resistenza elettrica del 2%; per i *mantelli a doppio strato* di 26 o 30 fili avvolti intorno ad un'anima in acciaio a 7 fili, si considera un aumento del 3%; per *mantelli a 3 strati* un aumento del 4%. Sui valori così calcolati è ammessa una tolleranza del 2% in meno e del 3% in più, per tener conto delle variazioni del passo di cordatura, delle tolleranze sui diametri e sul peso specifico.

Le caratteristiche meccaniche ed elettriche vanno controllate sui fili prima della cordatura; per fili prelevati dalle corde valgono le norme e le tolleranze indicate in capitolo II, articolo 2.1-09 ed in capitolo III articolo 3.2-13 delle relative tabelle.

Il *carico di rottura* minimo di una corda in alluminio-acciaio è dato dall'85% della somma dei carichi di rottura dei fili teorici in acciaio più il 98% della somma dei carichi di rottura dei fili teorici in alluminio, carichi di rottura risultanti dalle tabelle I all'articolo 2.1-09 e IV all'articolo 3.2-13.

Le prove sul carico di rottura delle corde alluminio-acciaio devono essere eseguite con morsetti di gradimento del costruttore.

3.3-02. *Modalità per il collaudo.* – Per i fili in alluminio si seguono le norme di cui all'articolo 2.1-11.

Sui fili in acciaio zincato per l'anima del conduttore alluminio-acciaio, viene anzi tutto eseguito un esame a vista per le imperfezioni superficiali, esame che può essere esteso all'intera fornitura od a lotti di matasse.

Se dopo l'esame a vista più del 5% delle bobine o matasse risultassero deficienti, l'intero lotto può essere rifiutato.

Si controllano poi le caratteristiche meccaniche e di zincatura, seguendo le norme come per i fili in alluminio e di cui articolo 2.1-11, tenendo presente che le prove di immersione (secondo articolo 3-2.11) devono essere eseguite su almeno il 10% delle matasse o bobine presentate.

Pei campioni prelevati dal conduttore alluminio-acciaio completato, vedi note a tabella IV, articolo 3.2-13, ed all'articolo 3.3-01.

SEZIONE IV.

Sezioni normali raccomandate dei conduttori in alluminio-acciaio.

3.4-01. *Generalità.* – Formazioni normalmente usate per linee aeree per trasporto d'energia sono le seguenti:

a) formazione a 7 fili di diametro eguale, in cui sul filo centrale in acciaio zincato sono avvolti 6 fili in alluminio formanti il mantello.

b) formazione a 33 fili, di cui i 7 fili centrali in acciaio zincato formano il trefolo di anima, ed i 26 fili esterni in alluminio cordati in doppio strato formano il mantello.

Per questa formazione il rapporto del diametro dei fili in alluminio al diametro dei fili in acciaio oscilla tra 1,25 e 1,30 a seconda dei passi di cordatura adottati. Nelle corde di sezione raccomandata di cui all'articolo seguente, il rapporto adottato è circa 1,286.

c) Formazione a 37 fili di diametro eguale, di cui i 7 centrali in acciaio zincato formano il trefolo di anima ed i 30 fili esterni in alluminio, cordati in doppio strato, formano il mantello.

d) Formazione a 61 fili di diametro eguale, di cui i 7 centrali in acciaio zincato formano il trefolo di anima, ed i 54 esterni in alluminio, cordati in 3 strati, formano il mantello.

La formazione *a*) è usata per le minori sezioni, le formazioni *b*) e *c*) per le sezioni intermedie a seconda del carico di trazione che si desidera, il carico di rottura essendo maggiore per la formazione *c*); la formazione *d*) è usata per le grandi sezioni.

3.4-02. Le corde di sezione normale raccomandata e le loro caratteristiche sono indicate nella seguente tabella V.

Le formazioni sono scelte in modo da mantenere normalmente il diametro dei fili elementari in acciaio tra mm 1,25 e mm 3,20 ed il diametro dei fili elementari in alluminio tra mm 1,60 e mm 3,20.

Con queste formazioni il valore del rapporto tra la sezione in alluminio e la sezione in acciaio varia tra 4,20 e 7,80 con media di 6, cioè entro valori che praticamente si sono dimostrati convenienti per sfruttare le caratteristiche di entrambi i metalli componenti il conduttore alluminio-acciaio (*).

(*) Possono pure per esigenze speciali (campate di attraversamento, ecc.) adottarsi altre formazioni sia con rapporti della sezione in alluminio alla sezione in acciaio compresi entro detti limiti, sia con rapporti assai inferiori.

TABELLA V. — CORDE IN ALLUMINIO-ACCIAIO DI SEZIONI NORMALI RACCOMANDATE PER CONDUTTORI DI LINEE AEREE DI TRASPORTO D'ENERGIA.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Sezione nominale	Formazione — Num. e diam. dei fili in mm		Sezione in mm² (Somma delle sezioni rette dei fili componenti)			Diametro	Peso in kg per km			Carico di rottura a trazione	Resistenza elettrica a 20° C	Sezione equivalente per conducibilità, in corda di rame crudo normale	
	mantello in alluminio	anima in acciaio	mantello in alluminio	anima in acciaio	totale		alluminio	acciaio	totale			effettiva	nominale
mm²						mm				kg	ohm/km	mm²	mm²
14	6×1,60	1×1,60	12,06	2,01	14,07	4,80	33,3	15,8	49,1	423	2,405	7,54	8,–
20	6×1,90	1×1,90	17,01	2,84	19,85	5,70	22,2	22,2	69,1	595	1,706	10,63	10,5
25	6×2,10	1×2,10	20,78	3,46	24,24	6,20	57,3	27,2	84,5	719	1,396	12,99	13,–
30	6×2,25	1×2,25	23,86	3,97	27,83	6,75	65,8	31,2	97,0	825	1,216	14,91	15,–
35	6×2,50	1×2,50	29,45	4,91	34,36	7,50	81,2	38,5	119,7	1019	0,985	18,40	20,–
50	6×3,00	1×3,00	42,41	7,07	49,58	9,00	116,9	51,5	168,4	1405	0,684	26,50	25,–
75	26×1,80	7×1,40	66,16	10,78	76,94	11,40	184,3	86,2	270,5	2293	0,443	41,34	40,–
75	30×1,60	7×1,60	60,32	14,07	74,39	11,20	168,0	112,5	280,5	2600	0,486	47,69	40,–
105	26×2,10	7×1,64	90,05	14,79	104,84	13,32	250,8	118,3	369,1	3090	0,325	56,26	55,–
105	30×1,90	7×1,90	85,06	19,85	104,91	13,30	236,8	158,8	395,6	3610	0,344	53,14	55,–
120	26×2,25	7×1,75	103,38	16,84	120,22	14,25	287,9	134,7	422,6	3532	0,283	64,59	65,–
120	30×2,10	7×2,10	103,91	24,25	128,16	14,70	295,4	193,9	489,3	4359	0,282	64,92	65,–
150	26×2,50	7×1,95	127,63	20,90	148,53	15,85	355,3	167,2	522,5	4374	0,230	79,74	80,–
150	30×2,25	7×2,25	119,28	27,84	147,12	15,75	332,1	222,6	554,7	5004	0,246	74,53	80,–
185	26×2,80	7×2,18	160,10	26,13	186,23	17,74	445,8	209,0	654,8	5476	0,183	100,03	100,–
185	30×2,50	7×2,50	147,26	34,36	181,62	17,50	410,0	274,8	684,8	6178	0,199	92,01	100,–
215	26×3,00	7×2,34	183,78	30,10	213,89	19,02	511,7	240,9	752,6	6208	0,159	114,82	120,–
215	30×2,80	7×2,80	184,73	43,10	227,83	19,60	514,3	344,0	858,3	7383	0,159	115,42	120,–
215	54×2,10	7×2,10	187,03	24,25	211,28	18,90	525,8	194,0	719,8	5703	0,158	116,85	120,–
260	30×2,00	7×3,00	212,06	49,48	261,64	21,00	590,5	396,0	986,5	8372	0,138	132,49	130,–
300	30×3,20	7×3,20	241,27	56,30	297,57	22,40	672,0	405,5	1122,5	9525	0,121	150,74	150,–
300	54×2,50	7×2,50	265,07	34,36	299,43	22,50	746,0	275,0	1021,0	8082	0,112	165,61	170,–
400	54×2,90	7×2,90	356,68	46,24	402,92	26,10	1003,0	370,0	1373,0	10309	0,083	222,84	225,–
490	54×3,20	7×3,20	434,29	56,30	490,59	28,80	1221,0	451,0	1672,0	12552	0,068	271,33	275,–

Pesi e resistenze elettriche sono calcolati secondo quanto precisato a capoverso terzo e quarto, articolo 3.3-01.

Il *carico di rottura* è calcolato secondo quanto precisato al capoverso sesto, articolo 3.3-01.

Tutti i dati sono riferiti a conduttori formati da fili del diametro teorico.

Per il *modulo di elasticità* ed il *coefficiente di dilatazione* termica lineare, vedi capitolo V, Sezione I, articolo 5.1-03.

CAPITOLO IV.

CONDUTTORI IN LEGA DI ALLUMINIO

SEZIONE I.

Requisiti tecnici e norme di collaudo.

4.1-01. *Diametri, sezioni e peso specifico.* – Il materiale trafilato deve presentare superficie liscia, cilindrica, regolare, di sezione praticamente costante, esente da rigature, paglie, screpolature, ammanchi di materia od altri difetti.

In modo particolare ad evitare fenomeni di corrosione, non devono essere accettati conduttori nei quali l'esame riveli traccie superficiali di rame e di sue leghe.

Le differenze fra due diametri qualunque misurati sotto un angolo di 90° sulla stessa sezione, non devono essere superiori alle tolleranze indicate in seguito (vedi tabella VI, art. 4.1-09) tra il diametro teorico ed un diametro estremo.

Per quanto si riferisce alla misura sui diametri vedi articolo 2.1-01.

Il valore del peso specifico alla temperatura di 20° C viene assunto in 2,70 gr per cm^3.

4.1-02. *Giunzioni.* – Vedi articolo 2.1-02.

4.1-03. *Prove di trazione.* – Vedi articolo 2.1-03.

4.1-04. *Allungamento.* – Vedi articolo 2.1-04.

4.1-05. *Prove di torsione.* – Vedi articolo 2.1-05.

4.1-06. *Prove di piegamento.* – Vedi articolo 2.1-06.

4.1-07. *Prove di fatica.* – Vedi articolo 2.1-07.

4.1-08. *Resistività.* – Agli effetti di queste norme si assume come resistività base dei fili in lega di alluminio per linee elettriche aeree, il valore di 0,0325 Ω mm^2/m (resistenza di un filo lungo 1 metro e di sezione uniforme di 1 mm^2). Detto valore corrisponde ad una conduttività pari al 53% di quella del rame ricotto campione internazionale.

Sulla resistività dei *singoli* campioni è ammessa una tolleranza del 2,5% in più, quindi il massimo valore della resistività ρ dei fili in lega di alluminio permesso da queste norme è di 0,0333 Ω mm^2/m a 20° C.

I valori misurati si riportano a 20° C (temperatura di riferimento agli effetti di queste norme) mediante la formula:

$$\rho_t = \rho_{20°} \cdot [1 + 0{,}0036\ (t - 20)]$$

In ogni modo le misure devono essere eseguite a temperatura compresa fra + 10° C e + 30° C.

4.1-09. *Requisiti dei fili.* – Vale la seguente tabella.

TABELLA VI.

REQUISITI DEI FILI IN LEGA DI ALLUMINIO PEI CONDUTTORI CORDATI DI LINEE ELETTRICHE AEREE DI TRASPORTO D'ENERGIA.

Diametro filo	Tolleranza sul diametro	Minimo carico di rottura	Allungamento minimo su 200 mm	N. minimo di torsioni su 200 mm	Piegature: N. minimo di piegature	Piegature: Raggio delle ganascie	Resistività a 20° C in
mm	mm	kg/mm²	%	mm		mm	Ωmm²/m
1,80	0,03 ±	30	4	18	6	5	0,0325
1,90	»	30	4	18	5	5	»
2,00	»	30	4	17	5	5	»
2,10	0,03 ±	30	5	17	5	5	0,0325
2,25	»	30	5	15	4	5	»
2,35	»	30	5	15	4	5	»
2,50	»	30	5	14	4	5	»
2,70	»	30	5	14	4	5	»
2,80	»	30	5	13	9	10	»
2,90	»	30	5	13	8	10	»
3,00	»	30	5	11	8	10	»
3,20	0,04 ±	30	5	11	7	10	0,0325

— Per diametri intermedi a quelli delle tabelle valgono le caratteristiche del diametro immediatamente superiore.

— Sui valori della resistività, per singoli campioni, è ammessa una variazione in più del 2,5%, e cioè un massimo valore di 0,0333 Ω mm^2/m a 20° C, fermo restando il valore medio di tabella.

— Si consiglia per linee aeree di trasporto d'energia l'impiego di conduttori cordati in lega di alluminio aventi fili elementari di mm 2 di diametro minimo.

— Per campioni prelevati dalle corde si ammette una tolleranza del 5% sui dati delle torsioni e delle piegature.

4.1-10. *Caratteristiche e prove delle corde.* – Si fa riferimento all'articolo 2.1-10 per quanto si riferisce alle generalità, al passo di cordatura ed agli aumenti di peso e di resistenza elettrica, delle corde, in relazione a quelli della somma delle sezioni rette teoriche dei singoli fili elementari.

Per le caratteristiche elettriche dei fili, sia prima che dopo la cordatura, valgono le norme e la tabella VI precedente, articolo 4.1-09.

Sulla resistenza ohmica dell'intera corda, calcolata come sopra detto, è ammessa una tolleranza del 3%.

Il carico di rottura minimo di un conduttore cordato in lega di alluminio non deve risultare inferiore alla somma delle sezioni rette dei fili elementari moltiplicata per 30 kg/mm^2 per corde sino a 37 fili, e per 28,5 kg/mm^2 per corde da 37 a 61 fili; si è tenuto calcolo in tali valori del coefficiente di cordatura.

Se il carico di rottura minimo è calcolato moltiplicando i carichi di rottura unitari, sopra indicati, per la somma delle sezioni rette teoriche dei fili componenti, si accorda su tale valore una tolleranza del 3%, per tener calcolo delle possibili variazioni in meno della sezione effettiva sulla teorica.

Per le prove di trazione devono impiegarsi adatti morsetti che non danneggino i fili elementari nel corso della prova.

4.1-11. *Modalità per il collaudo.* – Si fa riferimento all'articolo 2.1-11.

SEZIONE II.

Sezioni normali raccomandate dei conduttori in lega di alluminio per linee aeree di trasporto d'energia.

4.2-01. I conduttori in *lega di alluminio* sono impiegati di regola nelle linee aeree per trasporto di energia sotto forma di *corda* di sezione nominale non minore di 12 mm².

In via normale i fili elementari delle corde hanno diametro compreso tra 2 e 3 mm.

Le caratteristiche dei fili elementari delle corde in lega di alluminio componenti le corde delle sezioni normali raccomandate dal C.E.I. a scopo di unificazione sono indicate nella tabella VII seguente.

TABELLA VII.

CARATTERISTICHE DEI FILI COMPONENTI LE CORDE DEI CONDUTTORI IN LEGA DI ALLUMINIO DI SEZIONE NORMALI RACCOMANDATE, PER LINEE AEREE DI TRASPORTO D'ENERGIA.

1	2	3	4	5	6	7	8
Diametro	Sezione teorica	Peso per km in kg: teorico	Peso per km in kg: minimo	Peso per km in kg: massimo	Minimo carico di rottura per la sezione teorica	Resis. elettrica a 20° C per km: teorica	Resis. elettrica a 20° C per km: massima
mm	mm²				kg	ohm	ohm
2,10±0,03	3,464	9,352	9,086	9,621	103,91	9,385	9,657
2,25±0,03	3,976	10,735	10,451	11,024	119,28	8,174	8,396
2,50±0,03	4,909	13,254	12,937	13,574	147,26	6,621	6,783
2,70±0,03	5,725	15,459	15,117	15,804	171,77	5,676	5,805
2,80±0,03	6,157	16,625	16,271	16,983	184,72	5,278	5,393
2,90±0,03	6,605	17,834	17,467	18,205	198,16	4,920	5,024
3,00±0,03	7,068	19,085	18,705	19,469	212,06	4,598	4,691

La resistenza ohmica è calcolata in base a resistività 0,0325 Ω mm²/m sulla sezione teorica e sulla minima. Sui valori indicati è quindi ammessa una tolleranza in più del 2,5%, fermo restando il valore medio di tabella.

Per il carico di rottura sui singoli campioni è ammessa una tolleranza in meno del 3%, per tener conto delle tolleranze sulla sezione; fermo restando il valore medio di tabella.

4.2-02. Le corde di sezioni normali raccomandate e le loro caratteristiche sono indicate nella tabella VIII seguente:

TABELLA VIII.

CORDE IN LEGA DI ALLUMINIO DI SEZIONI NORMALI RACCOMANDATE PER CONDUTTORI DI LINEE AEREE DI TRASPORTO D'ENERGIA.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sezione nominale	Formazione Num. dei fili e diametro in mm	Somma delle sezioni rette dei fili componenti	Diametro della corda	Peso per km	Minimo carico di rottura	Resistenza elettrica a 20° C	Sez. equivalente per conducibilità in corda di rame crudo normale: effettiva	Sez. equivalente per conducibilità in corda di rame crudo normale: normale
mm²		mm²	mm	kg	kg	Ω/km	mm²	mm²
12	3×2,25	11,93	4,83	32,85	358	2,779	6,52	7,—
15	3×2,50	14,7[illegible]	5,37	40,55	442	2,251	8,05	8,—
17	3×2,70	17,18	5,80	47,30	515	1,930	9,39	10,—
20	3×2,90	19,81	6,23	54,57	594	1,673	10,85	10,—
25	7×2,10	24,24	6,30	66,77	727	1,367	13,26	14,—
35	7×2,50	34,36	7,50	94,63	1030	0,965	18,79	20,—
50	7×3,00	49,48	9,00	135,27	1485	0,670	27,06	30,—
75	19×2,25	75,55	11,25	215,65	2326	0,443	41,31	42,—
95	19×2,50	93,27	12,50	259,37	2798	0,359	51,00	51,—
120	19×2,80	116,99	14,00	325,36	3510	0,286	63,97	65,—
150	37×2,25	147,11	15,75	411,10	4413	0,229	80,45	80,—
180	37×2,50	181,62	17,50	507,50	5449	0,185	99,32	100,—
210	37×2,70	211,85	18,90	592,00	6355	0,151	115,22	120,—
245	37×2,90	244,39	20,30	683,00	7731	0,138	133,65	135,—
300	61×2,50	299,43	22,50	837,00	8534	0,112	163,74	165,—
400	61×2,90	402,92	26,10	1126,00	11483	0,083	220,34	220,—

Pesi e resistenze elettriche sono calcolati secondo quanto precisato al terzo capoverso dell'articolo 2.1-10.

Il carico di rottura indicato in tabella è calcolato sulla sezione teorica come indicato al quinto capoverso dell'articolo 4.1-10; si ammette su tali valori una tolleranza del 3% (vedi sesto capoverso dell'articolo 4.1-10).

Per quanto si riferisce al modulo di elasticità ed al coefficiente di dilatazione vedi capitolo V, articoli 5.1-01 e 5.2-04.

CAPITOLO V.

APPENDICI.

SEZIONE I.

Modulo di elasticità e coefficiente di dilatazione termica lineare pei conduttori in alluminio, alluminio-acciaio e lega di alluminio.

5.1-01. Per le determinazioni del modulo di elasticità e del coefficiente termico lineare dei conduttori cordati in alluminio crudo, in alluminio-acciaio ed in lega di alluminio, si assumono i seguenti valori medi pei *fili elementari:*

	alluminio crudo	lega di alluminio	acciaio
modulo di elasticità kg/mm²	6 500	6 500	20 000
coefficiente di dilatazione lineare	0,0000 23	0,0000 23	0,0000 12

Il modulo di elasticità di un conduttore cordato risulta inferiore a quello dei fili elementari, e dipende ampiamente dai numeri di fili che compongono la corda, dai passi di cordatura e dalla storia elastica del materiale.

5.1-02. Pei *conduttori cordati in alluminio crudo* si consiglia di adottare come modulo di elasticità (ai soli scopi delle calcolazioni delle catenarie) 5 800-6 000 kg/mm², passando dal maggior valore al minore con l'aumentare del numero dei fili componenti la corda, e come coefficiente di dilatazione termica lineare 0,0000 23.

5.1-03. Pei *conduttori in alluminio-acciaio,* in base al presupposto che sotto gli sforzi di tensione non avvengano scorrimenti tra i fili di acciaio e quelli di alluminio, e che entro al limite di elasticità la distribuzione degli sforzi tra i due materiali sia nei rapporti dei relativi moduli di elasticità, detto E_{acc} e α_{acc} il modulo di elasticità ed il coefficiente di dilatazione lineare dell'anima in acciaio, E_{all} e α_{all} quelli del mantello in alluminio, ed E e α quelli del conduttore completo, m il rapporto tra la sezione in alluminio e quella in acciaio, si ottiene:

$$E = \frac{m\,E_{all} + E_{acc}}{m + 1}$$

$$\alpha = \frac{m\,\alpha_{all}\,E_{all} + \alpha_{acc}\,E_{acc}}{m\,E_{all} + E_{acc}}$$

Per le calcolazioni delle catenarie possono impiegarsi i seguenti valori medi (per le corde di sezione raccomandata e for-

mazioni eseguite con lo stesso rapporto della parte in alluminio alla parte in acciaio:

pei conduttori a	6 fili d'alluminio e	1 acciaio	$E = 8\,100$ kg/mm²
			$\alpha = 0{,}0000\,19$
» »	» 26 » »	» 7 »	$E = 7\,800$ kg/mm²
			$\alpha = 0{,}0000\,192$
» »	» 30 » »	» 7 »	$E = 8\,000$ kg/mm²
			$\alpha = 0{,}0000\,18$
» »	» 54 » »	» 7 »	$E = 7\,150$ kg/mm²
			$\alpha = 0{,}0000\,196$

5.1-04. Pei *conduttori cordati omogenei* in *lega di alluminio,* il modulo di elasticità, al solo effetto delle calcolazioni delle catenarie, viene assunto in 6 000 kg/mm², il coefficiente di dilatazione termica lineare in 0,0000 23.

SEZIONE II.

Zincatura. Prova facoltativa per determinare il peso dello zinco (prova di Aupperle con separazione per immersione in acido cloridrico).

5.2-01. *Generalità.* – Le prove col metodo di Aupperle sono indicate in queste norme (capitolo III, articolo 3.2-10) come facoltative dietro accordo fra le parti; esse possono essere eseguite presso il fornitore dell'anima in acciaio, od eventualmente in istituto o laboratorio chimico o di prove dei materiali, con le modalità di cui all'articolo seguente.

Con tali prove si controlla l'esistenza del minimo peso di zinco che viene garantito dal fornitore, e che comunque non deve essere inferiore al 3 % del peso totale del filo zincato per i fili di diametro non inferiore a mm 4,5, e del 4% pei fili di diametro inferiore ai mm 4,50 e superiore ai mm 2,00, e del 5% pei fili compresi tra mm 1,5 e mm 2,00.

5.2-02. *Determinazione del peso di zinco sui fili in acciaio zincato col metodo di Aupperle.* – Per determinare il peso dello strato di zinco deve essere scelto un campione di lunghezza possibilmente di 60 cm e comunque maggiore di 30 cm.

Lo spezzone viene accuratamente pulito e sgrassato (ad es. con benzina ed alcool), asciugato accuratamente e pesato al centesimo di grammo. Prima della pesatura il campione deve essere avvolto a spira (su mandrino di legno duro di almeno 30 mm di diametro).

Sul campione viene separato lo zinco con completa immersione in un conveniente volume di soluzione fatta addizionando a 100 cm³ di acido cloridrico di densità 1,18-1,19 (soluzione A), 5 cm³ di una soluzione B formata sciogliendo 20 grammi di triossido d'antimonio (Sb_2O_3) ovvero 32 grammi di cloruro d'antimonio ($SbCl_3$) in un litro di acido cloridrico di eguale densità.

L'acido cloridrico di densità 1,18-1,19 è quello indicato in commercio come acido cloridrico puro concentrato (circa 37%).

La stessa soluzione può essere ripetutamente usata, e senza ulteriori aggiunte, finchè il tempo per lo scioglimento dello strato di zinco diventa troppo lungo. La temperatura della soluzione non deve eccedere 30° C. Nelle singole determinazioni, un volume conveniente di soluzione è quello di 150 cm³ in un bicchiere di vetro di 5 cm di diametro.

Quando la violenta reazione sul filo è cessata, il filo va rimosso dalla soluzione acida, risciacquato accuratamente, lavato in alcool ed asciugato, ed in seguito pesato al centesimo di grammo.

La differenza tra i due pesi dà il peso dello strato di zinco; tale differenza divisa pel peso del filo nudo, dà il rapporto della quantità di zinco all'acciaio, pel campione in esame.

Sezione III.

Conduttori alluminio-acciaio con anima in fili di acciaio zincato aventi carico di rottura 150-180 kg/mm²

5.3-01. *Generalità.* – In casi particolari può convenire l'impiego di conduttori alluminio-acciaio, nei quali le caratteristiche di resistenza alla trazione unitaria dell'anima in acciaio sono superiori a quelle specificate in capitolo III, e ciò principalmente quando si richieda al conduttore un carico di rottura elevato (come ad es. nelle grandi campate di attraversamento).

Il rapporto della sezione in alluminio alla sezione in acciaio può in questi casi essere notevolmente inferiore ai valori indicati all'articolo 3.4-02, e l'anima in acciaio risultare costituita di fili con 150-180 kg/mm² di carico di rottura.

5.3-02. Le caratteristiche dei fili in acciaio di carico di rottura 150-180 kg/mm², da servire come anima di conduttori alluminio-acciaio, sono indicate nella tabella seguente.

Le prove di controllo di tali caratteristiche vengono eseguite coi metodi e le modalità indicate in capitolo IV, sezione II.

TABELLA IX.

Caratteristiche meccaniche e di zincatura dei fili in acciaio con carico di rottura 150÷180 kg/mm² da servire per anima di conduttori alluminio-acciaio per linee aeree di trasporto d'energia.

Diametro del filo	Tolleranza sul diametro	Caratteristiche meccaniche					Caratt. di zincatura	
		Carico di rottura minimo	Allungamento minimo su 200 mm	N. minimo di torsioni su 200 mm	Piegature: N. minimo di piegature	Piegature: Raggio delle ganascie	N. min. di immersioni nella soluz. satura di solfato di rame (prova di Preece)	Aderenza
mm	mm	kg/mm²	%			mm		
1,25	±0,03	160	3	18	8	5	2 di 1 min.	Su mandrino di diametro 4 volte il diametro del filo
1,40	»	»	»	18	8	»	»	
1,50	»	»	»	17	7	»	»	
1,60	»	»	»	16	6	»	»	
1,70	»	»	»	16	6	»	»	
1,80	»	»	»	14	5	»	»	
1,89	»	»	»	13	4	»	»	
1,90	±0,03	160	3	13	4	5	3 di 1 min.	
2,00	±0,04	»	3	13	4	5	»	
2,10	»	»	3,5	12	8	10	»	
2,25	»	»	»	10	8	»	»	
2,40	»	»	»	10	7	»	»	
2,49	»	»	»	9	7	»	»	
2,50	±0,05	160	3,5	9	7	10	4 di 1 min.	
2,75	»	»	4	7	6	»	»	
2,80	»	»	»	7	6	»	»	
3,00	»	»	»	6	5	»	»	
3,20	»	150	»	6	5	»	»	
3,25	»	»	»	6	5	»	»	
3,50	»	»	»	5	4	»	»	

Per diametri intermedii e quelli della tabella valgono le caratteristiche del diametro immediatamente superiore.

Le caratteristiche meccaniche e di zincatura sono riferite a fili prima della cordatura.

Per prove da eseguirsi *dopo la cordatura* si applicano le tolleranze e prescrizioni indicate in nota alla tabella IV, articolo 3.2-13.